



Jorge Manuel dos Santos Conde

QUALIDADE E PERTURBAÇÕES DO SONO EM JOVENS NADADORES

Tese de Doutoramento em Ciências do Desporto, ramo de Atividade Física e Saúde, realizada sob orientação dos Professores Doutores: Luís Rama, Ana Teixeira e Carlos Robalo Cordeiro e apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

Setembro de 2014



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Jorge Manuel dos Santos Conde

Qualidade e Perturbações do Sono em Jovens Nadadores

Tese de Doutoramento em Ciências do Desporto, ramo de Atividade Física e Saúde, realizada sob orientação dos Professores Doutores: Luís Rama, Ana Teixeira e Carlos Robalo Cordeiro e apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

Setembro de 2014



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

§

Aos meus filhos

Pedro e João

(nadadores)

§

*Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa,
nunca tem medo e nunca se arrepende.*

(Leonardo da Vinci)

§

Agradecimentos

Serão poucas as obras verdadeiramente individuais e provavelmente nenhuma dessas é uma investigação científica. Este trabalho, seguramente o mais trabalhoso, demorado e difícil da minha carreira profissional e académica, teve a meu lado um conjunto de amigos, colegas e companheiros de vida que com o seu incentivo, o seu conselho, a sua orientação, a sua ajuda, me obrigou a manter a concentração e a dedicação no objectivo final. Foram também estes que me incentivaram e encorajaram a começar e me ampararam nos momentos de desânimo. Foram também estes que comigo partilharam a alegria do trabalho feito e o atingir das diversas etapas.

Porque este trabalho também é de deles, não posso deixar de agradecer a todos aqueles que estiveram ao meu lado nesta caminhada, demonstrando a minha gratidão, a minha consideração, a minha amizade.

A todos um grande “Muito Obrigado”!

Ao Professor Doutor Luís Rama pela sua orientação inestimável, mas também pela sua amizade e dedicação, tendo sido um incentivador e um motivador sempre presente no trabalho realizado, não deixando que este se perdesse e um grande responsável pela sua conclusão. Estou sinceramente agradecido, pois sem a sua constante presença, este trabalho teria sido ainda mais difícil.

À Professora Doutora Ana Teixeira e ao Professor Doutor Carlos Robalo Cordeiro, que também com a sua orientação, me ajudaram a chegar a bom porto. A sua ajuda e amizade foram igualmente decisivas para vencer etapas e terminar esta tarefa.

Aos treinadores de natação José Manuel Borges, António Martinho e Marques Pereira, que comigo colaboraram na normalização da recolha da amostra e me ensinaram o pouco que sei de natação.

Às Cardiopneumologistas Ana Rita Brito e Anabela Santos que me ajudaram na recolha das polissonografias, trabalho imprescindível para a diferenciação deste trabalho.

Ao Professor João Paulo Figueiredo, meu inestimável amigo que me ajudou a processar estatisticamente os dados, ajudando-me a perceber o necessário à realização deste trabalho. A sua amizade e a sua disponibilidade foram determinantes e entusiasmantes.

Ao Professor Doutor Armando Caseiro e ao Professor António Gabriel, pela sua ajuda no tratamento das salivas. Sem a sua ajuda, teria sido mais difícil conseguir realizar esta parte dos resultados.

A todos os nadadores que se disponibilizaram para participar neste estudo, convictos que estávamos a trabalhar para melhores resultados na sua carreira desportiva.

A todos os participantes do grupo de controlo, que participaram apenas e só, em nome da ciência.

Ao CNAC – Clube Náutico Académico de Coimbra e em especial às direções presididas pelo Eng. José Luís Carvalhos, a que tive a honra de pertencer, pela disponibilidade com que autorizaram a realização desta investigação com os seus nadadores, mas também pelo incentivo que me deram para o fazer.

À ESTeSC - Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra pelo apoio na realização deste trabalho.

Às amigas Joana Santos e Joana Ramos pela ajuda que me deram na parte final da construção desta obra.

Aos amigos Ana Ferreira e Joaquim Castanheira, companheiros de caminhada na tarefa de nos doutorarmos. Ao longo destes 5 anos caminhamos lado a lado, nesta peregrinação pela ciência. Cada um no seu caminho, mas juntos, incentivando-nos uns aos outros e chegando ao destino quase em simultâneo. A amizade também é isso e com o incentivo e o exemplo dos amigos tudo se torna mais fácil.

Aos meus Pais, sem os quais não seria o que sou hoje. Pela sua educação e exemplo, mas também pelo apoio e incentivo que diariamente me dão. Foram também eles que me ajudaram a acreditar que era possível chegar aqui.

A todos os outros que ao longo da minha vida me fizeram acreditar que as metas se criam, para se atingir; aos que comigo acreditaram na utopia de que começando onde começamos, aqui chegaríamos.

A todos os meus amigos.

E porque os últimos são os primeiros, à minha família: Mena, Pedro e João.

Foram eles os que mais sentiram e acompanharam esta tarefa com amor e carinho. Desde sempre perceberam esta minha vontade de fazer sempre mais e melhor, de aprender e de construir. Foram eles que se privaram de férias, de passeios, da minha companhia e que aturaram o meu mau feitio e o meu retiro à frente do computador. A sua colaboração, que tantas vezes se resumia ao silêncio e à compreensão, foram uma grande ajuda para aqui chegar. São os meus filhos os grandes responsáveis pelo tema desta tese e pela minha ligação à natação, de que tanto gostei.

Obrigado.

§

Resumo

O sono adquiriu importância crescente, pelo impacto que a vida moderna tem no ciclo sono-vigília. A importância clínica do estudo da relação entre o sono e o exercício tem vindo a aumentar, embora constituam comportamentos mediados por mecanismos psicológicos e fisiológicos diferentes. O sono é um importante recurso para o bem-estar fisiológico e psicológico dos atletas, aparentando ser a estratégia de recuperação mais simples e eficaz.

Neste trabalho de investigação, pretendemos avaliar as alterações do padrão do sono em nadadores jovens, envolvidos num processo de treino e de competição regulares, bem como as implicações na capacidade de rendimento que lhe poderão estar diretamente associadas.

O estudo está organizado em 2 partes principais: a primeira onde fazemos uma revisão bibliográfica. A segunda organiza-se em 5 capítulos que correspondem aos momentos da avaliação que desenvolvemos ao longo de uma época desportiva.

Começamos pela identificação do padrão de sono de jovens estudantes, analisando um grupo de controlo. Fizemos depois 4 análises do padrão de sono da amostra de nadadores, em diferentes fases do ciclo anual de treino: o padrão de repouso; um dos ciclos mais intensos da época; os momentos mais próximos possíveis antes e depois de uma competição importante.

Utilizamos como método de análise a polissonografia completa em laboratório (classe 1), que nos permite quantificar e qualificar um conjunto vasto de parâmetros, permitindo-nos aceder às diferentes fases do sono e assim perceber as eventuais alterações que comprometam o desempenho físico ou cognitivo.

Os resultados demonstraram que o sono na faixa etária 18-23 anos é diferente do adulto padrão. Há maior eficiência de sono e diferença na forma como o sono se distribui pelas diversas fases de sono, com o sono N3 a aparecer em maior quantidade. Os jovens têm uma latência ao sono REM, substancialmente aumentada. Já quanto à eficiência de sono ela é tanto maior, quanto mais jovem for a faixa etária analisada. A distribuição do sono NREM, tem um comportamento linear, com N1 e N2 a serem tanto menores, quanto mais jovem é a faixa etária e N3 a crescer, conforme desce a idade.

Concluimos que as alterações decorrentes do treino de natação são reversíveis após uma fase de repouso prolongada (5/6 semanas). De facto na avaliação de início de época as diferenças para os sedentários, são irrelevantes, ao contrário do que acontece nas avaliações ao longo da época desportiva.

A avaliação do sono num momento de grande intensidade e volume de treino, mostra que há diferenças no sono dos nadadores: dormem menos, embora de forma mais eficiente. As latências são todas elas menores que no início de época, parecendo que os atletas têm pressa em dormir. Quanto à

divisão do sono, todos os tipos de sono, à exceção de N2, têm no final do 1º ciclo, menos quantidade de sono.

Analisado o efeito pré e pós competição constatamos que ambos reproduzem um sono de boa qualidade, sendo ainda assim as diferenças favoráveis ao momento pós-competição, nomeadamente por este apresentar maior eficiência de sono e menor tempo de vigília. A latências ao sono, diminuem todas no momento pós-competição, atingindo o atleta mais rapidamente os estadios mais profundos do sono. Já quanto às quantidades de sono o momento pós-competição apresenta menos sono NREM, em todas as suas fases e mais sono REM.

No conjunto das análises efectuadas, concluímos que o sono deve ser um período integrante do plano de treino, por forma a rentabilizar o tempo efetivo de treino.

Palavras- Chave: Sono, polissonografia, exercício físico, treino, natação

Abstract

Sleep acquired a growing importance, by the impact that modern life has on sleep-wake cycle. The clinical importance of the relationship between sleep and exercise study has been increasing, although they constitute behaviours mediated by different psychological and physiological mechanisms. Sleep is an important resource for the physiological and psychological well-being of athletes, appearing to be the simplest and effective recovery strategy.

In this research work, we want to assess the changes in the sleep pattern on young swimmers, involved in regular training and competition processes, as well as the implications on the yielding ability that can be directly associated with it.

The study is organized into 2 main parts: the first one where we do a bibliographic review. The second is organized in 5 chapters that correspond to the evaluation moments we developed over the course of a sports season.

We started by identifying the sleeping patterns of young students, analysing a control group. Then we did 4 analysis of the sample of the swimmers sleep pattern, on different stages of the annual training cycle: the rest pattern; one of the most intense cycles of the season; the closest possible moments before and after a major competition.

We use as an analysis method the complete polysomnography in the laboratory (class 1), which allows us to quantify and qualify a vast set of parameters, allowing us to access the different phases of sleep and thus understand the possible changes that compromise the physical or cognitive performance.

The results showed that sleep between the ages of 18-23 years old is different from the standard adult. There is higher sleep efficiency and difference in how sleep is distributed through the various stages of sleep, with N3 sleep appearing in greater quantity. Young people have latency to REM sleep, increased substantially. As for the sleep efficiency it is as high as is younger the age group analysed. The NREM sleep distribution has a linear behaviour, with N1 and N2 to be as low as is the youngest age group and N3 growing, as the age decreases.

We conclude that the changes arising from the swimming training are reversible after a prolonged resting phase (5/6 weeks). In fact, in the assessment at the beginning of the season the differences for the sedentary ones are irrelevant, unlike what happens in evaluations throughout the sports season.

The sleep assessment in a moment of great intensity and volume of training shows that there are differences in the swimmers sleep: they sleep less, although more efficiently. The latencies are all lower

than at the beginning of the season, seeming that athletes have a hurry to sleep. As for the sleep division, all types of sleep, except for N2, have at the end of the 1st cycle, the least amount of sleep. As was expected in view of the high efficiency of sleep found, the micro-awakenings index is lower; however the leg movement and snoring percentage index have increased.

Analysed the effect before and after the competition we sustain that both reproduce a good quality sleep, still the differences favour the moment after the competition, namely because it presents higher sleep efficiency and low wake time. The latencies to sleep decrease all after the competition, the athlete reach faster the deepest stages of sleep. As to the amounts of sleep the moment after the competition presents less NREM sleep, in all its stages and more REM sleep.

In all the analyses, we conclude that sleep should be a member of the training plan period in order to monetize the actual training time.

Key words: Sleep, polysomnography, physical exercise, training, swimming

Índice Geral

ÍNDICE DE TABELAS	19
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	23
ÍNDICE DE ABREVIATURAS, SIGLAS E UNIDADES.....	24
INTRODUÇÃO.....	27
I PARTE.....	35
1. REVISÃO DA LITERATURA.....	37
1.1 ARQUITETURA DO SONO	37
1.2 SONO NREM.....	38
1.2.1 Fase 1	39
1.2.2 Fase 2	39
1.2.3 Fase 3	39
1.2.4 Sono REM.....	40
1.3 FISILOGIA DO SONO.....	40
1.3.1 Funções cardiovasculares:.....	41
1.3.2 Funções Respiratórias:.....	41
1.3.3 Funções endócrinas:.....	41
1.3.4 Funções sexuais:.....	43
1.4 CICLO SONO-VIGÍLIA	43
1.5 SONO E EXERCÍCIO.....	44
1.6 POLISSONOGRAFIA.....	46
1.7 ESTADOS DE HUMOR / QUESTIONÁRIO POMS (PROFILE OF MOODS STATES).....	49
2 METODOLOGIA.....	53
2.1. ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO.....	53
2.2. O PADRÃO DE SONO PARA A FAIXA ETÁRIA EM ESTUDO.....	55
2.3. O PADRÃO DE SONO DOS NADADORES.....	55
2.4. A AMOSTRA	55
2.5. A REALIZAÇÃO E PROCESSAMENTO DA POLISSONOGRAFIA.....	58
2.6. A RECOLHA E PROCESSAMENTO DO CORTISOL	58
2.7. A RECOLHA E PROCESSAMENTO DO QUESTIONÁRIO POMS.....	59
2.8. A ANÁLISE.....	59

II PARTE	63
3 RESULTADOS.....	65
3.1. ESTUDO 1 - ESTUDO POLIGRÁFICO DO SONO – VALORES PADRÃO PARA JOVENS ADULTOS.....	65
3.1.1 <i>Introdução</i>	65
3.1.2 <i>Metodologia</i>	66
3.1.3 <i>Resultados</i>	67
3.1.4 <i>Discussão</i>	70
3.1.5 <i>Conclusões</i>	72
3.2. ESTUDO 2 - ESTUDO COMPARATIVO DO PADRÃO POLISSONOGRÁFICO EM JOVENS SEDENTÁRIOS E EM ATLETAS PRATICANTES DE NATAÇÃO PURA DESPORTIVA.....	73
3.2.1 <i>Introdução</i>	73
3.2.2 <i>Metodologia</i>	74
3.2.3 <i>Resultados</i>	74
3.2.4 <i>Discussão</i>	78
3.2.5 <i>Conclusão</i>	80
3.3. ESTUDO 3 - ESTUDO POLIGRÁFICO DO SONO EM NADADORES DE COMPETIÇÃO.....	81
3.3.1 <i>Introdução</i>	81
3.3.2 <i>Metodologia</i>	82
3.3.3 <i>Resultados</i>	84
3.3.4 <i>Discussão</i>	97
3.3.5 <i>Conclusão</i>	104
3.4. ESTUDO 4 - QUALIDADE DO SONO NA PRÉ E PÓS-COMPETIÇÃO EM JOVENS NADADORES.....	107
3.4.1 <i>Introdução</i>	107
3.4.2 <i>Metodologia</i>	108
3.4.3 <i>Resultados</i>	109
3.4.4 <i>Discussão</i>	120
3.4.5 <i>Conclusão</i>	125
3.5. ESTUDO 5 – O SONO EM JOVENS NADADORES AO LONGO DA ÉPOCA DESPORTIVA	127
3.5.1 <i>Introdução</i>	127
3.5.2 <i>Metodologia</i>	129
3.5.3 <i>Resultados</i>	130
3.5.4 <i>Discussão</i>	138
3.5.5 <i>Conclusão</i>	142
III PARTE.....	145

4	DISCUSSÃO GERAL	147
4.1	O PADRÃO DE SONO	147
4.2	O PADRÃO DE SONO DOS NADADORES	149
4.3	AS ALTERAÇÕES DECORRENTES DO TREINO/COMPETIÇÃO.....	150
4.4	O SONO ANTES E APÓS A COMPETIÇÃO.....	151
5	CONCLUSÃO	153
	BIBLIOGRAFIA	157

§

Índice de Tabelas

Tabela 1: Perfil dos estados de humor numa amostra de atletas (N=2086), agrupados pela situação de treino/competição correspondente (Média e Desvio Padrão). Adp. de (Terry & Lane, 2000)	51
Tabela 2: Estatística descritiva das características da amostra de nadadores. Idade (anos), Estatura (cm), Envergadura (cm), Massa Corporal (Kg), Índice de Massa Corporal (IMC).....	56
Tabela 3: Cronograma da época desportiva, dos 4 estudos realizados aos nadadores.....	57
Tabela 4: Valores médios e desvio padrão, mediana, mínimo e máximo dos valores da amostra do estudo, referentes a arquitetura do sono, eventos e apneias	67
Tabela 5: Valores médios e desvio padrão, mediana, mínimo e máximo dos valores da amostra do estudo de saturações de O ₂ (SpO ₂) e pulso cardíaco em REM e NREM.....	68
Tabela 6: Análise comparativa dos valores médios e desvio padrão dos parâmetros do sono (tempos totais, eficiência, latência, % fases) da amostra do estudo e dos correspondentes valores de referencia para adultos proposto pela AASM	69
Tabela 7: Análise comparativa dos valores médios e desvio padrão dos parâmetros do sono (tempos totais, eficiência, latência, % fases, despertares) da amostra do estudo e dos correspondentes valores de Hirshkowitz para o intervalo 20-29 anos	70
Tabela 8: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação dos parâmetros da arquitetura do sono no grupo de nadadores (n=21) e grupo de controlo (n=19);	75
Tabela 9: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação dos eventos ocorridos nos grupos em estudo	76
Tabela 10: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação das saturações de O ₂ e frequência cardíaca entre os grupos em estudo.	77
Tabela 11: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação dos parâmetros da arquitetura do sono dos nadadores na fase inicio de época e fim do 1º ciclo	84
Tabela 12: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação dos parâmetros da arquitetura do sono entre o grupo de controlo e os nadadores no fim do 1º ciclo.	85
Tabela 13: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação dos eventos ocorridos no grupo dos nadadores nas fases de inicio de época e de fim de 1º ciclo.....	87
Tabela 14: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação dos eventos ocorridos no grupo de controlo e no grupo dos nadadores na fase de fim de 1º ciclo.....	88
Tabela 15: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação das saturações de O ₂ e frequência cardíaca no grupo dos nadadores nas fases de inicio de época e de fim de 1º ciclo.	89

Tabela 16: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação das saturações de O₂ e frequência cardíaca no grupo de controlo e no dos nadadores na fase de fim de 1º ciclo...90

Tabela 17: Valores médios, desvio padrão, da comparação dos valores do cortisol salivar à noite e de manhã no grupo dos nadadores nas fases de início de época e de fim de 1º ciclo.....91

Tabela 18: Valores preditores da arquitetura do sono para o cortisol salivar matinal, dos nadadores na fase de início de época,.....91

Tabela 19: Valores preditores da arquitetura do sono para o cortisol salivar matinal, dos nadadores na fase fim de 1º ciclo,92

Tabela 20: Valores das escalas do POMS (Média e Desvio Padrão), comparando os valores da amostra de Terry e Lane para “atletas de clubes” e os nadadores na fase início de época93

Tabela 21: Valores das escalas do POMS (Média e Desvio Padrão), comparando os valores da amostra de Terry e Lane para “atletas de clubes” e os nadadores na fase fim de 1º ciclo94

Tabela 22: Valores das escalas do POMS (Média e Desvio Padrão), comparando os valores dos nadadores nas fases de início de época e fim de 1º ciclo.....95

Tabela 23: Valores preditores do POMS para os parâmetros da arquitetura do sono dos nadadores na fase início de época,96

Tabela 24: Valores preditores do POMS para os parâmetros da arquitetura do sono dos nadadores na fase fim de 1º ciclo, determinado pelo Método dos Mínimos Quadrados96

Tabela 25: Valores médios, desvio padrão, mínimo e máximo dos resultados obtidos nos campeonatos em pontos FINA e em % da melhor marca.109

Tabela 26: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação dos parâmetros da arquitetura do sono na avaliação pré e pós competição.....111

Tabela 27: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação dos eventos ocorridos no grupo dos nadadores nas fases de pré e pós-competição.112

Tabela 28: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação das saturações de O₂ e frequência cardíaca no grupo dos nadadores nas fases de pré e pós-competição.....113

Tabela 29: Valores médios, desvio padrão, da comparação dos valores do cortisol salivar à noite e de manhã no grupo dos nadadores nas fases de pré e pós-competição.113

Tabela 30: Valores preditores da arquitetura do sono para o cortisol salivar matinal, dos nadadores na fase pré-competição,114

Tabela 31: Valores preditores da arquitetura do sono para o cortisol salivar matinal, dos nadadores na fase pós-competição,115

Tabela 32: Valores das escalas do POMS (Média e Desvio Padrão), comparando os valores de Terry e Lane para a pré-competição com os nadadores em pré-competição.116

Tabela 33: Valores das escalas do POMS (Média e Desvio Padrão), comparando os valores de Terry e Lane para a pós-competição com os nadadores em pós-competição.....117

Tabela 34: Valores das escalas do POMS (Média e Desvio Padrão), comparando os valores dos nadadores nos momentos pré e pós-competição118

Tabela 35: Valores preditores do POMS para os parâmetros da arquitetura do sono dos nadadores na fase pré-competição.....119

Tabela 36: Valores preditores do POMS para os parâmetros da arquitetura do sono dos nadadores na fase pré-competição,.....120

Tabela 37: Valores das escalas do POMS (Média e Desvio Padrão), dos nadadores nas 4 fases da época desportiva.....136

§

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Variação do Tempo Total Analisado (TTA) e do Tempo Total de Sono nas 4 fases da época desportiva analisadas	131
Gráfico 2: Variação da Eficiência do Sono nas 4 fases da época desportiva analisadas	131
Gráfico 3: Variação dos tempos de latência às fases do sono, nas 4 fases da época desportiva analisadas	132
Gráfico 4: Variação das percentagens das fases do sono, nas 4 fases da época desportiva analisadas	133
Gráfico 5: Variação do Índice de Micro-despertares e do Índice de Movimentos periódicos da pernas, nas 4 fases da época desportiva analisadas	134
Gráfico 6: Variação da percentagem de ronco (ressonar), nas 4 fases da época desportiva analisadas	134
Gráfico 7: Variação dos valores do cortisol salivar, nas 4 fases da época desportiva analisadas	135
Gráfico 8: Variação dos valores das escalas do POMS, nas 4 fases da época desportiva analisadas.....	137

§

Índice de Abreviaturas, Siglas e Unidades

AASM	American Academy Sleep Medicine
ASDA	American Sleep Disorders Association
Bpm	Batimentos por minuto
Cm	centímetro
DC	débito cardíaco
Dp	Desvio Padrão
ECG	electrocardiograma
EEG	Electroencefalograma
EMG	electromiograma
EOG	electrooculograma
FC	frequência cardíaca
GH	hormona do crescimento
Hz	Hertz
IAH	Índice de Apneia/Hipopneia
IBM SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
IC	intervalo de confiança
IMC	Índice de Massa Corporal
Kg	quilograma
LH	Hormona Luteínica
M	Média
Max	Máximo
Min	Mínimo
min	minutos
ml	Mililitros
mmHg	Milímetros de Mercúrio
MMQ	Método dos Mínimos Quadrados
MRLS	Método de Regressão Linear Simples

nº/h	número/hora
NREM	Non Rapid Eyes Movements
N1	Fase N1 do sono NREM
N2	Fase N2 do sono NREM
N3	Fase N3 do sono NREM
ns	não significativo
NPD	natação pura desportiva
O ₂	Oxigénio
PA	pressão arterial
PaCO ₂	Pressão Alveolar de Dióxido de Carbono
POMS	Profile of Moods States
POMS . SF21	Profile of Moods States . Short Form 21
R ²	coeficiente de determinação
REM	Rapid Eyes Movements
RP	ritmo de prova
SpO ₂	Saturação de Oxigénio
SWS	Slow Wave Sleep
t	teste t-Student
TAPER	Prática de redução de exercício nos dias imediatamente antes da competição
TSH	Hormona estimulante da tiroide
TTA	Tempo Total Analisado
TTS	Tempo total de sono
USA	United States of América
VO ₂	Consumo de Oxigénio
WASO	wake after sleep onset (Tempo total de vigília durante o período de sono)
β_1	coeficiente de regressão não estandardizado
σ_{β_1}	erro padrão
µg/dl	microgramas/decilitro
µV	Microvolt

Introdução

O sono adquiriu importância crescente, pelo impacto que a vida moderna tem no ciclo sono-vigília. A alteração do seu ritmo, nomeadamente as permanentes variações da duração do período do sono e consequentemente do período de vigília, o facto de não haver uma hora certa de início de cada um dos períodos e a velocidade a que é vivido o período de vigília aumentam a importância de ser perceber como consegue o organismo recuperar nesse importante período restabelecedor de energia que é o sono.

Sabemos hoje que o sono é uma complexa fusão de processos fisiológicos, psicológicos e comportamentais, caracterizado pela suspensão temporária da consciência e acompanhado pela redução mais ou menos acentuada, da sensibilidade e da maior parte das funções da vida orgânica. Decorre tipicamente em decúbito dorsal, comportamento tranquilo, olhos cerrados e todos os outros indicadores comumente associados ao adormecimento (M. A. Carskadon & Dement, 2011; Fernandes, 2006).

O sono não é uma situação única e pode ser dividido em “vários tipos” de sono, sendo distinguidos pelas suas características particulares, funções e sistemas reguladores. A falta de um dos tipos de sono tem consequências nos outros tipos. Assumido que está que o sono é um processo predominantemente cerebral (mais que físico) o seu estudo começou por medir a atividade cerebral utilizando a electroencefalografia (Hirshkowitz, 2004).

O conhecimento atual da fisiologia do sono e a utilização de técnicas que permitem a medição de parâmetros a ele associados, permitem aprofundar a investigação métrica deste período do ciclo circadiano.

Durante o sono, dois estados comportamentais distintos têm sido definidos como a base dos parâmetros fisiológicos, o sono sincronizado ou Sem Movimento Rápido dos Olhos (NREM – *Non Rapid Eyes Movements*), e o sono dessincronizado ou Com Movimento Rápido dos Olhos (REM - *Rapid Eyes Movements*) (Rente & Pimentel, 2004).

Está documentado que os jovens adultos, nomeadamente os estudantes universitários têm uma deslocação do horário de sono para mais tarde, em cerca de 90 minutos durante a semana e recuperam a falta de sono acumulado ao fim-de-semana. Têm assim sonos mais curtos e horários irregulares prejudicando a qualidade de sono. Quando questionados sobre essa qualidade, atribuem-na ao stresse, ignorando os hábitos de vida associados à idade como seja o horário de sono, o álcool, a frequência de exercício, o uso dos instrumentos de “vida online” (computadores, *smartphones*, etc) ou até as drogas (Jiang *et al.*, 2011; Kang & Chen, 2009; Lund, Reider, Whiting, & Prichard, 2010).

Benitez & Gunstad, (2012) analisaram em adultos jovens saudáveis as consequências da pobre qualidade de sono, tendo corroborado estudos de outros autores e concluído, que indivíduos com baixa

quantidade e qualidade de sono aumentam de forma significativa os níveis de desmoralização, depressão e ansiedade, quando comparados com indivíduos com padrão de sono adequado. Os autores referem ainda diminuições na atenção e nas funções executivas dos indivíduos, podendo assumir-se que há menor disponibilidade psicológica e física provocada pela diminuição da qualidade e quantidade de sono. Outros autores referem ainda que a privação de sono (entendida como o indivíduo dormir menos que o necessário) compromete a realização das tarefas seguintes, especialmente as físicas, não só pela diminuição da capacidade física, mas também pela ausência de motivação para as realizar (Engle-Friedman *et al.*, 2003; Manni *et al.*, 1997).

Embora mais escassos é também possível encontrar estudos sobre os efeitos não da privação, mas da extensão do sono. Um estudo realizado com jovens basquetebolistas ingleses, demonstrou que quando prolongamos o período de sono melhoramos um conjunto de indicadores que influenciam a nossa capacidade de resposta, nomeadamente melhorando os níveis de desempenho motor, como a antecipação dos tempos de reação e a melhoria da capacidade de precisão/atenção (Mah, Mah, Kezirian, & Dement, 2011).

A importância clínica do estudo da relação entre o sono e o exercício tem vindo a aumentar, embora constituam comportamentos mediados por mecanismos psicológicos e fisiológicos diferentes. Reconhece-se que factores externos como o exercício físico e a ansiedade, podem ser causa de alterações fisiológicas que interferem no padrão do sono, sendo o inverso verdadeiro, já que deficientes hábitos de sono também provocam diminuição das capacidades cognitiva e física (Boscolo, Sacco, Antunes, Mello, & Tufik, 2007).

O desempenho dos atletas é altamente dependente do ciclo circadiano de sono-vigília. O sono é a parte da vida dedicada ao descanso e à recuperação das atividades físicas e cognitivas, que ocorrem durante a vigília. Sabemos que o cansaço físico é visto como predictor de uma boa noite de sono. Já ao cansaço mental ou cognitivo, não é reconhecida a mesma capacidade. O sono têm pois um papel importante na regulação do ciclo sono-vigília, sendo que muitas das funções orgânicas têm uma ciclicidade de 24 horas, fazendo o organismo coincidir essas funções com a noite e o dia, ou com a ausência ou presença de luz. A capacidade física (ou atlética) está muito dependente de uma síncrona atividade do ciclo sono-vigília. O inverso é verdadeiro com o relógio biológico a ser muito influenciado pelo exercício (Davenne, 2009; Halson, 2013).

O exercício físico ligeiro a moderado facilita o adormecimento, podendo ser considerado um método não-farmacológico para o tratamento de distúrbios do sono, tendo mesmo sido recomendado como um método não farmacológico de melhoria da qualidade do sono pela *American Sleep Disorders Association*, apesar de ser uma intervenção “terapêutica” ainda pouco utilizada (Mello, Boscolo, Esteves, & Tufik, 2005). Porém, alguns estudos revelam resultados contraditórios em relação aos efeitos do exercício

no sono e devemos analisar nesta relação, vários factores como a duração, intensidade e forma de exercício, assim como as alterações metabólicas (Atkinson & Davenne, 2007).

A qualidade do sono varia em função das alterações ao nível do exercício aplicado, pois quando a carga é aumentada a um nível ideal, existe melhor resposta na qualidade do sono, mas quando a carga é demasiado elevada, o stresse físico e psicológico pode fazer com que a qualidade de sono seja diminuída (Zanetti, Lavoura, & Machado, 2007).

Para lá da intensidade, a associação entre sono e exercício também difere em relação à fase do dia em que este é realizado. O exercício praticado durante a manhã, provoca uma diminuição da latência ao sono, sendo esta diminuição mais significativa em treinos moderados, comparativamente com os ligeiros. Contudo, quando o exercício é praticado ao final da tarde, a latência do sono aumenta após treinos moderados em comparação com treinos ligeiros (Atkinson & Davenne, 2007).

Horne & Staff, (1982) em estudos realizados concluíram que a arquitetura do sono é alterada consoante a intensidade de treino. Os treinos de baixa intensidade promovem um aumento da quantidade de sono, enquanto os de elevada intensidade promovem um aumento da intensidade do sono. Estas alterações só acontecem após um período de treinos regular, com o mesmo nível de intensidade. Treinos isolados não provocariam estas alterações constantes e contínuas nos atletas.

Não há evidências, nem estudos que demonstrem que a atividade regular do treino leve a mecanismos de adaptação e se estes interferem com a fadiga associada à privação de sono, com o horário habitual de vigília e conseqüentemente se provocam alterações no ritmo circadiano. Atletas que dormem em quantidade e qualidade e que iniciam o seu dia competitivo mais tardiamente têm mais energia para competir e logo melhores resultados (M. Carskadon, 2005). No desporto de alta competição, sabe-se hoje que a saúde, o bem-estar e um estado psicofísico óptimo é condição indispensável para um elevado desempenho. E embora se assuma que a qualidade de sono é determinante nos atletas, na maioria das vezes este é um assunto visto como lateral e habitualmente não cuidado na elaboração dos programas de treino. Como exemplo refira-se que quer por avaliação objectiva, quer através estudos sustentados na percepção (questionários), a qualidade de sono aparece como determinante no desempenho dos atletas e dos seus resultados, mas nunca como um aspecto considerado necessário no planeamento e programação do “treino” (Abeln, Kleinert, Strüder, & Schneider, 2013).

O comportamento do sono fornece informações sobre a preparação física do atleta, já que, como consequência da alteração do padrão do sono, podem ocorrer reduções da eficiência do processamento cognitivo e do tempo de reação, além do défice de memória, aumento da irritabilidade, alterações metabólicas, endócrinas e crises hipertensivas, que podem comprometer o rendimento físico e a saúde dos atletas (Zanetti *et al.*, 2007).

Martins, Mello, & Tufik, (2001) baseados em diversos estudos, explicam que “a melhoria do padrão de sono conseguida pelo exercício físico apoia-se inicialmente em três hipóteses: a primeira

hipótese, conhecida como termorreguladora, afirma que o aumento da temperatura corporal, como consequência do exercício físico, facilitaria o disparo do início do sono, graças à ativação dos mecanismos de dissipação do calor e de indução do sono, processos estes controlados pelo hipotálamo; a segunda hipótese, conhecida como conservação de energia, descreve que o aumento do gasto energético promovido pelo exercício durante a vigília aumentaria a necessidade de sono, a fim de alcançar um balanço energético positivo, restabelecendo uma condição adequada para um novo ciclo de vigília; e a terceira hipótese, restauradora ou compensatória, da mesma forma que a anterior, relata que a alta atividade catabólica durante a vigília reduz as reservas energéticas, aumentando a necessidade de sono, e favorecendo a atividade anabólica".

Em duas meta-análises realizadas por diferentes autores (Sierra, Navarro, Domingo, & Ortiz, 2002; Tsai & Li, 2004), verificou-se que, de um modo geral, o exercício físico aumenta o tempo total de sono (TTS), atrasa a latência ao sono REM, aumenta o sono de onda lenta e diminui a fase REM o que se traduzirá num melhor padrão de sono em indivíduos fisicamente ativos, quando comparados com indivíduos sedentários. Para além disso, o exercício físico crónico produz efeitos "contínuos" no sono, pelo que indivíduos treinados continuarão a revelar um bom padrão de sono mesmo nos dias em que não praticam exercício (Lund *et al.*, 2010).

Os relatos de sono perturbado e não reparador antes de uma competição ou evento desportivo importante são muito frequentes entre os atletas profissionais (Forndran, Lastella, Gd, Sl, & Sargent, 2012). Erlacher, Ehrlenspiel, Adegbesan, & El-Din, (2011) investigaram a prevalência de problemas no sono e os seus efeitos em 632 atletas alemães, antes de um campeonato ou jogo importante. Os resultados indicaram que 65,8% dos atletas apresentaram uma má qualidade de sono na(s) noite(s) antes dos eventos desportivos. Constatou-se ainda que os indivíduos praticantes de desportos individuais apresentavam mais problemas de sono que os atletas praticantes de modalidades coletivas. Uma possível explicação para esta situação prende-se com o facto de os atletas de desportos coletivos sentirem uma menor pressão sobre eles, comparativamente aos atletas individuais, que têm uma responsabilidade acrescida apenas sobre eles próprios, pelo que estes últimos experienciam maiores níveis de ansiedade (Brand, Gerber, *et al.*, 2010). Num outro estudo que envolveu a avaliação subjetiva da qualidade de sono em atletas de basquetebol, (Zanetti *et al.*, 2007) constatou-se uma importante variação na qualidade de sono do período preparatório para o período competitivo, tendo verificado uma grande queda no nível de qualidade do sono neste último. Já Mello *et al.* (Mello, Esteves, Comparoni, Amélia, & Sergio, 2002) numa avaliação com atletas olímpicos concluíram que estes não atribuem qualquer importância a uma boa higiene do sono e que mesmo na presença de insatisfação com o seu próprio sono, não admitem como necessário alterarem os hábitos de sono.

O sono é um importante recurso para o bem-estar fisiológico e psicológico dos atletas, aparentando ser a estratégia de recuperação mais simples e eficaz (Erlacher *et al.*, 2011; Halson, 2013). Para

alcançar um excelente desempenho desportivo é necessário equilibrar as exigências do treino e da competição desportiva com uma recuperação adequada (Leeder, Glaister, Pizzoferro, Dawson, & Pedlar, 2012), pelo que os atletas são normalmente alertados de que descansar e dormir bem é imprescindível para recuperar de treinos intensos e evitar lesões musculares e o fenómeno de “*burnout*” (Brand, Gerber, *et al.*, 2010). Se essa recuperação for desajustada, pode derivar na síndrome de “*overtraining*” (Meeusen *et al.*, 2012), que se caracteriza por uma inadequação do volume e intensidade das sessões e/ou dos períodos de pausa, excedendo a tolerância individual ao exercício e à recuperação do atleta, podendo resultar em alterações fisiológicas, psicológicas, imunológicas, hormonais e bioquímicas; essas alterações podem originar mudanças do padrão de sono, culminando num sono não reparador (Penas, Brito, Pocinho, & Conde, 2009).

Ainda que seja diminuta a investigação sobre o assunto e que muito do que se escreve resulte da experiência clínica e não da pesquisa em situações reais de treino, cada vez mais importa considerar o período de sono como uma parte do treino, dada a importância do sono no processo de recuperação pós-exercício e consequentemente no desempenho dos atletas. Menos sono (em quantidade e/ou em qualidade) conduz a menor capacidade cognitiva e a menor desempenho físico. Assume importância determinante apurar os métodos de pesquisa sobre o assunto e criar padrões de treino que possam vir a incluir todo o ciclo sono-vigília, garantindo assim que para um treino efetivo, será imprescindível uma recuperação efetiva e que essa, depende substancialmente da qualidade e quantidade de sono (Samuels, 2008).

Neste trabalho de investigação, pretendemos avaliar as alterações do padrão do sono em nadadores jovens, envolvidos num processo de treino e de competição regulares, bem como as implicações na capacidade de rendimento que lhe poderão estar diretamente associadas. Acompanhámos de perto a intensa rotina de nadadores envolvidos no dia-a-dia do treino e competição, com ciclos de sono-vigília alterados, que despertavam para estar no treino às 6,45 horas, onde permaneciam por 90 minutos, para ao longo do dia serem estudantes “normais” e voltarem ao treino às 18,30 para mais um período de 120 minutos. Esta rotina, que incluía estudar antes de dormir, encurtava o período para estar na cama a um máximo de 7,00 horas. A intensa carga física diária que em determinados períodos poderá ocorrer nos 7 dias por semana, associada à forte componente cognitiva que os desportos individuais comportam e ainda à exigência da vida de estudante, suscitou-nos dúvidas sobre se a qualidade de sono, teria consequências na qualidade de treino. O facto de profissionalmente estarmos despertos para as patologias do sono, fez-nos querer investigar e aprofundar esta problemática.

O estudo foi organizado em 2 partes principais: a primeira onde incluímos os capítulos da revisão da literatura e da metodologia, enquadrando o tema e revendo conceitos que pudessem explicitar a inovação ao conhecimento que pretendemos trazer. A segunda parte corresponde aos resultados, e organiza-se em 5 capítulos que correspondem a 4 momentos da avaliação que desenvolvemos ao longo de

uma época desportiva e ao grupo de controlo. A terceira parte corresponde à discussão e conclusão. Começámos pela identificação do padrão de sono de jovens estudantes, com a análise de um grupo de controlo constituído por estudantes sedentários, já que o conhecimento da fisiologia do sono nesta faixa etária é escasso. Fizemos depois 4 análises do padrão de sono da amostra de nadadores, em diferentes fases do ciclo anual de treino, começando pela semana anterior ao início de época, para identificar o padrão de repouso; numa segunda análise avaliámos após um dos ciclos mais intensos da época. A terceira análise juntou os momentos mais próximos possíveis (determinados pelas regras do treinador, de forma a não interferir na rotina criada e na probabilidade de influenciar os resultados desportivos) de uma competição importante: os campeonatos nacionais de inverno.

Utilizámos como método de análise a polissonografia completa em laboratório (classe 1), o *gold-standard* do estudo do sono que nos permite quantificar e qualificar um conjunto vasto de parâmetros, permitindo-nos aceder às diferentes fases do sono e assim perceber até que ponto estes indivíduos têm alterações que comprometam o desempenho físico e/ou cognitivo (Roach *et al.*, 2013).

Atletas jovens praticantes de modalidades de resistência como a natação pura desportiva (NPD) estão envolvidos em programas de treino volumosos e exigentes, que implicam frequentemente a realização mais do que uma sessão de treino por dia. Esta rotina diária desenrola-se ao longo de vários anos, tendo o seu início muito cedo na carreira desportiva.

O exercício físico ligeiro a moderado facilita o adormecimento, podendo ser considerado um método não-farmacológico para o tratamento dos distúrbios do sono. Alguns estudos revelam resultados contraditórios em relação aos efeitos do exercício no sono, pelo que vários factores devem ser analisados nesta relação, tais como a duração, a intensidade e a forma de exercício, assim como alterações metabólicas (Atkinson & Davenne, 2007).

Pelo treino pretende-se alterar a homeostase, provocando no organismo mecanismos adaptativos, que sustentem a evolução da capacidade de desempenho em competição.

O comportamento do sono pode fornecer informações sobre a adaptação do atleta às exigências da carga de treino, já que, como consequências da alteração do padrão de sono, podem ocorrer reduções da eficiência do processamento cognitivo e do tempo de reação da eficiência cognitiva e do tempo de reação, além de défice de memória, aumento da irritabilidade, alterações metabólicas, endócrinas e crises hipertensivas que podem comprometer o rendimento físico e a saúde dos atletas (Zanetti *et al.*, 2007).

São objectivos deste estudo:

1. Caracterizar o padrão de sono de jovens nadadores portugueses, comparando-os com indivíduos sedentários da mesma faixa etária, e com os valores de referencia da população adulta;

2. Analisar as alterações induzidas no padrão de sono, em jovens nadadores em momento tipificadores dos programas de treino de NPD.

Partindo da assunção de que o aumento da capacidade de rendimento, está dependente de níveis adequados de recuperação da fadiga induzida pelo treino. Por outro lado grande parte deste mecanismo estará associada ao sono reparador.

Assumindo que o stresse pode constituir um mecanismo perturbador da relação sono/treino importa conhecer a sua influência neste jogo fisiológico entre a capacidade que o organismo tem de se recuperar durante o sono e paralelamente a capacidade de se levar ao limite durante o processo de treino/competição.

§

I PARTE

§

1. Revisão da Literatura

1.1 Arquitetura do Sono

A compreensão do sono nos moldes em que a fazemos hoje só é possível graças à electroencefalografia. Bremer em 1935 terá sido o primeiro a demonstrar a existência de atividade cerebral durante o sono. É nos anos 50 que se fica a conhecer o sono como um processo ativo e como sendo um período organizado de estados. A polissonografia, instrumento de análise utilizado neste estudo, enquanto processo estruturado de registo de diversas variáveis fisiológicas, em simultâneo durante o sono, tem o seu advento em 1974 (Hirshkowitz, Moore, & Minhoto, 2007; Rente & Pimentel, 2004).

Com a finalidade de centrar a compreensão do problema principal deste estudo, apresenta-se uma breve descrição dos estados e respectivas fases que constituem a arquitetura do sono.

Podemos considerar em primeira linha que o sono se divide basicamente em 2 estados de sono, fisiologicamente diferentes e que alternam entre si ao longo da noite. A alternância cíclica entre o sono REM e NREM caracteriza a arquitetura do sono, regulada por um pacemaker circadiano, exercendo a sua influência não só em relação ao seu horário e duração, mas também à sua estrutura. Ao longo da noite este processo repete-se, sendo normal a existência de 3 a 5 ciclos de sono (M. A. Carskadon & Dement, 2011; Paiva & Penzel, 2011; Rente & Pimentel, 2004).

Em jovens adultos, a duração do ciclo NREM-REM é de cerca de 90 minutos. O primeiro período de sono NREM, seguido do primeiro REM denomina-se o primeiro ciclo de sono (Lavie, 2001). Durante o sono há um aumento gradual na duração dos episódios de REM, resultando numa acumulação de REM durante a última metade do sono. Segundo Gorman, (2005) com o avanço da idade, a duração total do sono e a percentagem relativa do sono NREM tendem a diminuir.

Está demonstrado, que todo este processo é no entanto muito variável, podendo ocorrer no mesmo indivíduo de uma noite para outra uma diferença considerável. E esta diferença está associada não só a uma maior variabilidade da atividade cerebral, mas também a variações metabólicas, como é o caso da hormona do crescimento ou do cortisol, sendo a primeira produzida essencialmente no sono lento e a segunda mais próximo do despertar matinal. Neste processo interferem ainda processos crono-biológicos, como o ciclo sono-vigília, a luminosidade e os factores sociais. Se a variedade intra-indivíduo é grande, maior é inter-indivíduo e obviamente quando procuramos respostas temos de as considerar à luz deste

conhecimento. (M. A. Carskadon & Dement, 2011; Hirshkowitz *et al.*, 2007; Paiva & Penzel, 2011; Rente & Pimentel, 2004).

A subdivisão do sono deve-se às alterações das características do Electroencefalograma (EEG), permitindo uma melhor compreensão da evolução da profundidade do sono durante a noite. O EEG permite identificar as diversas atividades. Apresentamos de forma resumida as características dessas atividades:

Atividade Alfa - Atividade rítmica, que surge na vigília, em momentos de descontração e com os olhos fechados. Tem uma frequência entre 8 e 13 Hz e uma amplitude que pode variar entre 10 e 120 μV sendo em média de 50 μV . A amplitude é maior na região occipital durante a vigília, mas torna-se mais ampla nas derivações anteriores durante a sonolência.

Atividade Teta – Atividade de 3 a 8 Hz, sem definição de critérios de amplitude, embora seja menor que 75 μV . Torna-se mais abundante na sonolência e na fase NREM N2 e vai desaparecendo nas fases mais profundas, voltando a surgir em REM.

Atividade Delta – Atividade lenta, com frequência entre 0,5 e 2 Hz, amplitude maior que 75 μV , com o máximo nas derivações frontais. É característica da fase NREM N3 e no adulto normal não existe na vigília.

Complexos K – São eventos de uma onda negativa bem definida, seguida de um componente positivo, que sobressai da atividade de base com uma duração total maior que 0,5 segundos e uma amplitude máxima nas derivações frontais. São mais frequentes na porção descendente do ciclo NREM, ou seja quando se caminha para maior profundidade no sono.

Fusos – É um evento que consiste numa sequência de ondas com frequência de 11 a 16 Hz, com duração de 0,5 segundos e amplitude máxima nas regiões centrais (Paiva & Penzel, 2011).

O sono inicia-se habitualmente pela fase 1 do sono NREM e o seu tempo de latência não ultrapassa os 10 minutos. Tal pode no entanto ocorrer em indivíduos privados de sono ou muito cansados e ainda na presença de certas alterações patológicas.

1.2 Sono NREM

O sistema reticular ascendente mesencefálico é a principal unidade funcional responsável pelo controle da excitabilidade e ativação cerebral, tal como do estado de vigília nos diversos graus. A diminuição desta atividade cerebral tem um papel determinante no início e manutenção do sono. Por outro lado, existem regiões hipnogénicas no sistema nervoso central capazes de manifestar sono quando estimuladas (Alóe & da Silva, 2000).

A denominação de sono lento NREM, também conhecido como sono sincronizado, sossegado ou tranquilo, caracteriza-se por no traçado electroencefalográfico evidenciar ondas com abrandamento

progressivo à medida que o sono se torna mais profundo. Verifica-se uma atividade parassimpática dominante, com miose intensa, diminuição da sudorese, da frequência cardíaca, da tensão arterial e do débito cardíaco. Também a temperatura corporal, desce ligeiramente. Há uma diminuição global do consumo de O_2 (VO_2). O tônus muscular também diminui em relação à vigília, embora não tanto como no sono REM (Rente & Pimentel, 2004).

1.2.1 Fase 1

Período transitório entre a vigília e o início do sono, onde o sono é facilmente interrompido. O padrão electroencefalográfico é de baixa voltagem e frequências mistas, com ondas teta de 3 a 7 ciclos/segundo. Observa-se uma diminuição da amplitude do ritmo alfa, que é progressivamente substituído por ritmo teta. Esta fase poderá estar aumentada num sono fragmentado (M. A. Carskadon & Dement, 2011; Caseiro, 2003; Paiva & Penzel, 2011; Rente & Pimentel, 2004).

1.2.2 Fase 2

A atividade de base é constituída por frequências mistas, de predomínio teta, com algumas ondas delta, de baixa amplitude, sobre a qual aparecem os fusos e os complexos K. Os fusos do sono são episódios transitórios de atividade rápida, entre 12 e 14 Hz, podendo ir até os 16 Hz, com duração entre 0,5 e 3 segundos. Há um aumento gradual de amplitude seguido de uma diminuição também gradual. Os complexos K são grafo-elementos transitórios de alta voltagem com duração entre 0,5 e 2 segundos, geralmente bifásicos, constituídos por uma fase negativa predominante, seguida de uma pequena positividade (M. A. Carskadon & Dement, 2011; Caseiro, 2003; Paiva & Penzel, 2011; Rente & Pimentel, 2004).

Nesta fase, o limiar de despertar eleva-se a um estímulo que faria despertar o doente na fase 1; na fase 2 induz um complexo K sem que a pessoa acorde (Caseiro, 2003).

1.2.3 Fase 3

Denomina-se de sono de ondas lentas ou sono lento profundo. O EEG revela a presença de ondas delta, com menos de 2 Hz e com uma amplitude superior a 75uV e ocupam entre 20 a 50% de cada época de sono de 30 segundos (Roth & Roehrs, 2000).

A fase 3 do sono lento caracteriza-se por fusos e complexos K, cuja morfologia aparece distorcida por interposição de atividade delta. Há ainda uma redução nas frequências respiratória e cardíaca e uma diminuição do tônus muscular (Paiva & Penzel, 2011; Rente & Pimentel, 2004).

Nos idosos, o primeiro ciclo de sono é mais curto, com diminuição da fase 3, o que se deve à perda de densidade sináptica no córtex, ocorrendo um maior número de despertares, tornando o sono mais fragmentado e pouco reparador.

1.2.4 Sono REM

O sono REM é gerado por estruturas neurais localizadas entre o mesencéfalo e a ponte. Estas regiões recrutam e interagem dinamicamente com outras estruturas neurais determinando o aparecimento simultâneo das manifestações do sono REM. Caracteriza-se pela atividade electroencefalográfica dessincronizada, sendo responsável pela restauração da função mental ou psíquica (Alóe & da Silva, 2000).

Neste sono, também chamado de sono paradoxal ou sono rápido, observa-se um desaparecimento dos fusos e complexos K e as ondas lentas da atividade de base são substituídas por frequências rápidas, de predomínio beta, de baixa amplitude. O EEG apresenta um traçado semelhante ao da fase 1 do sono NREM. Verificam-se movimentos oculares rápidos (REM), que podem ocorrer em surtos ou isolados, facto que ajuda a identificar o estadio. Segundo (Paiva & Penzel, 2011) um intervalo de baixa voltagem e frequências mistas entre dois fusos ou complexos K é considerado fase 2, se não houver a presença de movimentos rápidos dos olhos e se o tempo desse intervalo for inferior a 3 minutos.

Existe uma acentuada diminuição do tónus muscular e o sono REM termina com um despertar ou com uma passagem gradual para sono NREM nas fases 1 ou 2 (Rente & Pimentel, 2004).

Há um predomínio da atividade simpática, mas os fenómenos autonómicos são marcados por extrema variabilidade, nomeadamente da frequência cardíaca e respiratória e da tensão arterial. O tónus muscular apresenta-se diminuído e os valores de temperatura corporal e VO_2 são semelhantes aos da vigília. Estão descritas bradiarritmias graves, paragens sinusais, bloqueios aurículo-ventriculares e casos de morte súbita por disritmias ventriculares (Takahashi & Atsumi, 1997).

Os sonhos são predominantemente emocionais, podendo ser evocados quando se acorda nesta fase, uma vez que representam cerca de 80% dos despertares encontrados. Com efeito, segundo Caseiro, (2003) uma definição simplificada deste estadio seria a de um cérebro ativo num corpo paralisado.

1.3 Fisiologia do Sono

Ao longo de uma noite de sono, os sistemas e funções fisiológicas sofrem alterações acompanhando os ciclos circadianos. O conhecimento sobre a fisiologia da vigília e do sono têm permitido compreender patologias, diurnas e noturnas e a sua origem, através da ligação entre os ciclos e as alterações fisiológicas.

Podemos sintetizar as principais alterações fisiológicas relacionadas com as fases do sono agrupados de acordo com as funções cardiovascular, respiratória, endócrina, termoreguladora e nos mecanismos homeostáticos. Estes estão presentes no sono lento e ausentes no sono REM. Isso explica a variação de valores de certas funções como pressão arterial, respiração e temperatura. O descontrolo homeostático não pode durar muito tempo pois funções vitais estariam comprometidas. A solução encontrada pelo organismo foi a fragmentação do sono paradoxal, assim o REM é interrompido, as funções voltam ao normal e após certo tempo, outro episódio de sono REM é retomado para cumprir a sua função (M. A. Carskadon & Dement, 2011).

1.3.1 Funções cardiovasculares:

A pressão arterial (PA) diminui durante o sono chegando ao seu mínimo nas fases 1 e 2. Durante a fase 3 a PA sofre grandes variações (até 40 mmHg) mas não ultrapassa o mínimo das fases 1 e 2. A pressão arterial recupera os seus níveis normais ao despertar, independente do seu valor durante o sono.

A frequência cardíaca (FC) também diminui na fase 3. Já no sono REM, torna-se inconstante e relacionada com as mudanças fásicas (movimentos oculares e movimentos musculares). O débito cardíaco (DC) também diminui, influenciado pela diminuição da FC. Devido à diminuição da PA e do fluxo sanguíneo ocorre uma vasoconstrição.

Débito sanguíneo: As alterações de fluxo sanguíneo estão relacionadas com as necessidades dos órgãos que exibem maior necessidade metabólica. Nos estádios 1 e 2, o fluxo está relacionado com variações metabólicas e na fase 3 ocorre um aumento significativo do fluxo (Franzini, 2005).

1.3.2 Funções Respiratórias:

Durante a fase 3 e no sono REM, ocorre a diminuição dos controles respiratórios de vigília. Há um predomínio dos controles metabólicos na fase 3 e a sua diminuição no sono REM. O ritmo respiratório irá variar durante o sono lento com hipo e hiper ventilação do adormecimento à fase 2, na fase 3 a ventilação é regular. Durante o sono REM, a respiração torna-se mais rápida e irregular, dando origem a crises de apneia e hipoventilação (Douglas, 2005).

1.3.3 Funções endócrinas:

O eixo hipotálamo-hipofisário é responsável pela associação entre processos endócrinos e o sono, uma vez que a secreção das hormonas obedece ao ciclo circadiano e pode ocorrer em momentos específicos do ciclo sono-vigília.

A melatonina é segregada na glândula pineal em estreita relação com a diminuição de luminosidade. Rente e Pimentel referem que o início do sono tem relação com o aumento de segregação da melatonina e com a descida da temperatura corporal (Rente & Pimentel, 2004).

Hormonas segregadas durante o sono: A prolactina é segregada em grande quantidade tanto no sono noturno quanto no sono diurno. O TSH atinge seu pico no início do sono. O LH reduz a sua excreção durante o sono REM.

Hormonas segregadas nas fases específicas do sono: A hormona do crescimento (GH) é segregada principalmente na fase 3, durante a primeira metade da noite. Como o nome indica estimula o crescimento, mas também a mineralização óssea e o aumento da massa muscular. A privação do sono tem efeitos diretos na sua diminuição. A renina está associada ao sono lento e REM (Van Cauter *et al.*, 2007).

Temperatura corporal: Nas fases 1 e 2 estão presentes regulações autónomas. Na fase 3, tanto o sistema hipotálamo como o cortical estão inativos, logo, a temperatura corporal nesta fase é baixa (Heller, 2005).

1.3.3.3 Cortisol

Importante é a produção de cortisol, cujo pico acontece no acordar matinal. A privação de sono tem influencia direta no cortisol, aumentando os seus níveis matinais e facilitando o risco de hipertensão arterial. A produção de cortisol é diretamente proporcional à quantidade de sono REM, já que aquele é produzido mais próximo da madrugada, quando a quantidade deste sono é maior (Paiva & Penzel, 2011; Rea, Figueiro, Sharkey, & Carskadon, 2012). A avaliação do cortisol pela sua variabilidade circadiana, deverá ser feita sempre à mesma hora (Lac & Berthon, 2000; Rama, 2009).

O cortisol é uma hormona produzida nas supra-renais, com propriedades anti-inflamatórias cuja variação está associada à pressão e ao stresse. Pode-se pois entender a sua utilização em testes com atletas, já que estes estão sujeitos não só a grandes pressões físicas, mas também emocionais. Nos atletas outro factor importante é o tipo de exercício praticado, já que tem sido demonstrado que o cortisol salivar aumenta após exercício agudo, dependendo no entanto da sua intensidade e duração (Hejazi & Hosseini, 2012; Lac & Berthon, 2000; Rama, 2009). McGuigan *et al.* verificaram que as respostas de cortisol salivar foram significativamente diferentes imediatamente após o exercício de baixa intensidade quando comparado com sessões de exercícios de alta intensidade. Imediatamente após o exercício de força de alta intensidade, houve uma elevação significativa de 97% no cortisol salivar. Este aumento no cortisol salivar foi significativamente maior do que a resposta do cortisol para a sessão de exercício de força de baixa intensidade. Esta elevação é mais significativa se a avaliação se fizer cerca de 1 hora depois de terminar o exercício e se este não for de duração inferior a 1 hora. (McGuigan, Egan, & Foster, 2004; Rama, 2009).

Esta hormona é utilizada como marcador do stresse induzido pela carga de treino, ainda que com reservas, já que parece elevar-se em resposta a estímulos de vários tipos, incluindo os estados emotivos agradáveis, não entendidos como indutores de stresse. Rama, cita vários estudos com praticantes de diferentes modalidades, onde se demonstra que o cortisol aparece aumentado sempre que estamos na presença de exercícios de alta intensidade, bem como este aparece diminuído, quando diminuimos a carga de treino (Bonifazi, Sardella, & Lupo, 2000; Rama, 2009).

Bonifazi *et al.* no seu estudo com nadadores masculinos de elite, identificou como uma das principais conclusões que a performance dos atletas estava associada a uma baixa concentração de cortisol no período pré-competição. Neste estudo concluiu-se também que os piores resultados dos atletas, aconteciam nos períodos de grande intensidade de treino, onde o cortisol se manifestava por valores de pré-competição mais altos (Bonifazi *et al.*, 2000).

1.3.4 Funções sexuais:

Durante o sono REM, observam-se ereções clitoridianas nas mulheres e ereções penianas no homem. A presença ou ausência da ereção masculina servem para diferenciar impotência orgânica da psicológica (Schmidt, 2005).

1.4 Ciclo Sono-Vigília

O sono desempenha funções importantes e indispensáveis à vida. Estudos feitos em voluntários confirmam a interferência da privação do sono na capacidade do indivíduo a diversos níveis, como a manutenção da vigília, o discernimento cerebral, a capacidade de aprendizagem ou de memorizar. Durante o sono acontece um conjunto de funções ligadas à restauração dos sistemas, como o imunológico e o endócrino (Halsón, 2008). Há também autores que defendem uma teoria neurometabólica para o sono, como um período onde os gastos da vigília anterior são pagos (Halsón, 2008).

Um dos factores reconhecido como influente no bem estar do dia-a-dia do indivíduo é o ciclo sono-vigília. Este conceito associa a atividade à luz do dia e o sono à ausência de luz (ou escuridão). Há um largo conjunto de funções biológicas, que funcionam nesse ritmo circadiano e que se repetem a cada 24 horas, como acontece com a temperatura corporal, contribuindo para o desempenho humano e condicionando a força muscular, a potencia anaeróbia, a capacidade de trabalho, entre outras funções (Reilly & Edwards, 2007).

Medidas fisiológicas dizem-nos que o sono é geralmente iniciado quando a temperatura corporal desce e o acordar está associado à subida da temperatura. Sendo certa a relação entre sono e

termorregulação, Atkinson & Davenne, (2007) colocam a hipótese de que o ritmo circadiano da temperatura é vital para o sono e vice-versa e que um reparador sono noturno é determinante para uma termorregulação eficiente. Indiscutível é pois a importância do sono na manutenção e qualidade da vigília.

Existem factores externos que interferem com o ciclo sono-vigília e que alteram o seu ritmo, reajustando-o e modificando-o. Destes destacam-se a alternância luz-escuridão, ruído exterior, atividade física, refeições e socialização. A exposição à luz intensa pode modificar o ritmo do ciclo até 4 horas. Outros factores como a idade e a saúde pode também alterar este ritmo. Há ainda factores fisiológicos que podem interferir nesta ciclicidade, sendo conhecidos indivíduos do tipo matutino, que se deitam e levantam cedo e indivíduos do tipo vespertino que se deitam e levantam tarde. Estas condições fisiológicas não interferem com o padrão de sono (Rente & Pimentel, 2004).

1.5 Sono e exercício

Em contexto clínico o exercício é uma alternativa terapêutica para o tratamento de distúrbios do sono, nomeadamente de insónia. Reilly & Edwards, (2007) falam da vantagem em promover sestas nos atletas que treinam duas vezes ao dia e dos efeitos negativos do ponto de vista comportamental e biológico, da perda de sono em atletas. Mal estudada esta também a relação entre as lesões desportivas e a menor quantidade ou qualidade de sono.

Também Atkinson & Davenne, (2007) referem que o sono é bom para o exercício e vice-versa. Como exemplo refira-se o caso de doentes com narcolepsia que têm propensão para ataques súbitos de sono durante o dia, podendo estes acontecerem em resposta ao exercício. Sabe-se também que sono, atividade física e obesidade andam de mãos dadas, já que um sono longo pode estar associado a menos atividade e logo ser propício a abrir caminho à obesidade, por via da sedentariedade. Também a intensidade do exercício realizado, o género e a idade são factores que intervêm na qualidade do sono. Os níveis de melatonina (diretamente relacionados com a função termorreguladora) influenciados pelo treino físico contínuo regular, podem estar associados a problemas de sono e são muitas vezes relatados por atletas em *overtraining*.

A regularidade da prática de exercício físico, pode melhorar a qualidade de vida nomeadamente ao nível da capacidade cardiorrespiratória e muscular, bem como do controlo da massa corporal. Importante é também o papel que o exercício pode desempenhar na diminuição da depressão, da ansiedade e na melhoria da capacidade cognitiva e da eficiência do sono. Bons hábitos de sono, melhoram a disponibilidade física e intelectual dos indivíduos (Boscolo *et al.*, 2007). Observações realizadas a nadadores e a ciclistas em treino, sugerem que o início do dia é mais propício a habilidades cognitivas complexas do que a habilidades motoras. A privação de sono é um factor de risco e perturbação da atividade laboral e

condicionante da disponibilidade física e cognitiva. Os desportistas, nomeadamente os que praticam desportos que pela sua natureza ou duração, condicionam o tempo disponível para dormir, diminuem a sua capacidade atlética e cognitiva (Reilly & Edwards, 2007).

Num estudo com ciclistas, tentando avaliar a importância do aquecimento e da sua relação com a hora do treino em ciclistas, os autores referem que o desempenho é influenciado por factores comportamentais, tendo os atletas relatado a importância da rigidez dos membros e de temperaturas mais baixas, no período que se segue ao acordar. Os autores referem a necessidade de o atleta dispor de um intervalo de 30 a 90 minutos entre o despertar e o treino de modo a poder recuperar da inércia do sono e da rigidez muscular (Atkinson, Todd, Reilly, & Waterhouse, 2005).

Outros estudos demonstraram já o efeito do exercício aeróbico na quantidade e qualidade de sono de sedentários, nomeadamente associando-o a um aumento do TTS, do sono de ondas lentas, da latência ao sono REM e a uma diminuição da latência ao sono e da quantidade de sono REM. É no entanto consensual, que a repercussão do exercício sobre o sono se faz de forma diferente entre sujeitos sedentários e indivíduos treinados. Também o tipo de exercício (aeróbico, anaeróbico ou de força) é importante nas consequências que gera no sono, sendo que parece aceitar-se que o sono recupera o esgotamento de energia e os danos tecidulares provocados pelo exercício (Faria *et al.*, 2009; Santos, Tufik, & De Mello, 2007).

O exercício é um auxiliar no tratamento e prevenção de alguns distúrbios do ciclo sono-vigília. Dois mecanismos estão associados a esta afirmação. Por um lado o exercício diminui a fragmentação do sono, aumenta o sono de ondas lentas e diminui a latência ao sono. Por outro lado o exercício favorece o controlo de peso e cria hábitos saudáveis. Importa no entanto ter presente que a relação exercício-qualidade do sono têm uma “dosagem” certa, ou seja, excesso de exercício, *overreaching* e *overtraining*, pode piorar a qualidade de sono em vez de a melhorar. É pois determinante encontrar o ponto de equilíbrio entre a quantidade de treino (ou mesmo de competição) e um sono reparador (Martins, Mello, & Tufik, 2001).

Num estudo comparativo entre adolescentes sedentários e atletas, foi possível identificar diferenças no que diz respeito à disponibilidade física e psicológica. Os atletas têm um sono que interpretam como de maior qualidade, o que é expectável já que, sabemos que o exercício está relacionado com o aumento do sono profundo e com a redução da latência ao sono, dois factores que podem ser determinantes na percepção da melhor qualidade de sono. A melhor qualidade de sono permite uma associação a um melhor estado geral, mas o exercício está também associado a um ciclo sono-vigília mais estruturado, por maior controlo horário, já que os atletas têm noção da importância do descanso na sua recuperação, física e mental (Brand, Gerber, *et al.*, 2010).

Estudos há que confirmaram alterações de desempenho em atletas com privação de sono, ainda que parcial. Num estudo com oito nadadores sujeitos a 2,5 horas de sono por noite, verificou-se que apesar

de não haver alterações na força, na função pulmonar ou no desempenho na natação, o estado de humor, foi substancialmente alterado com aumento da depressão, tensão, confusão, fadiga e raiva (Halson, 2008). Há evidências de que a privação do sono afecta as tarefas relacionadas com o exercício, nomeadamente quando na presença de esforços sub-máximos e tal parece estar relacionado com a percepção do aumento do esforço necessário para o cumprimento da tarefa (Reilly & Edwards, 2007).

Evidente parece ser o papel do sono quer em qualidade, quer em quantidade na recuperação do atleta. Há mesmo estudos que sugerem a importância de pequenos “cochilos” na disponibilidade psicomotora do atleta. Existem também relatos de mau sono associados a períodos de treino intenso e mesmo à incapacidade para dormir adequadamente aquando da instalação de *overreaching* (sobressolicitação) ou *overtraining* (Halson, 2008).

Wong *et al.* (Wong, Halaki, & Chow, 2013) avaliaram um grupo de jovens sedentários sujeitos a um programa de diferentes intensidades de exercício, tendo concluído que o exercício moderado, interfere no sono de forma diferente do exercício intenso, apesar das variações nos parâmetros avaliados serem no mesmo sentido, nomeadamente: verificaram que a latência ao sono diminuiu, a eficiência de sono melhorou e as percentagens de sono NREM fase 3 e de sono REM diminuíram, ao contrário do sono leve (fase 1 e 2) que aumentaram.

1.6 Polissonografia

Os estudos dos distúrbios do sono têm o seu *gold standard* na polissonografia completa (classe I). A polissonografia é o único exame suficientemente completo para avaliar simultaneamente as funções cardíacas, respiratórias e neurológicas, permitindo ainda avaliar as suas consequências e os movimentos corporais durante o sono (Inácio, 2008).

Existe ainda um processo simplificado de estudar algumas alterações, nomeadamente as do foro respiratório e cardíaco denominado vulgarmente por *screening*, que é na prática uma polissonografia simplificada.

Grande parte dos estudos sobre sono, até há alguns anos era realizada por percepção, recorrendo-se à descrição que o avaliado fazia da sua qualidade e quantidade do sono. A Polissonografia veio permitir avaliar e quantificar com maior exatidão não só a quantidade, mas a qualidade e as suas causas e consequências.

A Polissonografia consiste no estudo do sono através de técnicas poligráficas. O termo poligrafia refere-se ao estudo simultâneo de diferentes variáveis fisiológicas necessárias para a identificação das fases de sono e para a avaliação do estado de vigília (Rente & Pimentel, 2004).

O estudo utilizado quase exclusivamente em “internamento” é recomendado sempre que existem sintomas ou suspeitas de episódios de sono fora do “período normal de sono”, dificuldade em dormir, dificuldade em permanecer acordado, sono com episódios atípicos, ou na avaliação de regimes terapêuticos. O seu preço e a sua complexidade, recomendam que sempre que as suspeitas não sejam relevantes se utilizem outros métodos de análise do sono (Paiva & Penzel, 2011).

No laboratório de sono, um local tranquilo concebido para a realização do estudo, o doente dorme cerca de oito horas monitorizando vários parâmetros fisiológicos, de acordo com a elaboração de um programa de registo definido previamente, baseado nos dados clínicos do paciente e nos métodos de registo disponíveis no laboratório. A escolha adequada dos parâmetros para o registo das variáveis bioeléctricas é fundamental para assegurar uma boa qualidade do traçado e deve ter em conta o que se procura. O exame é realizado por um técnico especializado que monitoriza e vigia o doente durante toda a noite (N. Martins, 2005).

Alguns laboratórios possuem um sistema de monitorização – vídeo, para vigilância do doente. Estes sistemas são fundamentais para a observação de movimentos e fenómenos anormais, mas não substituem a presença do técnico (Rente & Pimentel, 2004).

Em situações standard e de modo a utilizar uma linguagem universal a monitorização do paciente deve ser feita segundo a *American Academy Sleep Medicine (AASM) 2007*. Na polissonografia classe I, devem ser recolhidos os sinais de: electroencefalograma (EEG), electrooculograma (EOG), electromiograma (EMG), electrocardiograma (ECG), pressão arterial, respiração, ressonar, oximetria, posição corporal, pressão esofágica, PaCO₂, comportamento, movimento e outros registos mais específicos, como o pH esofágico, ereções noturnas, temperatura. Nem todos os sinais são recolhidos e a opção tem em conta a indicação clínica e o número de canais disponíveis no polígrafo (Chokroverty, Bhatt, & Goldhammer, 2005; Paiva & Penzel, 2011).

Os sinais recolhidos permitem uma análise do sono e das suas perturbações, nomeadamente:

Electroencefalograma (EEG) – Regista a atividade eléctrica cerebral. São colocados seis eléctrodos diretamente no crânio de acordo com o sistema internacional 10 – 20 com o objectivo de detectar o estadiamento do sono e os despertares (Bloch, 1997; Rente & Pimentel, 2004).

Electrooculograma (EOG) – Regista a diferença de potencial entre dois eléctrodos. Obtém-se colocando um dos eléctrodos 1 cm acima e o outro 1 cm abaixo da linha média do canto externo de cada olho (Caseiro, 2003). O sinal obtido indica-nos a oscilação dos movimentos oculares durante a noite e o tipo de movimentos, sendo imprescindível para a identificação do sono REM (Rente & Pimentel, 2004).

Electromiograma (EMG) – Regista um sinal de amplitude correspondente ao tónus muscular, que é importante para a definição das fases de sono e dos despertares. É necessário um eléctrodo

bipolar colocado geralmente na região sub-mentoniana, tendo como referência um eléctrodo colocado a cerca de 1 cm do primeiro. O registo de outros grupos musculares pode auxiliar no diagnóstico de certos tipos de distúrbios de sono. É usado para detectar os movimentos periódicos das pernas, colocando dois eléctrodos, cada um sobre o músculo tibial anterior de cada um dos membros inferiores e tendo como referência outros dois eléctrodos colocados a cerca de 3 cm dos eléctrodos anteriores.

Electrocardiograma (ECG) – Avalia a frequência cardíaca e alterações do ritmo cardíaco, como bradicardias, taquicardias e extra-sístoles, nas diferentes fases do sono e que, frequentemente, se podem relacionar com as apneias e/ou hipopneias. Geralmente utiliza-se apenas um canal, uma derivação precordial, através da colocação de dois eléctrodos, um na região supraclavicular e outro no 7º espaço intercostal esquerdo.

Oximetria – Mede continuamente as variações de espectro da cor da hemoglobina circulante, mediante detectores fotoeléctricos, através de oxímetros colocados num dos dedos da mão, permitindo durante o registo quantificar a Saturação de Oxigénio no Sangue (SpO₂).

Fluxo Respiratório – Para a identificação das apneias, colocam-se termistores oro-nasais, que, através de receptores para a temperatura, conseguem detectar o fluxo, através das variações de temperatura do ar ao passar pelas fossas nasais e boca, e transformá-lo em sinal eléctrico.

Ruídos Respiratórios – Para o registo do ressonar, é habitualmente colocado um microfone na região anterior do pescoço.

Movimentos Torácicos e Abdominais – Permite o registo gráfico dos movimentos respiratórios, úteis para a diferenciação das apneias, através da colocação de transdutores de pressão de ar conectados a bandas torácicas e abdominais extensíveis, que vão sofrerem oscilações durante a respiração.

Posição Corporal – Permite avaliar as mudanças da posição do doente no leito. Na maioria dos casos é colocado um sensor de movimento na região anterior e central do tórax (Paiva & Penzel, 2011; Rente & Pimentel, 2004).

No final da noite, obtém-se um hipnograma que permite o estadiamento e possibilita a quantificação do sono.

Os resultados obtidos, após uma noite de sono em laboratório, são descritos em termos percentuais e/ou em tempo. As variáveis mais utilizadas para demonstrar a continuidade do sono são:

Tempo Total Analisado (TTA) – período desde que se apagam as luzes ao acordar final;

Tempo Total de Sono (TTS) – tempo efetivo de sono.

Eficácia do sono – determinada pelo TTS e o TTA, multiplicado por 100;

Latência do sono – tempo entre a referência zero e o início do sono;

Índice de microdespertares – Acordar parcial durante o sono;

Índice de Movimentos periódicos das pernas – Movimentos das pernas durante o sono, que ocorrem com uma frequência, duração e amplitude específica;

Ciclicidade do sono – flutuação fisiológica entre o sono NREM e REM, com latência ao sono de duração normal e permanência no SWS;

WASO – Tempo total de vigília durante o período de sono, ou seja, percentagem de vigília que ocorre após o 1º sono e antes do despertar final;

1.7 Estados de humor / Questionário POMS (Profile of Moods States)

O POMS é um dos instrumentos mais usados na avaliação dos estados de humor. Criado por McNair, Lorr & Droppleman em 1971 e inicialmente utilizado pela psiquiatria e pela psicologia para avaliação das emoções e do humor, rapidamente foi adotado por outras áreas da ciência e nomeadamente pelo desporto.

Composto por 65 itens que resultaram de repetidos estudos de análise fatorial, tendo como ponto de partida um total de 100 dimensões comportamentais. Deste conjunto emergiram 6 factores de estados de humor: Tensão-Ansiedade; Depressão-Melancolia; Hostilidade-Ira; Vigor-Atividade; Fadiga-Inércia e Confusão-Desorientação (Rama, 2009; Viana, Almeida, & Santos, 2001).

Segundo Viana *et al.* diversos são os estudos que aplicaram em diferentes contexto o POMS, nomeadamente comparando praticantes desportivos com não praticantes, ou atletas sujeitos a cargas de treino diferentes, ou ainda em contexto de competição e é possível afirmar que este instrumento, é um importante marcador dos estados de adaptação/desadaptação do stresse do treino e do desenvolvimento do síndrome de sobretreino (Viana *et al.*, 2001).

Como todos os instrumentos, também este têm vantagens e desvantagens na sua utilização (Berger & Motl, 2000):

Vantagens:

- a) Parece ser útil na detecção de flutuações de humor associadas ao exercício físico;
- b) Está provado ser uma medida sensível para os efeitos de várias manipulações experimentais em assuntos normais e de outras populações não psiquiátricas;
- c) O grande corpo de dados normativos e a literatura de exercício disponível que também empregam o POMS facilita estudos comparativos;

Desvantagens:

- a) O questionário POMS foi inicialmente desenvolvido para o estudo de populações clínicas;
- b) É difícil conceptualizar se a diminuição de um estado de humor negativo, indica na verdade, benefícios de humor;
- c) Administrações repetidas e completas do POMS também podem ser intrusivas.

A versão original do POMS pela sua extensão (65 itens) coloca problemas à sua utilização, nomeadamente na avaliação do processo de treino. Têm no entanto sido desenvolvidas versões mais reduzidas que mantêm intactas as qualidades originais do instrumento, melhorando as suas possibilidades de aplicação (Rama, 2009). Neste estudo utilizamos a versão reduzida do instrumento (POMS-SF21), traduzida e adaptada por Cruz & Viana em 1993 do “The Profile of Moods States – POMS” e validada por Viana *et al.*, (2001).

Esta versão reduzida é constituída por 22 itens, estando distribuídos por 6 sub-escalas: Tensão, Depressão, Irritação, Fadiga, Vigor e Confusão:

- A sub-escala de Tensão, composta por quatro itens: 1, 10, 13 e 17, mede a tensão músculo-esquelética, agitação e inquietude.
- A sub-escala de Depressão, composta por 5 itens: 5, 9, 12, 14 e 18, representa um estado de ânimo depressivo com sentimentos de inutilidade, tristeza e culpabilidade.
- A sub-escala de Irritação, composta por 3 itens: 7, 20 e 22, reflete estados de cólera e antipatia para com os outros, bem como mau-humor, hostilidade, decepção e amargura.
- A sub-escala de Fadiga, composta por 4 itens: 2, 11, 16 e 19, representa um estado de ânimo apático e com baixo nível de energia.
- A sub-escala de Vigor, composta por 4 itens: 3, 6, 8 e 21, indica estados de vigor e energia elevados. De todos os factores avaliados, é o que representa um aspecto humoral positivo (animado, ativo, alegre, etc.)
- A sub-escala de Confusão, composta por 2 itens: 4 e 15, reflete um estado de humor caracterizado por confusão e desordem.

É usado uma escala de Lickert de 5 pontos, variando de “Nada” (cotado como 0) até “Extremamente” (cotado como 4).

Os resultados encontrados por Viana e Cruz mostram um índice de consistência interna nas seis escalas bastante aceitáveis, com um α de Cronbach de 0,86; 0,78; 0,91; 0,84; 0,72 e 0,80, respectivamente para a Depressão, Tensão, Fadiga, Vigor, Irritação e Confusão (Rama, 2009)

Rama adaptou de Terry e Lane (2000) os valores médios de uma população de atletas, obtidos numa população de 2086 participantes. Estes incluíam 622 atletas de elite (participantes nos jogos olímpicos), 628 pertencentes a clubes e com atividade regular de treino e de competição e 836 eram

praticantes de atividade física recreativa. No sentido de termos um ponto de comparação com a nossa amostra, readaptamos essas mesmas tabelas recorrendo aos valores dos atletas com prática de treino e competição regular (Rama, 2009).

São esses os valores expressos na tabela seguinte:

Tabela 1: Perfil dos estados de humor numa amostra de atletas (N=2086), agrupados pela situação de treino/competição correspondente (Média e Desvio Padrão). Adp. de (Terry & Lane, 2000)

	Clubes (n= 628)		Pré-competição (n= 622)		Pós-competição (n= 68)	
	M	Dp	M	Dp	M	Dp
Tensão	9,62	7,19	8,75	7,13	3,33	3,39
Depressão	8,67	9,49	6,90	8,69	2,02	3,98
Irritação	9,91	8,05	8,29	7,92	2,63	4,62
Vigor	15,64	5,84	16,65	6,20	19,04	6,22
Fadiga	8,16	5,94	6,52	5,88	5,70	5,22
Confusão	7,38	4,96	6,22	4,78	3,35	3,17

A aplicação das escalas de POMS aos atletas, tem permitido observar um perfil, que outros autores definiram como “perfil de iceberg”, que se tornou num conceito consensual em psicologia do desporto. Este caracteriza-se por as populações de desportistas diferirem das populações de sedentários no facto de apresentarem mais baixos valores de tensão, depressão, irritação, fadiga e confusão e substancialmente mais altos valores de vigor (Rama, 2009)

§

2 Metodologia

Este estudo obteve a aprovação do Conselho Científico da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, respeitando todos as recomendações da Declaração de Helsínquia no que se reporta a experiências com humanos. Antes do experimento, todos os elementos constituintes da amostra foram informados dos objectivos e procedimentos do estudo, tendo dado o seu consentimento por escrito.

2.1. Estratégia de investigação

Este estudo pretende conhecer a relação entre o treino de atletas com planos consistentes de treino/competição e o padrão de sono dos mesmos. Sendo o sono uma das mais importantes componentes na recuperação física e cognitiva de qualquer indivíduo, importa conhecer as características da sua arquitetura num grupo submetido à exigência de um processo de treino regular (Boscolo *et al.*, 2007).

Na escolha da modalidade desportiva existiu uma escolha emocional, mas também uma escolha racional. Emocional, porque acompanhamos durante 13 anos, nadadores, com dia-a-dia sobreponível ao padrão escolhido para a nossa amostra. Racional, porque estamos a falar de um desporto, individual, de grande carga física, de uma componente técnica relevante, de ambiente controlado e independente da estação do ano e da geografia. São estas características, que tornam a natação, única e um laboratório de excelência para a avaliação de comportamentos fisiológicos. O nadador realiza o esforço numa posição horizontal, tendo de se adaptar a uma nova posição de equilíbrio, mecanismo respiratório e recursos motores (Rama, 2009). O sono do nadador foi avaliado numa posição próxima daquela em que nada.

O rigor do processo de pesquisa, obrigou ao cumprimento de determinados pressupostos, que garantissem que seria a prática desportiva de natação e não outro evento de vida, que influenciaria o sono e vice-versa. Desde logo na escolha da amostra ao optarmos por nadadores de apenas um clube e um treinador, podendo assim garantir que o plano, a intensidade e o rigor do treino era o mesmo para todos os participantes. Depois a opção por apenas atletas do género masculino, garantindo mais uma vez a uniformidade do treino, mas fundamentalmente de forma a obviar eventuais variações do foro biológico e comportamental. Garantidos estes pressupostos, havia que decidir a idade dos participantes da amostra, tendo a opção recaído sobre atletas experientes ao escolher atletas da faixa etária 16-23 anos, por ser a que mais se aproximava de outras investigações, mas também por ser aquela em que os enviesamentos motivados pelas alterações biológicas da adolescência, menos perturbam o padrão de sono. Acima dos 20 anos, em Portugal, são muito poucos os nadadores que se mantêm em bom nível competitivo, pela impossibilidade de conciliação com as tarefas escolares e acima dos 23 anos as obrigações laborais levam

quase todos à opção do abandono da componente competitiva. Uma nota, apenas para tentar justificar este facto: em Portugal não existe um plano de apoio ao desportista que lhe permita, conciliar de forma organizada à prática de um plano competitivo com a vida académica ou laboral.

Identificada a equipa e a faixa etária da amostra, determinamos como critério de inclusão, a disponibilidade para a frequência de 9/10 treinos semanais, sendo que estes estão organizados em 5 vespertinos (18,30 às 20,30 horas) e 5 matutinos (sendo 4 das 6,45 às 8,15 horas e um (sábado) das 8 às 10 horas. Como se depreende em 4 dos dias da semana os atletas treinaram 2 vezes por dia. Sendo que a maioria dos participantes são estudantes, significa que o seu horário de entrada na escola é quase diariamente às 8,30 horas, ou seja, apenas têm o Domingo (se não houverem competições) para poderem dormir *ad libitum*.

Tendo constatado nas investigações já realizadas por outros autores que, quer nas idades mais jovens (Hirshkowitz, 2004), quer nas mais idosas (Moser *et al.*, 2009), o sono tem características muito próprias e não tendo encontrado na literatura uma amostra com a qual fosse possível estabelecer um padrão, para os parâmetros polissonográficos, importava realizar o estudo num grupo de controlo, para assim criarmos uma base de trabalho comparável, garantindo mais uma vez a eliminação de qualquer viés e certificando-nos que apenas estávamos a estudar os efeitos do treino de natação (muito provavelmente sobreponível a outras modalidades individuais) no sono e vice-versa. A opção levou-nos pois a estudar um grupo de estudantes com comportamento social e académico semelhante ao da amostra de nadadores, mas que não praticassem qualquer tipo de exercício de forma regular e organizada.

Encontrados os participantes, passamos à calendarização da recolha de dados, tendo em conta a morosidade, complexidade e onerosidade da mesma.

Assim, depois de constatar a disponibilidade de 21 atletas que cumpriam os critérios de inclusão, houve que seleccionar igual número de indivíduos que cumprissem os critérios para a sua inclusão no grupo de controlo, tendo este ficado constituído por 19 elementos.

Conhecida a amostra havia que calendarizar a recolha dos dados. Foi programado avaliar os atletas em 4 momentos: o primeiro na semana pré-temporada (Setembro), de forma a poder avaliá-los no término do maior período de repouso (5 a 6 semanas de paragem no calendário anual de treinos); o segundo no microciclo 10, de grande intensidade, com um volume de nado a rondar os 60 Km semana, tendo em consideração que esta é a uma das fases da época de maior sobrecarga física; o terceiro momento, foi realizado na primeira semana de *tapper*, após o microciclo 28 e duas semanas antes dos campeonatos nacionais de inverno, juntando assim à elevada carga física uma carga psicológica própria da pré-competição; o quarto momento foi realizado na semana imediatamente após os campeonatos nacionais de inverno, numa altura de recuperação. Já o grupo de controlo, foi recolhido duas semanas após o primeiro momento dos nadadores e coincidentemente com o início do ano lectivo.

2.2. O padrão de sono para a faixa etária em estudo

Na construção do padrão, procurámos otimizar tanto quanto possível o equipamento utilizado, tendo optado por recolher um variedade considerável de parâmetros associados ao sono, que nos pudessem vir a garantir a comparabilidade com outros investigadores. Assim a opção foi por recolher volumes totais e dos diferentes tipos de sono, a eficiência de sono, as latências às diversas fases de sono, as percentagens das várias fases medidas de acordo com as versões encontradas na literatura, já que é possível encontrar autores que as medem para o TTA (*time in bed*) e outros que as medem para o TTS (tempo efetivo de sono). Os eventos mais comuns como sejam os micro-despertares, a percentagem de ronco ou o índice de movimentos das pernas. Por último e mesmo não sendo espectável encontrar na amostra grandes volumes de apneias (próprias de outras faixas etárias), avaliámos também estes indicadores. E se para estabelecer o padrão de sono esta parece ser a metodologia que deverá ser adoptada pelo ser carácter abrangente, importa que a possamos comparar com os estudos já efectuados, de forma a podermos criar um grau de comparabilidade. O grupo de controlo permitiu-nos estabelecer uma comparação com os nadadores e assim conhecer o efeito do treino/competição desta modalidade desportiva. Nesta linha de pensamento, aproveitámos o carácter abrangente da nossa recolha inicial para poder efetuar comparações com os padrões já estabelecidos e disponíveis na literatura.

2.3. O Padrão de sono dos nadadores

Para podermos perceber, qual a responsabilidade da prática desportiva e neste caso concreto da natação no padrão de sono dos atletas, importava começar por conhecer o padrão da amostra, numa fase cuja interferência de curto prazo do ritmo treino/competição fosse nula ou muito baixa. Sabemos que a adaptação ao treino de forma continuada é só por si fator de alteração de alguns dos ritmos cronobiológicos e logo passível de alterar o ciclo sono-vigília. Neste sentido procurámos conhecer o sono dos atletas em início de época e compará-lo com os jovens do grupo de controlo (não praticantes desportivos).

Percebendo que os jovens têm um padrão de sono próprio e que o treino regular de natação intensifica essas diferenças, mesmo após uma pausa razoável da atividade física, importava perceber quais as consequências para o sono, no dia-a-dia desse mesmo treino. O momento escolhido para essa análise foi o final de um ciclo, que ao longo de 10 semanas, intensifica o volume e a intensidade do treino e que culmina numa semana de 10 treinos de elevada magnitude.

2.4. A amostra

A investigação foi dividida em 5 estudos que incluíram 2 grupos de indivíduos.

O primeiro grupo é o grupo de controlo, cujos critérios de inclusão são: jovens rapazes, estudantes universitários, com idade entre os 18 e os 23 anos, com idade média de $20 \pm 1,44$ anos, não fumadores, não praticantes de desporto, sem problemas cardíacos e respiratórios conhecidos. A amostra inicial era composta por 20 jovens, porém só se selecionaram 19 por um deles não cumprir os requisitos de inclusão no estudo.

O grupo experimental foi constituído por 21 nadadores de bom nível competitivo, do sexo masculino, todos da mesma equipa, dos escalões juniores e seniores, com idade média de $18 \pm 2,72$ anos. Todos apresentavam uma experiência mínima de 6 anos de experiência de prática de NPD, variando esta até aos 10 anos. Estavam todos incluídos no programa de treino regular com uma frequência de 7 a 10 sessões de treino semanal em piscina.

A tabela seguinte apresenta as características do grupo experimental:

Tabela 2: Estatística descritiva das características da amostra de nadadores. Idade (anos), Estatura (cm), Envergadura (cm), Massa Corporal (Kg), Índice de Massa Corporal (IMC).

Variável	Média \pm Dp	Min	Max
Idade (anos)	$18 \pm 2,72$	16	21
Estatura (cm)	$175 \pm 6,83$	161	183
Envergadura	$179,2 \pm 9,55$	164	192
Massa Corporal (Kg)	$65,9 \pm 8,7$	50,2	80,2
IMC	$21,41 \pm 1,71$	18,66	25,89

- Foram incluídos na amostra todos os atletas (21) que iniciaram a actividade desportiva no início da época tendo realizado uma avaliação prévia à época (fase 1 – início de época).
- O segundo estudo (fase 2 – fim do 1º ciclo) é feito na semana de carga máxima de treino no final do primeiro ciclo, que corresponde ao microciclo 10, sendo do tipo impacto com 10 sessões de treino e um volume elevado, próximo dos 60.000 metros nadados. Este é também o segundo de dois microciclos de impacto consecutivos, com grande ênfase de volume de treino nas zonas do limiar anaeróbio e da potencia aeróbica. Nesta fase participaram 12 atletas, por indisponibilidade ou abandono do estudo dos restantes.
- Na terceira avaliação, a amostra era constituída por 14 atletas apurados para uma competição considerada de importância máxima a culminar a época desportiva de Inverno (Março), que no caso foram os Campeonatos Nacionais de Inverno. Os nadadores foram avaliados no início do período de preparação direta para a competição (TAPER), imediatamente após o microciclo 28,

correspondendo a um microciclo de “impacto”. Como principais características salienta-se uma frequência de 10 sessões de treino semanal e um volume de treino de água próximo dos 60.000 metros, com intensidade muito elevada, incluindo diversas tarefas com intensidade semelhante à objetivada em competição (ritmo de prova- RP); manutenção da capacidade aeróbia para o grupo de nadadores especialistas de provas de fundo (1500 metros) e bastante trabalho na zona anaeróbica aláctica para os velocistas.

- Na quarta avaliação, apenas foram avaliados 10 nadadores por 4 dos atletas não terem competido (por lesão, opção técnica, etc), e portanto não responderem aos critérios de inclusão do momento pós-competição.

O cronograma das avaliações é o que ilustra a tabela seguinte:

Tabela 3: Cronograma da época desportiva, dos 4 estudos realizados aos nadadores.

Semana da época	1ª fase		2ª fase		3ª fase		4ª fase	
	Início de época		Fim do 1º ciclo		Pré-competição		Pós-competição	
Semana 0	Semana que antecede o Microciclo 1 (31 de Agosto a 6 de Setembro)							
	Microciclo 1, do tipo ajuste, com 2 sessões e um volume de nado de 4.500 metros							
Semana 10			Microciclo 10 (9 a 15 de Novembro)					
			Microciclo 10, do tipo impacto, com 10 sessões e um volume de nado próximo dos 60.000 metros.					
Semana 29					1ª semana de taper, após o Microciclo 28 (16 a 22 de Março)			
					Microciclo 28 do tipo impacto, com 10 sessões e um volume de nado próximo dos 60.000 metros.			
Semana 32							Semana após a competição (13 a 18 de Abril)	
							Semana sem treinos após os Campeonatos Nacionais de Inverno	

Para todas as avaliações foi pedido aos participantes que mantivessem as horas de sono habituais nos 3 dias anteriores ao estudo, que não se deitassem depois da meia-noite e que não ingerissem em excesso bebidas alcoólicas, café e outros estimulantes ou medicamentos.

2.5. A realização e processamento da Polissonografia

A polissonografia foi efectuada das 23 às 7 horas, após o treino da tarde/noite e depois de uma refeição que seguiu o padrão nutricional habitual, controlado na primeira avaliação e proposto aos sujeitos para ser seguido em todos os momentos do estudo.

A recolha da amostra foi obtida realizando a cada individuo um estudo polissonográfico completo, que incluiu: 6 canais de EEG (2 centrais, 2 occipitais, 2 frontais), 2 canais de EOG, 3 canais de EMG (mento e tibiais anterior direito e esquerdo), um canal de ECG, 2 canais de movimentos respiratórios (torácico e abdominal), 2 sensores de fluxo (oronasal – termístor nasal – cânula de fluxo), 1 canal de posição e um sensor e oximetria transcutânea. Os estudos foram iniciados sempre cerca das 24 horas (*light off*), já que os participantes referiram ser essa a hora menos tardia a que seriam capazes de dormir. Os dados foram obtidos por um polígrafo, *Embla da Flaga HF*.

Selecionamos para análise os parâmetros mais consensuais na literatura, nomeadamente: o Tempo Total Analisado (TTA) que se define como o tempo que medeia entre o apagar e o acender das luzes; o Tempo Total do Sono (TTS) que é o tempo real de sono; o Tempo de Vigília que é o tempo em que o analisado permanece acordado; a Eficiência do Sono que é a percentagem que o individuo dorme no tempo do registo. Analisamos ainda as percentagens de sono em cada uma das fases do sono, medindo-as quer para o TTA, quer para o TTS. Analisamos também os eventos do sono que dizem respeito os microdespertares, à percentagem de ronco e aos movimentos das pernas. E analisamos também os índices de apneia e hipopneia. Por último avaliamos ainda as saturações de O₂ nas diferentes fases do sono e o ritmo cardíaco.

2.6. A recolha e processamento do Cortisol

Realizamos a recolha do cortisol salivar ao deitar, antes de iniciarmos a ligação dos individuos ao polígrafo de sono e ao levantar após os mesmos serem desligados. A recolha obedeceu às determinações do fabricante dos kits de análise (*Salimetrics*®, USA), tendo em cada momento de recolha os participantes sido informados desses procedimentos, nomeadamente:

- Não ter ingerido uma refeição principal há menos de 1 hora;
- Não ter consumido bebidas alcoólicas nas 24 horas antes da recolha;
- Não ingerir alimentos, mastigar pastilhas elásticas ou rebuçados no período de 30 a 45 minutos antes da recolha;
- Não lavar os dentes com pasta dentífrica nas 2 horas que antecedem a recolha, sendo apenas permitido bochechar a boca com água 10 minutos antes da recolha;

- O indivíduo permaneceu sentado durante a recolha da saliva. É recolhida toda a quantidade possível de saliva produzida passivamente durante 2 minutos, em recipiente apropriado. Utilizaram-se frascos de policarbonato com tampa de enroscar de 7,0 ml de capacidade previamente pesados no laboratório.
- Esgotado o tempo de recolha, o recipiente é fechado e colocado em mala térmica, assegurando que não é sujeito a alterações de temperatura importantes até ser transportado ao laboratório.
- No laboratório, a quantidade de saliva é medida para quantificação do volume e fluxo salivar. Posteriormente, é centrifugada e distribuída por dois tubos *Eppendorf*®, antes de ser congelada a -20°C para análise posterior;
- Todas as amostras foram analisadas no mesmo momento.
- Não foi adoptado nenhum procedimento para a estimulação da produção de saliva.

2.7. A recolha e processamento do questionário POMS

A análise dos estados de humor, foi avaliado recorrendo ao POMS de 22 itens (Viana *et al.*, 2001), o qual fornece indicação sobre o estado global do humor, bem como permite uma análise aos factores que suportam através dos adjetivos que correspondem a uma descrição das emoções. É composto por 6 sub escalas: tensão, depressão, irritação, fadiga, vigor e confusão.

Previamente ao estudo, todos os indivíduos foram esclarecidos sobre os objectivos do questionário, sendo reforçada a necessidade de espontaneidade e sinceridade durante o preenchimento do questionário. O questionário foi respondido sempre antes da recolha do cortisol e da ligação ao polígrafo de sono.

2.8. A análise

No que diz respeito às estratégias de análise estatística aplicadas ao desenvolvimento do nosso estudo, estas dividiram-se em duas partes distintas.

A primeira parte procurou compreender a distribuição dos diferentes parâmetros do sono (arquitetura, eventos e apneias) no que diz respeito à tendência (padrão) e sua variação e amplitude. Para tal recorreu-se às medidas descritivas de tendência central (média e mediana) e de dispersão absolutas (desvio padrão e valores mínimos e máximos)

A segunda parte da análise estatística aplicaram-se diferentes provas estatísticas bivariadas (inferência). Nesta parte em referência tivemos em conta a avaliação dos pressupostos de simetria, curtose e de aderência à normal. Para análise da simetria recorreu-se ao teste estatístico Coeficiente de Skewness ajustado ao seu erro padrão. Para a avaliação das diferentes distribuições quanto ao seu achatamento

recorreu-se ao Coeficiente de Kurtosis ajustado ao seu erro padrão. A leitura destes coeficientes deve ser interpretada da seguinte forma: valores de coeficiente entre [-1,96 e +1,96] as distribuições das variáveis em estudo revelam ser tendencialmente simétricas e mesocúrticas. Os valores dos coeficientes que não se encontram no intervalo anteriormente definido tendem a apresentar distribuições assimétricas (positivas ou negativas) ou quanto ao achatamento do tipo leptocúrtica ou platicúrtica.

Para a avaliação da distribuição normal recorreu-se ao teste não paramétrico Shapiro-Wilk. Como critério de avaliação da aderência à normal assumiu-se que: valor de p-value associados à estatística do teste que fossem superiores a 0,05 era indicador de que as distribuições das variáveis em estudo tendiam a uma distribuição normal. No entanto, valores inferiores ou iguais a 0,05 as distribuições das variáveis em estudo eram não normais.

No que diz respeito à primeira fase do estudo (estudo 1) aplicaram-se as medidas descritivas simples (medidas de tendência central e de dispersão). Quanto às decisões estatísticas, no que diz respeito à inferência, o modelo aplicado foi o teste t-Student para uma amostra.

Quanto à segunda fase do estudo (estudo 2) aplicaram-se as medidas descritivas simples (medidas de tendência central e de dispersão). Verificada a normalidade da distribuição dos dados e o N amostral para a análise comparativa, foram utilizados os testes t-Student ou Wilcoxon para amostras emparelhadas, e o t-Student ou Mann-Whitney para amostras independentes.

Na terceira etapa da nossa investigação (estudo 3) aplicaram-se as medidas descritivas simples (medidas de tendência central e de dispersão). Quanto às decisões estatísticas, no que diz respeito à inferência, os modelos aplicados foram: o teste t-Student, e T de Wilcoxon para amostras emparelhadas, teste t-Student para amostras independentes e Wilcoxon-Mann-Whitney. Também recorreu-se ao Modelo de Regressão Linear Simples (MRLS) pelo Método dos Mínimos Quadrados (MMQ). Para a avaliação da Qualidade do Ajustamento do Modelo de Regressão recorreu-se à Análise de Variância de Regressão (FA). Para a estimação da fração de variabilidade da variável critério (dependente) que seria explicada pelo modelo recorreu-se ao Coeficiente de Determinação (R^2). Quanto mais próximo de 1 estiver R^2 melhor será o poder explicativo do modelo de regressão ajustado. Quanto à avaliação do efeito de cada variável preditora no modelo de regressão recorreu-se à estimação quer dos coeficientes de regressão não estandardizado e respetivo erro padrão ($\hat{\beta}_i(\sigma_{\hat{\beta}_i})$) quer do respetivo coeficiente estandardizado (β_i) com recurso ao teste t-Student.

Na quarta etapa do nosso estudo (estudo 4) aplicaram-se, também, as medidas descritivas simples (medidas de tendência central e de dispersão). Quanto às decisões estatísticas, no que diz respeito à inferência, os modelos aplicados foram: o teste t-Student para amostras emparelhadas, T de Wilcoxon. Quanto à construção de um modelo preditor sobre a qualidade do sono em atletas de competição também recorreremos ao Modelo de Regressão Linear Simples (MRLS) pelo Método dos Mínimos Quadrados (MMQ).

Para a avaliação da Qualidade do Ajustamento do Modelo de Regressão, para a estimação da fração de variabilidade da variável critério (dependente) que seria explicada pelo modelo e quanto à avaliação do efeito de cada variável preditora no modelo de regressão assumimos as mesmas decisões anteriormente expostas na etapa número três da nossa investigação.

Na quinta etapa do nosso estudo (estudo 5) aplicaram-se, também, as medidas descritivas simples (medidas de tendência central e de dispersão). Quanto às decisões estatísticas, no que diz respeito à inferência, o modelo aplicado foi: Modelo Linear Generalizado – Análise de Variância Multivariada a um fator (MANOVA one-way).

A interpretação estatística foi realizada com base no nível de significância de $p\text{-value} \leq 0,05$ com um intervalo de confiança de 95%. Para o tratamento dos dados utilizaram-se os seguintes softwares: IBM SPSS Statistics e MedCalc Statistical Software.

§

II PARTE



3 Resultados

3.1. Estudo 1 - Estudo poligráfico do sono – valores padrão para jovens adultos

3.1.1 Introdução

Muito se sabe já sobre o sono em adultos e em crianças, contudo pouco se sabe sobre a especificidade do sono de jovens adultos (18-23 anos). O objectivo principal deste capítulo é identificar essas especificidades do sono de jovens adultos e as suas eventuais diferenças relativamente ao conhecimento existente sobre adultos *lactus sensus*. O ritmo de vida deste grupo etário, sujeito às pressões dos resultados escolares (para aceder à universidade ou já na frequência desta) e o modo de vida *on-line*, a que se habitou fruto das solicitações da “vida urbana moderna” parece alterar o ciclo sono-vigília.

Tsai & Li, (2004) avaliaram em 2004 um grupo de estudantes na faixa etária dos 18–24 anos, com recurso a inquérito determinando diversas variáveis e concluíram que os estudantes dormem menos e têm um sono mais perturbado que os não estudantes da mesma faixa etária. Apesar disso encontraram valores de latência ao sono inferiores aos estimados para adultos (14.0 minutos) e uma eficiência do sono de 93,0%, superior à aceite como normal para adultos.

Lund *et al.*, (2010) também estudaram, um grupo de estudantes dos 17 aos 24 anos de idade, recorrendo a questionário, e concluíram que apenas 25% está na cama o tempo recomendado para a idade e uma percentagem grande associa a má qualidade de sono, ao aumento de doenças físicas, ao mau rendimento escolar, ao faltar às aulas, ao mau humor entre outras consequências.

As *guidelines* 2007 da *American Academy Sleep Medicine* (AASM) são o padrão mais comumente usado na avaliação do padrão de sono, sendo que segundo Moser *et al.*, (2009), não diferem consideravelmente do padrão definido por *Rechtschaffen and Kales* em 1968, quando definiram os critérios padrão para a avaliação dos estudos de sono em adultos. Será com os valores da AASM que compararemos a nossa amostra quanto às diferenças com adultos *lactus sensus*.

Com o intuito de aproximar a comparabilidade da nossa amostra com o que de mais próximo encontramos na literatura para estudos realizados com recurso à polissonografia, compararemos também com o estudo de Hirshkowitz, (2004) que avaliou um grupo na faixa etária dos 20 aos 29 anos.

Este estudo tem como objectivo procurar um padrão de referencia da arquitetura do sono para jovens entre os 18 e os 23 anos, de forma a documentar a comunidade das especificidades desta faixa etária. A grande maioria da literatura de estudo do sono centra-se nas questões da patologia e por força disso em faixas etárias mais altas. Os autores que estudaram faixas etárias próximas da que agora abordamos, fizeram-no na sua maioria recorrendo a estudos por questionário utilizando a percepção dos avaliados. Neste estudo pretendemos de forma o mais objectiva possível, recorrendo à polissonografia classe I, conhecer o padrão do sono desta faixa etária comparando com as faixas etárias já estudadas. Este estudo utiliza um grupo de controlo constituído por jovens não atletas, o que permitirá realizar a análise comparativa com o grupo experimental constituído por jovens nadadores, também objecto dos restantes estudos que compõem esta tese.

3.1.2 Metodologia

Realizámos um estudo, descritivo e exploratório, sendo a amostra não probabilística e a técnica de amostragem de conveniência. Como critérios de inclusão: jovens rapazes, estudantes, com idade entre os 18 e os 23 anos, não fumadores, não praticantes de desporto, sem problemas cardíacos e respiratórios conhecidos. A amostra inicial era composta por 20 jovens, porém só se seleccionaram 19 por um deles não cumprir os requisitos.

O período de recolha dos dados decorreu entre Outubro e Novembro 2011.

A amostra ficou concluída por 19 indivíduos com idade compreendida entre os 18 e os 23 anos (média 19.79 ± 1.44 anos).

A todos os indivíduos foi realizada polissonografia classe I. Os procedimentos foram os definidos no capítulo de metodologia.

A amostra foi caracterizada através de uma análise descritiva simples tendo como objectivo conhecer a população quanto ao padrão de sono. Tendo como referencial os parâmetros já utilizados por Hirshkowitz num estudo realizado com uma amostra entre os 20 e os 29 anos de idade e os referenciais da AASM para adultos, efetuamos a comparação com ambos (Hirshkowitz, 2004; Moser *et al.*, 2009).

Ao nível da análise estatística, aplicaram-se as medidas de estatística descritiva no que diz respeito à tendência (padrão) e sua variação e amplitude. Quanto à decisão dos modelos estatísticos paramétricos/não paramétricos tivemos em conta a avaliação dos pressupostos de simetria, curtose e de aderência à normal. Após a avaliação destes critérios aplicou-se o teste t-Student para uma amostra.

A interpretação estatística foi realizada com base no nível de significância de $p\text{-value} \leq 0,05$ com um intervalo de confiança de 95%. Para o tratamento dos dados utilizaram-se os seguintes softwares: IBM SPSS Statistics e MedCalc Statistical Software.

3.1.3 Resultados

A tabela 4 apresenta os diferentes parâmetros clínicos quanto à distribuição dos valores estimados em função da sua tendência central e de dispersão:

Tabela 4: Valores médios e desvio padrão, mediana, mínimo e máximo dos valores da amostra do estudo, referentes a arquitetura do sono, eventos e apneias

Parâmetros do Sono		Média ±Dp	Mediana	Mínimo	Máximo
Arquitetura do Sono	Tempo Total Analisado (TTA) (minutos)	412,94 ± 22,49	418,50	344,60	450,30
	Tempo Total de Sono (TTS) (minutos)	382,51 ± 36,36	391,00	304,50	448,30
	Tempo de vigília (minutos)	30,43 ± 25,84	28,50	0,00	92,50
	Eficiência sono (%)	92,58 ± 6,38	93,20	76,70	100,00
	Latência a N1 (minutos)	17,92 ± 16,91	12,00	3,50	71,00
	Latência a N2 (minutos)	20,21 ± 17,08	13,50	5,00	72,50
	Latência a N3 (minutos)	38,61 ± 26,40	30,50	10,00	97,00
	Latência a REM (minutos)	112,32 ± 49,07	94,50	54,50	211,00
	Fase N1 (%) (TTA)	3,43 ± 1,42	3,30	0,90	6,80
	Fase N2 (%) (TTA)	43,63 ± 5,65	44,90	28,80	52,40
	Fase N3 (%) (TTA)	29,63 ± 6,00	29,70	15,20	38,50
	Fase REM (%) (TTA)	14,94 ± 4,20	15,10	6,50	22,20
	Fase N1 (%) (TTS)	3,77 ± 1,64	3,50	0,90	7,20
	Fase N2 (%) (TTS)	47,12 ± 5,25	49,50	35,20	55,40
	Fase N3 (%) (TTS)	32,03 ± 6,33	31,90	18,00	45,30
	Fase REM (%) (TTS)	15,99 ± 3,92	16,00	8,50	22,20
Eventos	Índice de microdespertares (eventos/hora)	10,24 ± 2,82	9,50	5,40	15,90
	Microdespertares Totais (número)	64,42 ± 16,91	61,00	36,00	100,00
	Microdespertares Respiratórios (número)	0,74 ± 1,41	0,00	0,00	6,00
	Microdespertares Movimento (número)	7,21 ± 4,67	8,00	0,00	17,00
	Microdespertares Espontâneos (número)	55,95 ± 17,54	54,00	24,00	98,00
	Percentagem Ronco (%)	12,74 ± 15,23	8,20	0,00	46,60
	Índice de Movimento Pernas (eventos/hora)	6,36 ± 3,17	5,70	2,40	14,90
Apneias	Índice de Apneia/Hipopneia (eventos/hora)	1,15 ± 1,09	1,01	0,00	4,35
	Apneia Total (número)	0,79 ± 1,93	0,00	0,00	8,00
	Apneia Obstrutiva (número)	0,26 ± 0,65	0,00	0,00	2,00
	Apneia Central (número)	0,58 ± 1,43	0,00	0,00	6,00
	Apneia Mista (número)	0,05 ± 0,23	0,00	0,00	1,00
	Hipopneias (número)	5,21 ± 4,02	5,00	0,00	17,00

Legenda: Dp (Desvio Padrão)

Analisados os valores médios dos parâmetros que caracterizam a arquitetura do sono verificamos que o tempo total analisado foi de 412,94 minutos, o tempo total de sono foi de 382,51 minutos, com uma eficiência do sono de 92,58%. Nas latências ao sono o valor médio para o estado N1 foi de 17,92 minutos, para o estado N2 de 20,21 minutos, para o estado N3 de 38,61 minutos e para o estado REM de 112,32 minutos.

A distribuição das fases de sono foi realizada tendo em conta o TTA e o TTS. Para o TTA foi a seguinte: 3,43% para N1; 43,63% para N2; 29,63% para N3 e 14,94% para o sono REM. Para o TTS encontramos as seguintes percentagens: 3,77% para N1; 47,12% para N2; 32,03% para o N3 e 15,99% para o sono REM.

Em média os indivíduos tiveram 10,24 microdespertares por hora de sono, sendo que foram os despertares espontâneos os mais frequentes com uma média de 55,95 durante o tempo total de sono. A percentagem de ronco apresentou-se com uma média de 12,74% e os movimentos das pernas com 6,36 eventos por hora de sono

Relativamente aos indicadores da apneia, a média do Índice de Apneia/Hipopneia (IAH) foi de 1,15 eventos/hora. O número de hipopneias de 5,21 durante o tempo total de sono, sendo que 12 dos 19 indivíduos (63,2%) apresentam mais que 5 hipopneias.

A tabela 5 descreve as variações da saturação de O₂.

Tabela 5: Valores médios e desvio padrão, mediana, mínimo e máximo dos valores da amostra do estudo de saturações de O₂ (SpO₂) e pulso cardíaco em REM e NREM

Saturações	Média ± Dp	Mediana	Mínimo	Máximo
SpO ₂ Média (%)	97,32 ± 0,60	97,30	96,00	98,00
SpO ₂ Mínima (%)	93,47 ± 2,87	94,00	87,00	97,00
SpO ₂ em REM (%)	97,34 ± 0,44	97,40	96,60	98,00
SpO ₂ em NREM (%)	97,00 ± 0,57	97,20	95,70	97,70
Frequência Cardíaca média (Bpm)	51,31 ± 16,20	55,40	44,00	66,00
Frequência Cardíaca em REM (Bpm)	54,18 ± 14,09	55,40	42,00	67,50
Frequência Cardíaca em NREM (Bpm)	52,11 ± 13,94	53,50	39,90	68,30

Legenda: Dp (Desvio Padrão); Bpm (Batimentos por minuto)

Nas saturações, a média da SpO₂ foi de 97,32%, com uma saturação mínima de O₂ de 93,47%. Em sono NREM, a média da SpO₂ (97,00%) é sobreponível à de sono REM (97,34%). A frequência cardíaca foi inferior em sono NREM com uma média de 52,11 bpm.

Para melhor compreensão dos dados comparou-se o sono dos indivíduos deste estudo com o padrão do sono, proposto pela AASM, para indivíduos adultos saudáveis. É o que está expresso na tabela 6:

Tabela 6: Análise comparativa dos valores médios e desvio padrão dos parâmetros do sono (tempos totais, eficiência, latência, % fases) da amostra do estudo e dos correspondentes valores de referência para adultos proposto pela AASM

Parâmetros do Sono	Média ± Dp	Valor AASM	p
Tempo Total Analisado (TTA) (luzes apagadas/luzes acesas) (min)	412,94 ± 22,49	481,3 ± 33,4	< 0,001
Tempo Total de Sono (TTS) (min)	382,51 ± 36,36	394,5 ± 56,6	0,168
Eficiência de Sono (%)	92,58 ± 6,38	82,2 ± 10,5	< 0,001
Latência ao sono (min)	17,92 ± 16,91	16,0 ± 13,1	0,626
Latência ao sono REM (min)	112,32 ± 49,07	84,2 ± 40,7	< 0,05
Fase N1 (%TTS)	3,77 ± 1,64	12,4 ± 5,9	< 0,001
Fase N2 (%TTS)	47,12 ± 5,24	54,1 ± 7,6	< 0,001
Fase N3 (%TTS)	32,02 ± 6,32	13,7 ± 8,6	< 0,001
Fase REM (%TTS)	15,99 ± 3,91	19,7 ± 4,8	< 0,001

Legenda: Dp (Desvio Padrão); min (minutos)

A amostra teve uma média de TTA menor que os valores da AASM (412,94 versus 481,3 minutos) e os jovens desta amostra quando comparados com o padrão estabelecido para adultos, dormem em média menos minutos (382,51 versus 394,5 minutos) tendo uma maior eficiência de sono (92,58% versus 82,2%). A latência ao sono foi ligeiramente mais alta (17,92 versus 16,0 minutos), sendo a fase REM, atingida bastante depois (112,32 versus 84,2 minutos). A forma como se dividiram as fases de sono foi diversa. Tendo como referência o TTS, como acontece com a AASM: N1 teve para a nossa amostra valores menores (3,77% versus 12,4%), N2 também apresentou valores mais baixos (47,12% versus 54,1%), N3 pelo contrário apresentou-se mais elevado (32,02% versus 13,7%) e REM é também mais baixo (15,99% versus 19,7%).

Analisando estatisticamente os resultados podemos constatar que existiram diferenças com significado estatístico, nos parâmetros analisados, com exceção do TTS e da latência ao sono ($p < 0,05$).

Quando aproximamos o termo de comparação às idades dos indivíduos deste estudo, utilizando valores de referência para jovens adultos com idades compreendidas entre os 20-29, os resultados são os seguintes:

Tabela 7: Análise comparativa dos valores médios e desvio padrão dos parâmetros do sono (tempos totais, eficiência, latência, % fases, despertares) da amostra do estudo e dos correspondentes valores de Hirshkowitz para o intervalo 20-29 anos

Parâmetros do Sono	Média ± Dp	Hirshkowitz (20-29 anos)	p
Tempo Total Analisado (TTA) (luzes apagadas/luzes acesas) (min)	412,94 ± 22,49	404,9 ± 44,1	0,137
Tempo Total de Sono (TTS) (min)	382,51 ± 36,36	347,3 ± 62,5	< 0,001
Eficiência de Sono (%)	92,58 ± 6,38	86,2 ± 14,2	< 0,001
Latência ao sono (min)	17,92 ± 16,91	11,8 ± 13,1	0,132
Fase N1 (% TTA)	3,43 ± 1,42	4,1 ± 3,0	0,053
Fase N2 (%TTA)	43,63 ± 5,65	48,7 ± 9,2	0,001
Fase N3 (%TTA)	29,63 ± 6,00	15,5 ± 7,3	< 0,001
Fase REM (%TTA)	14,94 ± 4,20	17,8 ± 7,1	< 0,05
Índice de micro-despertares (eventos/hora)	10,24 ± 2,82	9,6 ± 8,2	< 0,05

Legenda: Dp (Desvio Padrão); min (minutos)

O nosso TTA foi maior, sendo o TTS da nossa amostra bastante maior (382,51 versus 347,3 minutos). A eficiência do sono foi também substancialmente maior (92,58% versus 86,2%); a latência ao sono foi maior no nosso caso (17,92 versus 11,8 minutos). Ao contrário da AASM (Moser *et al.*, 2009), Hirshkowitz (2004) mede as percentagens das fases N1, N2, N3 e REM em referência ao TTA e não ao TTS. Fizemo-lo também e N1 (3,43% versus 4,1%), N2 (43,63% versus 48,7%) e REM (14,94% versus 17,8%) apresentam valores mais baixos e N3 é maior (29,63% versus 15,5%), apresentando valores próximos do dobro.

Apenas os valores de TTA, latência ao sono e N1 não são estatisticamente significativos.

3.1.4 Discussão

De acordo com o nosso conhecimento este é o primeiro estudo realizado com recurso à polissonografia, em indivíduos jovens adultos saudáveis portugueses da faixa etária 18-23 anos tendo a finalidade de caracterizar o padrão do sono.

Foram comparados os valores obtidos com valores existentes na literatura quer para indivíduos adultos saudáveis, quer para jovens adultos (20-29 anos).

Na comparação com os adultos (*lactus sensus*) utilizando os valores referencia da AASM (Moser *et al.*, 2009) podemos afirmar que os nossos jovens tiveram um tempo de análise manifestamente inferior e significativamente diferente. Dormindo aproximadamente os mesmos minutos (TTS), têm uma eficiência do sono superior em 10%. Se a latência ao sono também não mostra diferenças, já a latência ao sono REM é

bastante superior nos jovens analisados. Analisando a forma como o sono se organizou, verificamos que os jovens têm diferenças significativas, tendo percentagens de N1 substancialmente inferiores, com N2 a registar valores inferiores e N3 com valores muito superiores (mais do dobro). Já o valor de REM sendo significativamente diferente, podemos afirmar que é apenas ligeiramente inferior.

Numa tentativa de aproximação à nossa população, comparámo-la com os valores obtidos por Hirshkowitz (2004) para o grupo dos 20-29 anos de idade, onde encontrámos os seguintes resultados: O TTA da nossa amostra foi maior, e os nossos jovens dormiram mais minutos, apresentando uma diferença significativa do TTS, o mesmo se passando para a eficiência de sono que é também maior. Também a latência ao sono apresentou diferenças significativas, sendo maior na nossa amostra e a divisão por estados do sono é mais próxima, com N1 e N2 a não apresentarem diferenças, N3 a ser significativamente maior (próximo do dobro) e REM a ser também ligeiramente menor.

Apesar de alguns valores encontrados se situarem dentro da normalidade para indivíduos adultos, existe uma tendência para que esses mesmos valores se distanciem do limite superior de normalidade para adultos.

Com o avançar da idade o sono profundo tende a diminuir (Paiva & Penzel, 2011), por isso a percentagem encontrada de N3 é perfeitamente aceitável, pois encontrava-se aumentada comparativamente com a população adulta.

Quando comparámos os valores deste estudo, com uma faixa etária mais próxima da nossa, os valores surgem mais próximos; verificámos valores mais análogos, o que nos leva a afirmar que as diferenças encontradas têm relação com a idade.

Contudo, apenas encontramos um estudo por polissonografia direcionado para estabelecer valores normais para jovens adultos (20-29 anos) (Hirshkowitz, 2004). O presente estudo vem acrescentar informação adicional sobre os valores polissonográficos de normalidade para jovens adultos, ampliando a faixa etária.

Contrariamente ao estudo de Hirshkowitz, (2004), o estudo atual apresenta uma grande quantidade de sono profundo, 29,63% face aos seus 15,5% e menor quantidade de sono REM, 14,94% comparativamente aos 17,8%, esta diferença pode ser justificada porque trabalhámos com idades inferiores aos do estudo de Hirshkowitz, (2004).

A discussão com os resultados de Tsai & Li, (2004), pode ser questionada pela grande diferença de métodos utilizada, mas não deixámos de o fazer, por ser na mesma faixa etária. Assim, podemos dizer que o TTA da nossa amostra foi de 412,94 minutos enquanto os autores referidos reportaram 418 minutos, o TTS é para nós de 382,51 minutos e o de Tsai & Li (2004) de 411 minutos, a latência ao sono foi de 17,92 versus 14 minutos e a eficiência de 92,58% versus 93%. Apesar da diferença de métodos encontrámos valores não muito diferentes dos nossos, com realce para a eficiência do sono, que se pode considerar sobreponível.

3.1.5 Conclusões

Podemos afirmar que o sono de um jovem adulto saudável é diferente do sono de um adulto saudável, possuindo características próprias. As diferenças com maior significado encontram-se na eficiência de sono, a latência ao sono REM e a percentagem de sono profundo. No entanto merece destaque que dos parâmetros comparados apenas o TTS e a latência ao sono, não apresentam diferenças significativas.

Quando aproximámos a faixa etária de comparação para os 20 a 29 anos de idade, as diferenças esbateram-se, indiciando uma tendência para a aproximação de resultados, sem no entanto podermos afirmar que as faixas etárias são iguais. O mesmo acontece quando analisámos os resultados obtidos face a Tsai e Li (2004), onde podemos mencionar uma aproximação.

Em suma, o padrão de sono para jovens adultos com idades compreendidas entre os 18-23 anos, saudáveis e sedentários, tem especificidades próprias, de que se destacam: um tempo total de sono consideravelmente superior ao encontrado para a faixa etária 20-29 anos de idade; uma eficiência de sono significativamente superior às encontradas quer para adultos quer para a faixa 20–29 anos; uma percentagem de sono profundo muito superior às encontradas nos grupos estudados; as diferenças encontradas para as percentagens de sono N2 e REM, são também consistentes para os dois grupos de comparação, tendo a nossa amostra percentagens menores daqueles tipos de sono.

3.2. Estudo 2 - Estudo comparativo do padrão Polissonográfico em jovens sedentários e em atletas praticantes de natação pura desportiva.

3.2.1 Introdução

O sono e a prática de exercício físico constituem dois comportamentos distintos, mediados por mecanismos fisiológicos completamente diferentes. No entanto, atualmente reconhece-se que importantes conexões se podem estabelecer entre estes dois comportamentos (Atkinson & Davenne, 2007).

Os resultados de um estudo realizado por Serge Brand, *et al.* (Brand, Beck, Gerber, Hatzinger, & Holsboer-Trachsler, 2010), comprovaram que o exercício físico vigoroso está positivamente relacionado com padrões de sono favoráveis e um melhor funcionamento psicológico em adolescentes.

Num estudo realizado por Leeder *et al.*, (2012), com o objetivo de criar um padrão de referência de sono, para os atletas de alta competição, através da comparação com um grupo de controlo, constatou-se que, no geral os atletas analisados tinham quantidades de sono semelhantes aos não atletas, no entanto, a sua qualidade era inferior. Foi ainda verificado, que apesar de alguns parâmetros no grupo experimental estarem diminuídos, estes mantinham um sono considerado saudável.

Os indivíduos que praticam desportos individuais, têm maiores problemas na higiene do sono, quando comparados a atletas que praticam modalidades colectivas. Uma possível explicação para esta situação, prende-se com o facto dos atletas de desportos colectivos, sentirem uma menor pressão sobre eles, comparativamente aos atletas individuais, que têm uma responsabilidade acrescida apenas sobre eles próprios. Isto reflete uma condição já comprovada por Brand *et al.* (Brand, Beck, *et al.*, 2010), que os atletas de desportos individuais experienciam momentos de maior ansiedade. Por fim, relativamente à prática de modalidades de grupo/individuais, estas têm a vantagem da organização dos eventos desportivos ser mais planeada, o que permite aos atletas um conhecimento mais regular da sua rotina.

Para promover comportamentos saudáveis e eficazes na qualidade de sono em atletas, precisam de ser identificados os factores e circunstâncias que levam à perturbação deste, e as suas devidas interações. No entanto, as ciências do desporto, da psicologia e da medicina, ainda não estão totalmente focadas para a extrema importância de uma boa higiene do sono nestes indivíduos (Erlacher *et al.*, 2011).

Este estudo, tem como objectivo verificar se jovens praticantes de natação pura desportiva (NPD), sujeitos a horários intensos, limitações da disponibilidade para estar na cama (dormir), fortes cargas de treino diário, impondo regimes de desgaste físico e psicológico elevados, apresenta diferenças em relação a um grupo de controlo, constituído por jovens com vida sócio-estudantil semelhante, mas sem a pressão horária, física e psicológica que a prática de NPD acrescenta.

3.2.2 Metodologia

A amostra deste estudo foi constituída por 40 indivíduos divididos em dois grupos, um experimental e outro de controlo. Relativamente ao grupo experimental, este foi constituído por 21 nadadores de bom nível competitivo, do sexo masculino, todos da mesma equipa, com idade média de $18 \pm 2,72$ anos. Todos apresentavam uma experiência mínima de 6 anos de experiência de prática de NPD, variando esta até aos 10 anos. Estavam todos incluídos no programa de treino regular com uma frequência de 7 a 10 sessões de treino semanal em piscina.

Quanto ao grupo de controlo, foi composto por indivíduos do sexo masculino com idade média de $20 \pm 1,44$ anos. Para este foram considerados como critérios de inclusão, idade aproximada, mesmo género, não praticantes de nenhuma modalidade desportiva, não realizando exercício físico regular superior a 60' semanais. A seleção da amostra quer para o grupo de controlo, quer para o grupo experimental, foi realizada temporalmente na mesma altura do ano, ou seja prévia ao início da época de competição.

A todos os indivíduos foi realizada polissonografia classe I cujos procedimentos foram os apresentados no capítulo Metodologia.

Ao nível da análise estatística, aplicaram-se as medidas de estatística descritiva tais como as medidas de tendência central (média e mediana) e de dispersão absolutas (desvio padrão e valores mínimos e máximos).

Quanto à decisão dos modelos estatísticos paramétricos/não paramétricos tivemos em conta a avaliação dos pressupostos de simetria, curtose e de aderência à normal. Quanto às decisões estatísticas, no que diz respeito à inferência, os modelos aplicados foram: o teste t-Student para amostras independentes e Wilcoxon-Mann-Whitney.

A interpretação estatística foi realizada com base no nível de significância de $p\text{-value} \leq 0,05$ com um intervalo de confiança de 95%. Para o tratamento dos dados utilizaram-se os seguintes softwares: IBM SPSS Statistics e MedCalc Statistical Software.

3.2.3 Resultados

Nesta parte do trabalho procuramos verificar a variabilidade média dos parâmetros selecionados e caracterizadores da Arquitetura do Sono entre o grupo de jovens adultos sedentários e o grupo de nadadores. Vejamos a tabela 8:

Tabela 8: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação dos parâmetros da arquitetura do sono no grupo de nadadores (n=21) e grupo de controlo (n=19);

	Fase	Média	Dp	IC. 95%		p
Tempo Total Analisado (TTA) (minutos)	Controlo	412,94	22,49	402,10	423,78	< 0,05*
	Nadadores	427,72	23,03	417,24	438,21	
Tempo Total de Sono (TTS) (minutos)	Controlo	382,51	36,36	364,98	400,03	0,298
	Nadadores	395,86	43,02	376,28	415,45	
Tempo de vigília (minutos)	Controlo	30,43	25,83	17,97	42,88	0,901
	Nadadores	31,71	37,42	14,68	48,75	
Eficiência sono (%)	Controlo	92,57	6,38	89,50	95,65	0,993
	Nadadores	92,55	8,61	88,63	96,47	
Latência a N1 (minutos)	Controlo	17,92	16,90	9,77	26,06	0,935
	Nadadores	17,53	12,69	11,75	23,31	
Latência a N2 (minutos)	Controlo	20,21	17,07	11,97	28,44	0,321
	Nadadores	26,84	23,68	16,06	37,62	
Latência a N3 (minutos)	Controlo	38,60	26,40	25,87	51,33	0,228
	Nadadores	48,15	22,90	37,72	58,58	
Latência a REM (minutos)	Controlo	112,31	49,07	88,66	135,96	< 0,05*
	Nadadores	166,07	86,96	126,48	205,65	
Fase N1 (%) (TTS)	Controlo	3,77	1,64	2,98	4,56	0,559
	Nadadores	4,27	3,49	2,68	5,86	
Fase N2 (%) (TTS)	Controlo	47,12	5,24	44,59	49,65	0,227
	Nadadores	49,49	6,79	46,40	52,58	
Fase N3 (%) (TTS)	Controlo	32,02	6,32	28,97	35,07	0,083
	Nadadores	28,77	5,21	26,40	31,15	
Fase REM (%) (TTS)	Controlo	15,99	3,91	14,10	17,88	0,328
	Nadadores	14,65	4,55	12,58	16,73	

Legenda: Dp (Desvio Padrão)

Como podemos constatar nesta fase da época desportiva, não se observaram diferenças entre o grupo de jovens nadadores e grupo de sedentários nos parâmetros da arquitetura do sono excetuando a latência a REM (166,07 versus 112,31 minutos) e o TTA (427,72 versus 412,94 minutos), embora este esteja seja naturalmente condicionado pela vida quotidiana do nadador, mas também do estudante e não pelas alterações fisiológicas consequentes da prática da atividade física.

Os parâmetros referentes à arquitetura do sono embora não tenham revelado diferenças com significado, permitem observar que o TTS foi tendencialmente superior nos nadadores (395,86 versus 382,51 minutos), tal como a latência a N2 (26,84 versus 20,21 minutos) e N3 (48,15 versus 38,60 minutos). Na duração das fases de sono assinala-se ainda a tendência clara, para o grupo de nadadores apresenta menor tempo de fase N3. Os restantes parâmetros, são nalguns casos mesmo iguais.

Para averiguar a existência de eventos durante o sono e comparar a incidência destes em cada grupo, foi feita uma análise detalhada de vários dados descritos na tabela 9:

Tabela 9: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação dos eventos ocorridos nos grupos em estudo

	Fase	Média	Dp	IC. 95%		p
Índice de Microdespertares (eventos/hora)	Controlo	10,24	2,82	8,88	11,60	0,992
	Nadadores	10,25	4,00	7,83	12,67	
Microdespertares Totais (número)	Controlo	64,42	16,90	56,27	72,56	0,119
	Nadadores	77,00	31,21	52,49	81,65	
Microdespertares Respiratórios (número)	Controlo	,73	1,40	,05	1,41	0,456
	Nadadores	1,04	1,20	,15	1,38	
Microdespertares Espontâneos (número)	Controlo	55,94	17,54	47,49	64,40	0,262
	Nadadores	64,23	27,01	42,02	73,51	
Microdespertares Movimento (número)	Controlo	7,21	4,67	4,95	9,46	0,268
	Nadadores	11,28	15,72	2,15	13,53	
Percentagem Ronco (%)	Controlo	12,74	15,22	5,40	20,08	0,454
	Nadadores	9,56	9,43	5,77	17,79	
Índice de Movimentos Pernas (eventos/hora)	Controlo	6,35	3,17	4,82	7,88	0,219
	Nadadores	8,00	4,72	4,80	10,76	

Legenda: Dp (Desvio Padrão);

Comparando os eventos que ocorreram durante a noite em ambos os grupos, verifica-se, que não encontramos diferenças em nenhum dos parâmetros. Quando procuramos detetar a eventual tendência no comportamento dos parâmetros analisados, podemos assinalar o facto de as médias em todos os tipos de microdespertares serem maiores no grupo experimental, mas tal não se reflete no índice/hora.

A percentagem de roncopatia, embora não se mostre diferente, o valor médio foi mais elevada nos jovens sedentários (12,74%), quando comparado com os jovens nadadores, (9,56%).

Quanto ao índice de movimentos periódicos das pernas a diferença média é pequena, sendo este índice ligeiramente superior nos jovens nadadores.

Por fim, foram avaliadas as saturações de Oxigênio e a frequência cardíaca durante a polissonografia, para termos a percepção dos valores médios e mínimos, assim como da sua variabilidade nas duas fases principais do sono (NREM E REM), como podemos verificar na tabela seguinte:

Tabela 10: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação das saturações de O₂ e frequência cardíaca entre os grupos em estudo.

	Fase	Média	Dp	IC. 95%		p
SpO ₂ Média (%)	Controlo	97,32	,59	96,91	97,40	0,231
	Nadadores	97,07	,63	96,63	97,39	
SpO ₂ Mínimo (%)	Controlo	93,47	2,87	92,15	94,92	0,762
	Nadadores	93,23	1,71	91,90	93,66	
SpO ₂ REM (%)	Controlo	97,33	,44	97,06	97,60	0,952
	Nadadores	97,35	,53	97,04	97,65	
SpO ₂ NREM (%)	Controlo	97,00	,56	96,65	97,34	0,621
	Nadadores	96,88	,61	96,53	97,24	
Frequência Cardíaca Média	Controlo	51,30	16,20	41,51	61,09	< 0,05
	Nadadores	62,49	10,96	53,75	65,76	
Frequência Cardíaca REM	Controlo	54,18	14,08	42,75	62,81	0,461
	Nadadores	56,85	8,08	52,85	62,56	
Frequência Cardíaca NREM	Controlo	52,11	13,93	41,25	60,80	0,259
	Nadadores	56,20	8,23	51,65	61,58	

Legenda: Dp (Desvio Padrão);

A tabela 10 permite confirmar, que no que às saturações de O₂ diz respeito, a total ausência de diferenças entre as médias dos dois grupos.

Relativamente à frequência cardíaca o grupo experimental apresenta globalmente valores médios significativamente superiores ao grupo de controlo. Quando a análise é realizada separando por estádios de sono, quer em REM, quer em NREM é o grupo experimental o que apresenta valores superiores, apesar das diferenças serem estatisticamente não significativas.

3.2.4 Discussão

O sono e o exercício são duas variáveis fisiológicas muito importantes, que alternam uma com a outra. Estas são mutuamente interdependentes e influenciadas pelo relógio biológico que condiciona o ciclo sono-vigília. A principal consequência para os atletas, é que qualquer alteração de uma destas variáveis, inevitavelmente altera a outra. A boa performance atlética é dependente de uma boa qualidade e quantidade de sono (Davenne, 2009).

Se por um lado, o exercício físico passivo facilita o sono noturno em doentes com insónias, o exercício intenso provoca o aumento da concentração de melatonina, causando efeitos crónicos associados a problemas de sono; como é exemplo a redução na quantidade e qualidade do sono (sono muito superficial) induzida pelo excesso de treino (Atkinson & Davenne, 2007).

O presente estudo teve como objetivo analisar os parâmetros polissonográficos em atletas jovens, mais concretamente nos nadadores de competição e em indivíduos não atletas de faixas etárias idênticas. Como objetivo específico pretende-se comparar os parâmetros de sono nos nadadores com os jovens sedentários, com o intuito de estabelecer uma avaliação do padrão de sono nos atletas, através da análise dos resultados da polissonografia obtidos nos dois grupos distintos. Importa salientar que ao realizarmos a avaliação dos nadadores na semana anterior ao início da época, o estamos a fazer numa altura em que eventuais alterações agudas provocadas pelo treino, não são fáceis de encontrar, já que os nadadores não treinam há 5 semanas. Esta avaliação não deixa de refletir as adaptações crónicas do treino e é aí que situamos as pequenas diferenças encontradas.

No nosso estudo, a idade dos indivíduos apresenta uma média de 19,79 anos para o grupo de controlo, e de 18 anos para o grupo experimental. Através destas médias confirmamos que estamos perante um padrão juvenil para ambos os grupos.

A arquitetura do sono do grupo dos jovens nadadores, apenas se diferencia na latência à fase REM, podendo-se considerar que as latências a N2 e N3, são tendencialmente maiores. Sendo que, com exceção de N1, onde foi sobreponível, o grupo de nadadores apresentou latências mais elevadas. De facto uma meta-análise realizada por Youngsted *et al.* (S. D. Youngstedt, Connor, & Dishman, 1997), com o fim de descrever o efeito do exercício físico vigoroso nos padrões de sono, conclui que, o exercício está associado a alterações na latência ao sono, sono lento, REM, latência ao REM e o TTS. Este estudo comprovou que o exercício provoca um atraso na latência do REM, o que corrobora os resultados do nosso estudo, sendo importante referir que a latência ao REM, já se encontrava elevada para o nosso grupo de controlo, quando comparado com valores de referência, onde esta é considerada normal dentro dos 90 minutos (Fernandes, 2006). A percentagem de sono lento profundo (fase N3), diminuiu após a realização de exercício, confirmando uma vez mais os resultados obtidos, estando esta percentagem diminuída no nosso grupo experimental relativamente ao grupo de controlo.

Quanto ao estadio 2 (fase N2), estes autores comprovaram que a sua duração aumenta significativamente quando o sono é precedido de exercício físico, uma redução muito significativa no sono REM é encontrada no sono sequente ao exercício, principalmente quando a duração do exercício é superior a 2 horas e o Tempo Total de Sono aumenta em média de 10 minutos, principalmente após treinos prolongados. Todas as deduções da meta-análise reportada, confirmam os resultados encontrados neste estudo, sendo relevante referir a redução da percentagem de REM observada no grupo de controlo, não estando estes valores entre os 20 e os 25% do TTS como seria normal (Fernandes, 2006). Relativamente ao aumento Tempo Total de Sono, Martins *et al.* (P. J. F. Martins *et al.*, 2001), defendem que este pode estar associado à prática do exercício promovendo o reforço da necessidade de mais sono para restabelecer a homeostasia perturbada pelo exercício. Este efeito sobre o sono parece ser observado tanto para exercícios agudos, em que não há adaptação à duração, quanto de forma crónica, visto que indivíduos treinados apresentam maior tempo de sono do que os sedentários.

Outro parâmetro importante de realçar, é a média de latência ao sono. O exercício praticado ao final da tarde, aumenta a latência ao sono. Na meta-análise realizada por S. D. Youngstedt *et al.*, (1997), verificou-se que o exercício realizado a menos de 4 horas antes de dormir aumenta a latência do sono. Contrariamente Zanetti *et al.*, (2007), ao explicar a hipótese termorreguladora afirmaram que o aumento da temperatura corporal, associada ao exercício, facilita a diminuição da latência ao sono. Nenhuma destas condições se verifica no nosso grupo de estudo, sendo os tempos de latência a N1 quase sobreponíveis.

No que diz respeito aos eventos detetados durante a polissonografia, os nadadores apresentaram no geral uma média mais elevada, quando comparada com os jovens sedentários. Apesar disso, verifica-se que o índice de microdespertares é sobreponível em ambos os grupos, sendo superior a 10 eventos por hora, logo considerado superior aos valores de referência normais (Silveira & Faria, 2006), o que é corroborado por um estudo realizado por Penas *et al.*, (2009), com o intuito de avaliar a qualidade do sono em jovens nadadores. Neste trabalho 75% dos indivíduos em estudo apresentaram um índice de microdespertares aumentado. Outro parâmetro que se revelou diferente entre os dois grupos, foi o número de despertares associados ao movimento das pernas, sendo este valor superior nos nadadores. Já a percentagem de ronco, é mais baixa nos atletas. Para validar estes resultados Mello *et al.*, (2002), realizaram um estudo onde foram encontradas diferenças significativas entre desportistas e não desportistas na incidência de ronco, sendo mais elevado nos não desportistas (20% e 47%); despertares noturnos em maior percentagem nos desportistas (64% e 35%) e movimentos de membros inferiores mais elevado nos desportistas (72% e 38%). Estes resultados podem ser explicados por uma maior excitabilidade dos circuitos intrínsecos da medula, gerando tónus muscular e automatismo maiores na categoria dos desportistas.

No nosso estudo verificamos que a frequência cardíaca, média (FC) nos nadadores, encontra-se mais alta quer na fase REM, quer na fase NREM. Concluímos que ao contrário de Froelicher, citado por

Penas *et al.*, (2009), que refere que um programa de exercício aeróbio resulta num conjunto de alterações hemodinâmicas, morfológicas e metabólicas que dependem da modalidade, da duração, da intensidade e da frequência ao exercício e segundo Amoretti *et al.* (Amoretti & Brion, 2001), o treino de resistência – “*endurance*”, onde se inclui o treino de natação, caracteriza-se por um aumento da estimulação vagal e uma diminuição da enervação simpática, o que explica o facto da frequência cardíaca em repouso ser mais baixa nos atletas bem treinados. Quanto à variação presente dos estadios REM e NREM, verificamos que para ambos os grupos, a FC é sobreponível, contrariando Rente *et al.* (Rente & Pimentel, 2004), que referem que durante o sono NREM a FC desce.

Quanto às saturações, verificámos que as médias foram sobreponíveis nos dois grupos, na saturação média e na saturação por fases (REM e NREM).

3.2.5 Conclusão

Com este estudo os resultados indicam que não existem diferenças no padrão de sono nos jovens nadadores, quando comparados a indivíduos sedentários, de faixas etárias semelhantes. A este resultado não será despiciente o facto dos nadadores estarem no final de uma fase de repouso (Verão) e não treinarem há 5 semanas. As principais diferenças na arquitetura do sono, são as latências mais elevadas, principalmente a latência ao sono REM, e uma menor percentagem de sono lento profundo. Relativamente aos eventos ocorridos durante o estudo de sono, os nadadores apresentaram um índice aumentado de microdespertares, uma menor percentagem de ronco e um número superior de despertares associados ao movimento das pernas, indicativo de uma maior fragmentação do sono, quando comparados com os jovens adultos não atletas. Quanto às saturações, estas apresentam valores sobreponíveis entre os dois grupos.

Podemos pois concluir que os jovens nadadores apresentam uma qualidade de sono igual, à dos jovens sedentários, e os parâmetros polissonográficos obtidos, traduzem um padrão de sono saudável nestes atletas. A arquitetura do sono revela diferenças, que embora no nosso estudo sejam reduzidas as que se mostraram significativas, não deixam de ser maioritariamente concordantes com a literatura. Assim, face aos resultados encontrados concluímos que o treino de natação provoca alterações ligeiras do padrão do sono, ou elas são reversíveis após uma fase de repouso prolongada (5/6 semanas).

3.3. Estudo 3 - Estudo Poligráfico do Sono em Nadadores de Competição

3.3.1 Introdução

Nos últimos 40 anos outros autores investigaram já os efeitos do exercício físico no padrão de sono. Heinzelmann e Bagley estudaram a aplicação de um programa de exercício com o intuito de induzir comportamentos saudáveis. O programa que constava de 1 hora de exercício, 3 vezes por semana levou os participantes a admitirem necessitarem de menos tempo de sono, e a reconhecerem um sono mais relaxado e restaurador (Heinzelmann & Bagley, 1970).

A *American Sleep Disorders Association (ASDA)* reconhece desde há muito a atividade física como uma estratégia não-farmacológica para a melhoria do padrão de sono. No entanto, é uma medida muito pouco utilizada, a que não será alheia a falta de conhecimento dos profissionais de saúde (Lavie, 1996).

Martins *et al.* num artigo de revisão sobre diferentes estudos focados na influência do exercício no sono, embora não tenham encontrado conclusões uniformes no que diz respeito às alterações do padrão do sono, identificaram o aumento do sono de ondas lentas como o principal achado da investigação produzida até à data (P. J. F. Martins *et al.*, 2001).

Também descrita está a importância que o tipo de exercício, duração, intensidade da carga e altura do dia em que é praticado poderão condicionar alterações no padrão de sono (Helen S. Driver & Taylor, 2000; Silva *et al.*, 2012). O exercício praticado ao final do dia, por exemplo, pode prejudicar o sono, assim como exercícios vigorosos prolongados, com duração superior a 2h. Outros fatores como a idade, género, massa corporal, e nível de condição física apresentado pelos indivíduos também podem exercer influência (Helen S. Driver & Taylor, 2000).

Apesar de tudo, a qualidade de sono obtida por praticantes de atividade física moderada parece não se aplicar a atletas jovens e profissionais (Daroff, 1991; Mello *et al.*, 2005). Embora Brand *et al.* tenham comprovado que o exercício físico vigoroso está positivamente relacionado com padrões de sono favoráveis e um melhor funcionamento psicológico em atletas adolescentes, quando comparados com indivíduos não-atletas da mesma faixa etária, a verdade é que existem outros estudos que demonstram o contrário (Brand, Gerber, *et al.*, 2010).

Um estudo realizado em atletas de elite, onde foi prolongado o tempo de sono, revelou melhorias da disponibilidade mental, da capacidade de reação e da percepção dos atletas na recuperação física, melhorando a função muscular conduzindo ao decréscimo de lesões. Com o aumento da quantidade de sono, os atletas referem que o cansaço próprio do evoluir da época diminui e que chegam ao final da época desportiva com menor percepção de desgaste (Mah *et al.*, 2011).

Sargent *et al.* num estudo com nadadores de elite, verificaram que a quantidade de sono é baixa, e a sua eficiência diminuta. Tal como outros autores também identificaram redução do humor, da capacidade cognitiva, da motivação para o treino e da resposta imunológica. Realce também para o facto dos nadadores se submeterem a uma sessão de treino ao início do dia, o que limita fortemente o tempo disponível para estar na cama, logo o tempo de sono (Sargent, Halson, & Roach, 2012).

Outro estudo, realça a interdependência do sono e do exercício. Realçam que especialmente nos atletas a qualidade e quantidade de sono antes das competições determina o resultado das mesmas. Por outro lado, sabe-se que o exercício tem um impacto positivo sobre o sono, tendo os atletas (se for possível) longos períodos de sono. Sempre que possível os atletas devem procurar o despertar espontâneo, sem a pressão dos horários, elevando a capacidade de recuperação do organismo (Davenne, 2009).

Segundo Zanetti *et al.* (2007), a busca da performance afeta diretamente a condição de saúde física e psicológica de inúmeros atletas, interferindo muitas vezes na qualidade do sono. Estes indivíduos, geralmente submetidos a exigências físicas e psicológicas acima dos níveis de tolerância, podem sofrer condições de stresse físico e psicológico excessivas, que os impeçam de usufruir de uma boa noite de sono reparador (Zanetti et al., 2007).

Estes dados revelam-se preocupantes tendo em conta que o comportamento e desempenho do ser humano se encontram altamente dependentes do ciclo sono-vigília; assim, a performance de um atleta vai depender quer da quantidade, quer da qualidade de sono por ele apresentadas (Davenne, 2009). Num estudo realizado por Leeder *et al.*, com o objetivo de criar um padrão de referência de sono para os atletas de alta competição em comparação com um grupo controlo, constataram que, no geral, os atletas analisados tinham quantidades de sono semelhantes às dos não atletas, mas a qualidade era inferior. Foi ainda verificado que, apesar de alguns parâmetros no grupo experimental se encontrarem diminuídos, estes indivíduos mantinham um sono considerado saudável (Leeder *et al.*, 2012).

Face ao já descrito é nossa intenção perceber a diferença no sono dos atletas em fase de carga intensa da época desportiva e o início de época, bem como a diferença entre o nadador nesta fase e o sedentário.

3.3.2 Metodologia

O grupo de controlo, este foi constituído por 19 indivíduos com idades compreendidas entre os 18 e os 23 anos, sendo a média de idades de 19,79 anos; como critérios de inclusão foram considerados: idade aproximada e mesmo género, ausência de hábitos tabágicos, não praticantes de nenhuma modalidade desportiva, sem problemas cardíacos e/ou respiratórios conhecidos.

O grupo experimental foi constituído por nadadores de bom nível competitivo, sendo a amostra constituída por 12 nadadores com idades compreendidas entre os 16 e 25 anos do sexo masculino.

Foram incluídos na amostra todos os atletas que iniciaram a actividade desportiva no início da época tendo realizado um primeiro estudo prévio e que na fase do segundo estudo estavam a treinar ativamente. O segundo estudo é feito na semana de carga máxima de treino no final do primeiro ciclo, que corresponde ao microciclo 10, sendo do tipo impacto com 10 sessões de treino e um volume elevado, próximo dos 60.000 metros semanais nadados. Este é também o segundo de dois microciclos de impacto consecutivos, com grande ênfase nas zonas do limiar anaeróbio e da potencia aeróbica.

A todos os indivíduos foi realizada polissonografia classe I. Os procedimentos e o tratamento de resultados foram anteriormente definidos no capítulo de metodologia geral desta tese.

Ao grupo experimental realizamos ainda a recolha da saliva ao deitar e ao levantar para determinação do cortisol salivar e conseqüentemente encontrar um marcador de stresse, e aplicamos o questionário POMS ao deitar para avaliação do estado de humor.

Quanto às estratégias estatísticas aplicaram-se as medidas descritivas simples (medidas de tendência central e de dispersão).

No que diz respeito à decisão dos modelos estatísticos paramétricos/não paramétricos tivemos em conta a avaliação dos pressupostos de simetria, curtose e de aderência à normal.

Quanto às decisões estatísticas (testes de hipóteses), os modelos aplicados foram: o teste t-Student para amostras emparelhadas, T de Wilcoxon, teste t-Student para amostras independentes e Wilcoxon-Mann-Whitney. Também recorreu-se ao Modelo de Regressão Linear Simples (MRLS) pelo Método dos Mínimos Quadrados (MMQ). Para a avaliação da Qualidade do Ajustamento do Modelo de Regressão recorreu-se à Análise de Variância de Regressão ($F\Delta$). Para a estimação da fração de variabilidade da variável critério (dependente) que seria explicada pelo modelo recorreu-se ao Coeficiente de Determinação (R^2). Quanto mais próximo de 1 estiver R^2 melhor será o poder explicativo do modelo de regressão ajustado. Quanto à avaliação do efeito de cada variável preditora no modelo de regressão recorreu-se à estimação quer dos coeficientes de regressão não estandardizado e respetivo erro padrão ($\hat{\beta}_i$ ($\sigma_{\hat{\beta}_i}$)) quer do respetivo coeficiente estandardizado (β) com recurso ao teste t-Student.

A interpretação estatística foi realizada com base no nível de significância de $p\text{-value} \leq 0,05$ com um intervalo de confiança de 95%. Para o tratamento dos dados utilizaram-se os seguintes softwares: IBM SPSS Statistics e MedCalc Statistical Software.

3.3.3 Resultados

3.3.3.1 Sono

Na tabela 11 fazemos a comparação dos parâmetros da primeira fase (início de época) para a segunda, (fim do 1º ciclo), estudando o comportamento dos nadadores quando sujeitos a cargas de treino intensas.

Tabela 11: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação dos parâmetros da arquitetura do sono dos nadadores na fase início de época e fim do 1º ciclo

	Fase	Média	Dp	IC. 95%		p
Tempo Total Analisado (TTA) (minutos)	Início época	427,72	23,03	417,24	438,21	0,005
	Fim do 1.º Ciclo	392,39	34,14	370,69	414,08	
Tempo total de Sono (TTS) (minutos)	Início época	395,86	43,02	376,28	415,45	0,165
	Fim do 1.º Ciclo	374,93	36,00	352,05	397,81	
Tempo vigília (minutos)	Início época	31,71	37,42	14,68	48,75	0,068
	Fim do 1.º Ciclo	13,95	16,00	3,79	24,12	
Eficiência sono (%)	Início época	92,55	8,61	88,63	96,47	0,190
	Fim do 1.º Ciclo	96,19	4,81	93,13	99,24	
Latência N1 (minutos)	Início época	17,53	12,69	11,75	23,31	0,157
	Fim do 1.º Ciclo	11,12	11,30	3,94	18,30	
Latência N2 (minutos)	Início época	26,84	23,68	16,06	37,62	0,094
	Fim do 1.º Ciclo	16,08	12,02	8,44	23,72	
Latência N3 (minutos)	Início época	48,15	22,90	37,72	58,58	0,218
	Fim do 1.º Ciclo	38,08	20,64	24,96	51,20	
Latência REM (minutos)	Início época	166,07	86,96	126,48	205,65	0,501
	Fim do 1.º Ciclo	146,33	65,67	104,60	188,05	
Fase N1 (%)	Início época	4,27	3,49	2,68	5,86	0,570
	Fim do 1.º Ciclo	3,54	3,62	1,23	5,84	
Fase N2 (%)	Início época	49,49	6,79	46,40	52,58	0,077
	Fim do 1.º Ciclo	53,76	5,79	50,08	57,44	
Fase N3 (%)	Início época	28,77	5,21	26,40	31,15	0,485
	Fim do 1.º Ciclo	27,52	4,24	24,82	30,22	
Fase REM (%)	Início época	14,65	4,55	12,58	16,73	0,121
	Fim do 1.º Ciclo	11,95	4,90	8,84	15,07	

Legenda: Dp (Desvio Padrão);

Da análise dos dados da tabela podemos inferir que não se verificaram diferenças médias significativas entre a primeira e a segunda avaliação (p -value < 0,05) no que diz respeito à eficiência do sono, à latência do sono para todas as fases, bem como à percentagem total dessas mesmas fases.

O único parâmetro com diferença significativa é o TTA, mas este é fruto das circunstâncias, nomeadamente dos nadadores terem menos tempo disponível para permanecerem na cama, fruto dos compromissos com as atividades diárias. Sendo o TTA determinante no comportamento dos restantes parâmetros, não podemos deixar de procurar tendências no comportamento da arquitetura do sono. Estando os nadadores na cama cerca de menos 35 minutos, facto que se deve aos horários dos treinos bi-diários que limitaram o TTA, a diferença no TTS é de menos 21 minutos. Já o tempo e vigília deixa de ser superior aos 30 minutos para ser de aproximadamente 14 minutos. A eficiência do sono sobe de 92% para 96%. As latências para todas as fases diminuem, demonstrando que os nadadores “em fase de sobrecarga” adormecem mais depressa e chegam mais rápido ao sono profundo. Já as percentagens das diversas fases do sono, apresentam valores semelhantes.

Na tabela 12 comparamos os resultados para a arquitetura do sono, do grupo de controlo, com os dos nadadores no fim do 1º ciclo:

Tabela 12: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação dos parâmetros da arquitetura do sono entre o grupo de controlo e os nadadores no fim do 1º ciclo.

	Fase	Média	Dp	IC. 95%		p
Tempo Total Analisado (TTA) (minutos)	Controlo	412,94	22,49	402,10	423,78	0,082
	Nadadores	392,39	34,14	370,69	414,08	
Tempo Total de Sono (TTS) (minutos)	Controlo	382,51	36,36	364,98	400,03	0,575
	Nadadores	374,93	36,00	352,05	397,81	
Tempo de vigília (minutos)	Controlo	30,43	25,83	17,97	42,88	0,058
	Nadadores	13,95	16,00	3,79	24,12	
Eficiência sono (%)	Controlo	92,57	6,38	89,50	95,65	0,104
	Nadadores	96,19	4,81	93,13	99,24	
Latência a N1 (minutos)	Controlo	17,92	16,90	9,77	26,06	0,230
	Nadadores	11,12	11,30	3,94	18,30	
Latência a N2 (minutos)	Controlo	20,21	17,07	11,97	28,44	0,472
	Nadadores	16,08	12,02	8,44	23,72	
Latência a N3 (minutos)	Controlo	38,60	26,40	25,87	51,33	0,954
	Nadadores	38,08	20,64	24,96	51,20	
Latência a REM (minutos)	Controlo	112,31	49,07	88,66	135,96	0,110
	Nadadores	146,33	65,67	104,60	188,05	
Fase N1 (%) (TTS)	Controlo	3,77	1,64	2,9	4,56	0,809
	Nadadores	3,54	3,62	1,23	5,84	
Fase N2 (%) (TTS)	Controlo	47,12	5,24	44,59	49,65	0,003
	Nadadores	53,76	5,79	50,08	57,44	
Fase N3 (%) (TTS)	Controlo	32,02	6,32	28,97	35,07	0,038
	Nadadores	27,52	4,24	24,82	30,22	
Fase REM (%) (TTS)	Controlo	15,99	3,91	14,10	17,88	0,017
	Nadadores	11,95	4,90	8,84	15,07	

Legenda: Dp (Desvio Padrão); A avaliação dos nadadores é a realizada no fim do 1º ciclo.

A tabela 12 apresenta os valores dos parâmetros que caracterizam a arquitetura do sono para ambos os grupos em estudo. Foram observadas diferenças médias significativas ($p \leq 0.05$) entre o grupo de nadadores e o grupo de sedentários nos parâmetros correspondentes às percentagens de sono N2, N3 e REM. O grupo de nadadores apresentou uma maior percentagem de sono N2 (média 53.77 %), comparativamente ao grupo de sedentários (média 47.12 %), sendo que estes últimos apresentaram maiores percentagens de sono N3 e REM (médias 32.03 % e 15.99 %, respetivamente) quando comparados com o grupo experimental (médias 27.53 % e 11.96 %, respetivamente).

Não podemos deixar de realçar um conjunto de diferenças que nos parecem de assinalar, nomeadamente: o tempo total analisado (tempo na cama) e o tempo total de sono também foram ligeiramente maiores no grupo de controlo (médias 412.94 e 382.51 minutos, respetivamente), comparativamente ao grupo experimental (médias 392.39 e 374.93 minutos, respetivamente), dado a que não é alheio o facto dos nadadores disporem entre treinos de um número limitado de horas para estar na cama (10 horas).

Os grupos em estudo apresentaram valores superiores a 90% no parâmetro eficiência do sono, apesar de o seu valor médio ter sido mais elevado no grupo experimental (96.19 %).

As latências a N1 e N2 são mais altas no grupo de controlo; a latência a N3 é igual nos dois grupos; a latência a REM foi manifestamente inferior no grupo de controlo (112.32 minutos) quando comparado com o grupo experimental (146.33 minutos).

Nas percentagens de sono, em N1 obtiveram-se valores médios iguais para ambos os grupos, em N2 o grupo dos nadadores tem um valor mais alto em 6%, o valor de N3 é mais baixo 5% nos nadadores e o sono REM é inferior em 4% para os nadadores.

Na tabela 13 analisamos os eventos, que contribuem para a qualidade do sono, comparando os nadadores nos dois momentos em análise:

Tabela 13: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação dos eventos ocorridos no grupo dos nadadores nas fases de início de época e de fim de 1º ciclo.

	Fase	Média	Dp	IC. 95%		p
Índice de Microdespertares (eventos/hora)	Início época	10,25	4,00	7,83	12,67	0,617
	Fim do 1.º Ciclo	9,50	3,00	7,09	11,50	
Microdespertares Totais (número)	Início época	77,00	31,21	52,49	81,65	0,740
	Fim do 1.º Ciclo	60,50	19,96	43,69	74,30	
Microdespertares Respiratórios (número)	Início época	1,04	1,20	,15	1,38	0,481
	Fim do 1.º Ciclo	,75	1,05	,16	1,36	
Microdespertares Espontâneos (número)	Início época	64,23	27,01	42,02	73,51	0,110
	Fim do 1.º Ciclo	48,75	23,97	28,75	66,44	
Microdespertares Movimento (número)	Início época	11,28	15,72	2,15	13,53	0,954
	Fim do 1.º Ciclo	11,00	8,12	4,98	16,61	
Porcentagem de Ronco (%)	Início época	9,56	9,43	5,77	17,79	0,088
	Fim do 1.º Ciclo	18,76	18,64	4,98	33,07	
Índice de Movimentos Pernas (eventos/hora)	Início época	8,00	4,72	4,80	10,76	0,220
	Fim do 1.º Ciclo	10,26	4,64	6,65	13,64	

Legenda: Dp (Desvio Padrão);

Analisando o comportamento dos despertares, verificamos que não existem diferenças significativas entre os dois momentos do estudo, mas que a tendência é que todos os tipos de despertares apresentaram valores menores na fase de sobrecarga. Já a porcentagem de ronco e o índice de movimentos das pernas apresentam valores mais elevados no fim do 1º ciclo.

Na tabela 14 comparamos os mesmos eventos, mas entre os nadadores no fim do 1º ciclo e o grupo de controle:

Tabela 14: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação dos eventos ocorridos no grupo de controlo e no grupo dos nadadores na fase de fim de 1º ciclo.

	Fase	Média	Dp	IC. 95%	p	
Índice de Microdespertares (eventos/hora)	Controlo	10,24	2,82	8,88	11,60	0,508
	Nadadores	9,50	3,00	7,09	11,50	
Microdespertares Totais (número)	Controlo	64,42	16,90	56,27	72,56	0,562
	Nadadores	60,50	19,96	43,69	74,30	
Microdespertares Respiratórios (número)	Controlo	,73	1,40	,05	1,41	0,978
	Nadadores	,75	1,05	-,16	1,36	
Microdespertares Espontâneos (número)	Controlo	55,94	17,54	47,49	64,40	0,342
	Nadadores	48,75	23,97	28,75	66,44	
Microdespertares Movimento (número)	Controlo	7,21	4,67	4,95	9,46	0,161
	Nadadores	11,00	8,12	4,98	16,61	
Percentagem Ronco (%)	Controlo	12,74	15,22	5,40	20,08	0,345
	Nadadores	18,76	18,64	4,98	33,07	
Índice de Movimentos Pernas (eventos/hora)	Controlo	6,35	3,13	4,82	7,88	0,011
	Nadadores	10,26	4,64	6,65	13,64	

Legenda: Dp (Desvio Padrão); A avaliação dos nadadores é a realizada no fim do 1º ciclo.

A análise dos eventos ocorridos durante a noite em ambos os grupos denotou a presença de diferenças médias estatisticamente significativas ($p \leq 0.05$) somente ao nível do índice de movimentos periódicos das pernas, que se apresentou mais elevado no grupo de nadadores.

Relativamente aos restantes eventos, constatou-se que o índice de microdespertares é muito semelhante para ambos os grupos, sendo o número total de microdespertares ligeiramente mais elevado para o grupo de controlo.

Através da análise individual dos vários despertares, constatámos que o número de despertares respiratórios não assume qualquer relevância, tendo ambos os grupos registado uma média próxima de apenas 1 evento ao longo da noite. O número de despertares espontâneos apresentou uma média de 55,95 no grupo de sedentários, valor superior aos 48,75 registados no grupo de nadadores; para ambos os grupos, foi o número de despertares espontâneos o que mais contribuiu para o número total de microdespertares e, por conseguinte, para o índice de microdespertares em cada grupo. Por outro lado, o número de despertares associados ao movimento apresentou valores ligeiramente mais elevados nos jovens nadadores (média 11,00) comparativamente aos jovens sedentários (média 7,21).

Também a percentagem de ronco no decorrer do estudo polissonográfico foi maior nos jovens nadadores (média 18.76%), comparativamente ao grupo de controlo (média 12.74%), embora sem qualquer significado estatístico.

Na tabela 15 analisamos as saturações de O₂ e as frequências cardíacas para os nadadores nos dois momentos em análise:

Tabela 15: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação das saturações de O₂ e frequência cardíaca no grupo dos nadadores nas fases de início de época e de fim de 1º ciclo.

	Fase	Média	Dp	IC. 95%		p
SpO ₂ Média (%)	Início época	97,07	,63	96,63	97,39	0,363
	Fim do 1.º Ciclo	97,47	0,51	97,08	97,87	
SpO ₂ Mínimo (%)	Início época	93,23	1,71	91,90	93,66	0,244
	Fim do 1.º Ciclo	94,11	1,90	92,65	95,57	
SpO ₂ REM (%)	Início época	97,35	,53	97,04	97,65	0,377
	Fim do 1.º Ciclo	97,56	,61	97,09	98,03	
SpO ₂ NREM (%)	Início época	96,88	,61	96,53	97,24	0,113
	Fim do 1.º Ciclo	97,34	,70	96,80	97,88	
Frequência Cardíaca Média	Início época	62,49	10,96	53,75	65,76	0,064
	Fim do 1.º Ciclo	55,43	8,50	47,78	58,86	
Frequência Cardíaca REM	Início época	56,85	8,08	52,85	62,56	0,127
	Fim do 1.º Ciclo	52,70	5,68	48,28	55,20	
Frequência Cardíaca NREM	Início época	56,20	8,23	51,65	61,58	0,074
	Fim do 1.º Ciclo	51,08	6,45	45,36	54,69	

Legenda: Dp (Desvio Padrão); A avaliação dos nadadores é a realizada no fim do 1º ciclo.

Analisando as saturações médias de O₂, verificamos que não só não existem diferenças significativas, como não se pode falar de uma tendência entre os dois momentos, já que eles são praticamente sobreponíveis. Já quanto às diferenças na frequência cardíaca e embora não sejam significativas, elas denotam uma tendência para valores mais baixos no final do 1º ciclo.

Fazemos na tabela 16 a comparação dos mesmos parâmetros, entre os nadadores no fim do 1º ciclo e o grupo de controlo:

Tabela 16: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação das saturações de O₂ e frequência cardíaca no grupo de controlo e no dos nadadores na fase de fim de 1º ciclo.

	Fase	Média	Dp	IC. 95%		p
SpO ₂ Média (%)	Controlo	97,32	,59	96,91	97,40	0,351
	Nadadores	97,47	0,51	97,08	97,87	
SpO ₂ Mínimo (%)	Controlo	93,47	2,87	92,15	94,92	0,552
	Nadadores	94,11	1,90	92,65	95,57	
SpO ₂ REM (%)	Controlo	97,33	,44	97,06	97,60	0,321
	Nadadores	97,56	,61	97,09	98,03	
SpO ₂ NREM (%)	Controlo	97,00	,56	96,65	97,34	0,219
	Nadadores	97,34	,70	96,80	97,88	
Frequência Cardíaca Média	Controlo	51,30	16,20	41,51	61,09	0,439
	Nadadores	55,43	8,50	47,78	58,86	
Frequência Cardíaca REM	Controlo	54,18	14,08	42,75	62,81	0,732
	Nadadores	52,70	5,68	48,28	55,20	
Frequência Cardíaca NREM	Controlo	52,11	13,93	41,25	60,80	0,813
	Nadadores	51,08	6,45	45,36	54,69	

Legenda: Dp (Desvio Padrão)

Segundo a tabela 16, não se observaram diferenças médias significativas no que diz respeito aos valores de SpO₂ e FC registados ao longo do estudo polissonográfico realizado aos indivíduos de ambos os grupos.

Relativamente à FC, os valores médios obtidos em sono REM e sono NREM foram ligeiramente inferiores no grupo experimental. Já quando analisamos a FC média esta apresenta valores mais elevados no grupo de nadadores, comparativamente ao grupo de sedentários.

3.3.3.2 Cortisol Salivar

Ao compararmos os valores de cortisol obtidos no grupo experimental na fase início de época e na fase fim de 1º ciclo (fase de sobrecarga), são os seguintes os valores encontrados:

Tabela 17: Valores médios, desvio padrão, da comparação dos valores do cortisol salivar à noite e de manhã no grupo dos nadadores nas fases de início de época e de fim de 1º ciclo.

	Início época (n=13) Média (Desvio padrão)	Fim do 1º ciclo (n=10) Média (Desvio padrão)	p
Cortisol (noite)	0,047 (0,033) µg/dl	0,029 (0,018) µg/dl	0,143
Cortisol (manhã)	0,163 (0,076) µg/dl	0,143 (0,078) µg/dl	0,555

Podemos verificar que os resultados mostram que os níveis quer ao deitar, quer ao acordar são mais baixos na fase fim de 1º ciclo. Também como era expectável eles são substancialmente mais altos ao acordar que ao deitar.

Ao procurarmos perceber se a forma como os nadadores dormem, influencia os valores do cortisol salivar matinal, tendo definido como parâmetros preditores: a latência ao sono, a eficiência do sono e a quantidade de sono profundo, nomeadamente o sono NREM/fase3 e o sono REM. Colocamos ainda como eventual variável preditora o cortisol ao deitar.

Na avaliação da fase início de época, os resultados são os expressos na tabela 18:

Tabela 18: Valores preditores da arquitetura do sono para o cortisol salivar matinal, dos nadadores na fase de início de época,

Fase: início de época	Preditores	$\hat{\beta}_i$ (SE)	(β_i)	t(p)	R ²
	%Fase3	-0,011(0,004)	-0,671	-2,998(0,012)	0,45
	%Fase REM	-0,010(0,005)	-0,489	-1,859(0,090)	0,239
Manhã (n=13)	Eficiência Sono	-0,002(0,002)	-0,311	ns	0,097
	Latência S1	-0,0001(0,002)	-0,050	ns	0,002
	TTS	-0,0001(0,0001)	-0,210	ns	0,044
	Cortisol (noite)	-0,093(0,695)	-0,040	ns	0,002

Legenda: Variável critério: Cortisol; $\hat{\beta}_i$: coeficiente de regressão não estandardizado; SE: erro padrão; β_i : coeficiente de regressão estandardizado; t – teste t-Student para a estimação dos coeficientes de regressão; R²: coeficiente de determinação; ns: p>0,05.

Como podemos verificar, durante o período da manhã, os indicadores de avaliação da qualidade do sono com maior impacto na predição de valores de cortisol matinal foram os parâmetros “%Fase 3” e

marginalmente “%Fase REM”. Apesar dos modelos serem francamente ajustados ($R^2_{\%Fase3}=45\%$; $R^2_{\%Fase REM}=23,9\%$) constatamos que os atletas com bom sono profundo, permitindo-lhes melhores recuperações quer física quer cognitiva, predizem níveis mais baixos de cortisol no período matinal. Este parâmetro analítico fora predito em 67,1% na presença de sono ligado à recuperação física e 48,9% no sono ligado à recuperação cognitiva. Os restantes preditores da arquitetura do sono bem como os níveis de cortisol estimados no período noturno do dia anterior não apresentaram qualquer efeito significativo ao nível do cortisol no período matinal.

A avaliação da fase fim de 1º ciclo é a expressa na tabela seguinte:

Tabela 19: Valores preditores da arquitetura do sono para o cortisol salivar matinal, dos nadadores na fase fim de 1º ciclo,

Fase: fim de 1º ciclo	Preditores	$\hat{\beta}_i$ (erro-p)	(β_i)	t(p)	R^2
	%Fase3	-0,009(0,006)	-0,436	ns	0,190
	%Fase REM	-0,001(0,005)	-0,07	ns	0,005
Manhã (n=10)	Eficiência Sono	-0,010(0,004)	-0,645	-2,386(0,044)	0,416
	Latência S1	-0,0001(0,003)	-0,050	ns	0,003
	TTS	-0,001(0,001)	-0,242	ns	0,059
	Cortisol (noite)	-2,866(1,201)	-0,645	-2,387(0,044)	0,416

Legenda: Variável critério: Cortisol; $\hat{\beta}_i$: coeficiente de regressão não estandardizado; $\sigma_{\hat{\beta}_i}$: erro padrão; β_i : coeficiente de regressão estandardizado; t – teste t-Student para a estimação dos coeficientes de regressão; R^2 : coeficiente de determinação; ns: $p>0,05$.

Face aos resultados viemos a constatar que nesta avaliação a melhor eficiência do sono permitiu predizer menores níveis de ansiedade, expressos em valores de cortisol ($y_{\text{cortisol}} = -2,866 (1,201)$; $\beta = -0,645$). Este modelo ajustado foi explicado em 41,6%.

Também o cortisol medido na noite anterior revelou ter um efeito preditivo significativo face aos valores estimados de cortisol matinal. O modelo revelou um ajustamento moderado ($R^2=41,6\%$) e poderemos afirmar que padrões de stresse mais baixos no período da manhã (ao acordar) lidos pelos menores níveis de cortisol matinal, foram preditos por níveis de ansiedade mais elevados no período da noite do dia anterior e que fora confirmado por níveis mais elevados de cortisol neste mesmo período.

3.3.3.3 Perfil Dos Estados De Humor (POMS-Sf21)

Realizamos com a aplicação do questionário POMS (avaliação dos estados de humor) ao grupo experimental, uma análise estatística semelhante à realizada para o cortisol. Assim numa primeira análise comparamos as médias das várias escalas, comparando-as com o grupo que nos serviu de referência e realizamos também uma comparação entre dois momentos da época desportiva (inicial e final do 1º ciclo

de treino); numa segunda análise realizamos por MRLS uma avaliação de como os estados de humor podiam predizer a avaliação do sono.

A tabela seguinte apresenta a comparação entre os valores encontrados no início de época em análise e os valores retirados do trabalho de Terry e Lane referidos por Rama (2009), tendo utilizado das 3 dimensões propostas: internacional, clubes e recreação, a de clubes por nos parecer ser a mais próxima da nossa realidade.

Podemos verificar que existem diferenças significativas entre os dois grupos em todas as escalas, com os nossos nadadores a apresentarem valores substancialmente mais baixos em todas as dimensões, tendo essa diferença variado entre os menos 23% na escala de fadiga aos menos 97% na escala de irritação.

Tabela 20: Valores das escalas do POMS (Média e Desvio Padrão), comparando os valores da amostra de Terry e Lane para “atletas de clubes” e os nadadores na fase início de época

	Fase	Média	Dp	p
Tensão	Referência clubes	9,62	7,19	<0,0001
	Início época	2,81	2,27	
Depressão	Referência clubes	8,67	9,49	<0,0001
	Início época	1,05	1,75	
Irritação	Referência clubes	9,91	8,05	<0,0001
	Início época	0,38	0,74	
Vigor	Referência clubes	15,64	5,84	<0,0001
	Início época	7,81	2,62	
Fadiga	Referência clubes	8,16	5,94	< 0,05
	Início época	6,29	3,51	
Confusão	Referência clubes	7,38	4,96	<0,0001
	Início época	1,05	1,66	

Legenda: Dp (Desvio Padrão)

Na tabela 21 comparamos as mesmas escalas entre os valores que utilizamos como referencia e os por nós obtidos no fim do 1º ciclo.

Na comparação com a fase fim de 1º ciclo, o cenário é semelhante com todos os parâmetros à exceção da fadiga a mostrar diferenças significativas e os valores da nossa amostra a serem todos mais baixos, variando entre os menos 16% na fadiga e os menos 90% na irritação.

Tabela 21: Valores das escalas do POMS (Média e Desvio Padrão), comparando os valores da amostra de Terry e Lane para “atletas de clubes” e os nadadores na fase fim de 1º ciclo

	Fase	Média	Dp	p
Tensão	Referência clubes	9,62	7,19	<0,0001
	Fim 1º ciclo	3,50	2,43	
Depressão	Referência clubes	8,67	9,49	<0,0001
	Fim 1º ciclo	2,25	2,93	
Irritação	Referência clubes	9,91	8,05	<0,0001
	Fim 1º ciclo	1,00	1,35	
Vigor	Referência clubes	15,64	5,84	<0,0001
	Fim 1º ciclo	7,25	2,49	
Fadiga	Referência clubes	8,16	5,94	0,308
	Fim 1º ciclo	6,92	4,03	
Confusão	Referência clubes	7,38	4,96	<0,0001
	Fim 1º ciclo	1,42	1,73	

Legenda: Dp (Desvio Padrão)

Comparamos de seguida (tabela 22) os nadadores nos dois momentos em estudo.

Na comparação entre os dois momentos da nossa amostra, constatamos que não existem diferenças significativas, mas todas as escalas à exceção do vigor, apresentam valores mais altos no fim do 1º ciclo do que no início de época. Ainda que as diferenças não tenham relevância estatística, não podemos deixar de verificar que fisiologicamente há diferenças que não devem ser ignoradas, nomeadamente quando se verifica que as escalas de depressão e irritação apresentam no fim do 1º ciclo, valores superiores em mais do dobro do início de época.

Tabela 22: Valores das escalas do POMS (Média e Desvio Padrão), comparando os valores dos nadadores nas fases de início de época e fim de 1º ciclo

	Fase	Média	Dp	p
Tensão	Início época	2,81	2,27	0,819
	Fim 1º ciclo	3,50	2,43	
Depressão	Início época	1,05	1,75	1,297
	Fim 1º ciclo	2,25	2,93	
Irritação	Início época	0,38	0,74	1,469
	Fim 1º ciclo	1,00	1,35	
Vigor	Início época	7,81	2,62	0,601
	Fim 1º ciclo	7,25	2,49	
Fadiga	Início época	6,29	3,51	0,471
	Fim 1º ciclo	6,92	4,03	
Confusão	Início época	1,05	1,66	0,606
	Fim 1º ciclo	1,42	1,73	

Legenda: Dp (Desvio Padrão)

Numa segunda análise quisemos perceber se a forma como os nadadores se sentem momentos antes de deitar, influencia o seu sono. Assim recorrendo a uma análise de MRLS e mantendo os parâmetros do sono, já selecionados para a análise com o cortisol, encontramos na fase de início de época os resultados expressos na tabela 23.

A arquitectura do sono foi significativamente afetada pelos preditores “*tensão*” e “*fadiga*” no que diz respeito aos parâmetros: tempo total de sono, eficiência do sono e latência do sono ($p < 0,05$).

Apesar dos modelos ajustados relevarem ser francamente ajustados ($R^2 < 0,30$) permitiu-nos compreender que níveis mais elevados de tensão, predissessem um significativo aumento quer do *tempo total de sono* quer de *eficiência do sono* para uma adequada recuperação nesta fase inicial da época. Também podemos afirmar que os atletas que apresentaram elevados níveis de cansaço (*fadiga*) revelaram menor dificuldade (tempo) a adormecer durante o estudo polissonográfico (*latência*).

No entanto, apesar da “*fadiga*” não demonstrar um impacto significativo nesta fase da época, nos restantes parâmetros analíticos do sono podemos afirmar que os atletas com níveis de fadiga mais elevados apresentavam, tendencialmente, maior necessidade quer de tempo total de sono quer de percentagem de sono fase III, quer ainda na percentagem de sono REM.

Quanto às restantes medidas e seguindo o mesmo raciocínio do parâmetro anterior, também sugerem que os atletas com elevados níveis de “*depressão*” tendem a necessitar de maior tempo total de

sono bem como de uma maior eficiência do sono. O mesmo ocorrera com o índice de “*confusão*” que quanto maior mais prediz em eficiência do sono.

Tabela 23: Valores preditores do POMS para os parâmetros da arquitetura do sono dos nadadores na fase início de época,

Fase de Estudo	Variáveis Critério	Preditores	$\hat{\beta}_i$ ($\sigma_{\hat{\beta}_i}$)	(β_i)	$t(p)$	R^2
1.ª Fase – Início de Época (n=21)	Tempo Total	Fadiga	4,192(2,643)	0,342	1,586(0,129)	0,117
		Depressão	8,25(0,327)	0,335	1,550(0,138)	0,112
		Tensão	8,530(3,879)	0,450	2,199(0,040)	0,203
	Eficiência do Sono	Depressão	1,298(1,092)	0,263	1,189(0,249)	0,069
		Tensão	1,818(0,763)	0,480	2,384(0,028)	0,230
		Confusão	1,264(1,156)	0,243	1,093(0,288)	0,059
	Latência do Sono	Fadiga	-1,952(0,699)	-0,540	-2,794(0,012)	0,291
		Confusão	1,621(1,717)	0,212	0,944(0,357)	0,045
	% Sono Fase III	Fadiga	0,497(0,322)	0,334	1,545(0,139)	0,112
		Tensão	0,448(0,517)	0,195	0,866(0,397)	0,038
	% Sono REM	Fadiga	0,388(0,284)	0,299	1,365(0,188)	0,089
		Tensão	0,398(0,451)	0,199	0,884(0,388)	0,039

Legenda: Variável critério: Cortisol; $\hat{\beta}_i$: coeficiente de regressão não estandardizado; $\sigma_{\hat{\beta}_i}$: erro padrão; β_i : coeficiente de regressão estandardizado; t – teste t-Student para a estimação dos coeficientes de regressão; R^2 : coeficiente de determinação.

Quanto à fase fim de 1º ciclo é a seguinte a leitura encontrada:

Tabela 24: Valores preditores do POMS para os parâmetros da arquitetura do sono dos nadadores na fase fim de 1º ciclo, determinado pelo Método dos Mínimos Quadrados

Fase de Estudo	Variáveis Critério	Preditores	$\hat{\beta}_i$ ($\sigma_{\hat{\beta}_i}$)	(β_i)	$t(p)$	R^2
2.ª Fase – Fim do 1.º Ciclo (n=12)	Tempo Total	Depressão	3,397(3,739)	0,276	0,909(0,385)	0,076
		Fadiga	0,588(0,328)	0,493	1,791(0,104)	0,243
	Eficiência do Sono	Vigor	-1,115(0,499)	-0,577	-2,234(0,050)	0,333
		Vigor	2,068(1,278)	0,456	1,618(0,137)	0,208
	% Sono Fase III	Tensão	-0,695(0,506)	-0,398	-1,372(0,200)	0,158
	% Sono REM	Vigor	-0,722(0,579)	-0,367	-1,247(0,241)	0,135

Legenda: Variável critério: Cortisol; $\hat{\beta}_i$: coeficiente de regressão não estandardizado; $\sigma_{\hat{\beta}_i}$: erro padrão; β_i : coeficiente de regressão estandardizado; t – teste t-Student para a estimação dos coeficientes de regressão; R^2 : coeficiente de determinação.

Na análise da tabela 24, constatamos que os atletas com baixo vigor demonstraram uma maior eficiência do sono durante o estudo polissonográfico. Podemos afirmar que uma maior eficiência do sono está predita em 57,7% dos atletas com níveis de vigor significativamente diminuídos ($Beta=-0,577$). No entanto, este mesmo parâmetro demonstrou estar relacionado, de forma marginal, com os parâmetros de latência e % Sono REM. Apesar de não demonstrar um efeito explicativo significativo sobre estes parâmetros constatamos que os atletas com maior vigor nesta fase da competição tendem a necessitar de maior número de horas para adormecer (*latência*) e uma diminuição da quantidade do sono profundo, quer fase III, quer REM.

Quanto as restantes preditores que revelaram ausência de efeitos significativos sobre as variáveis critério, permitiu-nos concluir que tendencialmente os atletas com índices superiores de depressão e cansaço tendem a necessitar de mais tempo total de sono apesar de manterem elevados níveis de eficiência do sono. Contudo, os atletas com maior tensão apresentaram menor quantidade de sono fase III.

3.3.4 Discussão

Após a análise dos dados chegamos à conclusão de que, a carga de treino, não altera de forma estatisticamente significativa a qualidade do sono quando comparada com o momento de repouso da época. Podemos no entanto afirmar que o nosso grupo tem variações que nos parecem importantes de realçar do ponto de vista fisiológico e que podem ser consequências do momento da época em que foram obtidas, ou seja da sobrecarga de treino.

Há diferenças e elas começam logo pelo TTA ser condicionado ao momento da época em que os atletas são avaliados. Isto porque entre os dois treinos do dia os atletas têm um intervalo de 9 horas, onde no dia-a-dia precisam de incluir a deslocação para casa, o jantar, o estudo, o sono e nova deslocação para o treino. Neste estudo esse condicionamento encurta “a noite” em 35 minutos, ou seja o TTA baixa de 7,05 para 6,30 horas. Importa realçar, sobre este tempo disponível para “o sono”, que está estudada a existência de uma relação fundamental entre a recuperação fisiológica durante o sono e a capacidade máxima de um atleta para treinar. Outro dado importante nesta disponibilidade é que cada atleta tem um horário de sono preferido que se adapta ao seu ciclo circadiano, no entanto, o treino, o estudo e os horários escolares podem ter um impacto substancial sobre a capacidade do atleta para combinar o ciclo circadiano com o horário de sono. Se o atleta prefere ir para a cama mais tarde e tem que acordar às 6 da manhã para treinar, irá reduzir o seu sono em 2 a 4 horas por noite, diminuindo períodos de sono REM e de sono profundo (N3) (Samuels, 2008). Isto mesmo comprovou Sargent et al. num estudo com nadadores de elite, onde verificou que em vésperas de treinos os atletas estavam na cama menos cerca de 1,50 horas do que nos outros dias, ou seja, 7,40 horas em vez de 9,30 horas (Sargent *et al.*, 2012). Noutro estudo realizado

com a equipa olímpica australiana de natação, os atletas com treinos no horário dos da nossa amostra (entre as 6 e as 9 horas), estiveram na cama 8,20 horas, quando nos dias em que treinavam após as 12,00 horas esse tempo foi de 9,00 horas

Menos tempo na cama determinam desde logo um TTS inferior, numa redução importante do ponto de vista fisiológico, já que neste estudo se situa nos menos 21 minutos. Sargent *et al.* (2012) observaram em nadadores um tempo inferior em 1,30 horas. Forndran *et al.* (2012) quando avaliaram os nadadores olímpicos também encontrou uma relação de menos TTS, quando o treino era demasiado vespertino em comparação com os treinos realizados após as 12,00 horas. Maata *et al.* (2010) avaliou um grupo de indivíduos, comparando o sono após um dia de atividades diárias normais, com um dia onde os participantes realizaram um treino de uma hora às 9,00 horas da manhã; O TTS melhora na noite após o exercício. Faria *et al.* (2009) num estudo sobre “Efeitos do exercício de resistência sobre o padrão de sono de indivíduos sedentários” verificou que após o exercício os indivíduos dormiam em média mais 3 minutos.

Uma das constatações deste nosso estudo é a elevada eficiência de sono da nossa amostra com valores que na pré-época são de 92,55% e que melhoram na fase de carga para os 96,19%, ao contrário do estudo de Sargent *et al.* onde a eficiência do sono encontrada em nadadores é de 77,2%, baixando para 70,7% nas vésperas de treino (Sargent *et al.*, 2012). Ainda outro estudo com nadadores que apresenta eficiência de sono muito abaixo das da nossa amostra, constata que a eficiência melhora se os treinos não forem muito cedo no dia (Forndran *et al.*, 2012). No estudo em indivíduos sedentários já referido, a eficiência do sono melhorou cerca de 2% quando avaliada após exercício (Faria *et al.*, 2009).

As latências são na fase de carga todas elas menores, com os nadadores a iniciarem o sono seis minutos antes do que acontecia na pré-época, a atingirem a fase N2 dez minutos antes, a fase N3 (ondas lentas) 1 minuto antes e a fase REM 20 minutos antes.

Já quanto às percentagens de cada uma das fases, verificamos que N1 e N3 tem menos tempo (variação inferior a 1%), N2 e REM mais cerca de 3% em cada fase. No estudo de Faria *et al.* o comportamento da amostra foi semelhante ao encontrado por nós (Faria *et al.*, 2009).

Analisando as diferenças encontradas quando comparados sedentários e atletas no final do 1º ciclo, constatamos que relativamente à arquitetura do sono as percentagens dos estádios N2, N3 e REM foram os parâmetros que apresentaram diferenças com maior significado, tendo-se observado uma maior percentagem de N2 e uma menor percentagem de N3 e REM no nosso grupo experimental, comparativamente ao grupo de controlo.

Numa meta-análise realizada por Youngstedt *et al.* (S D Youngstedt, O'Connor, & Dishman, 1997), com o intuito de avaliar o efeito do exercício agudo no sono, concluiu-se que o exercício está associado a alterações no sono de onda lenta, sono REM, latência ao REM e TTS. Os autores comprovaram que o exercício provoca uma diminuição significativa do sono REM e um atraso na latência ao REM, o que concorda com os resultados do nosso estudo. Assim além da redução da fase REM observou-se uma

latência elevada a este estadió nos nadadores. De facto, a média de 146,33 minutos de latência ao REM obtida para o nosso grupo experimental excede muito o valor considerado normal para este parâmetro, que se estima ser cerca de 90 minutos em adultos com um padrão de sono normal; assim sendo, constatamos que esta latência também já se encontrava elevada para o nosso grupo controlo (112,32 min), quando comparado com o valor de referência acima mencionado. As percentagens da fase REM observadas em ambos os grupos (15.99% no controlo e 11.96% no experimental) não assumem valores entre os 20 e os 25% do TTS como seria normal, estando significativamente abaixo desses valores (Fernandes, 2006).

As alterações da fase REM e latência ao REM poderão refletir atrasos nas fases do ritmo circadiano, uma vez que o ajustamento desses dois parâmetros é regulado pelo sistema circadiano. O exercício noturno ou praticado ao final do dia aparenta ter efeitos mais acentuados na latência ao REM que o praticado noutras alturas do dia, gerando atrasos nas fases do ritmo circadiano e, por sua vez, no ajustamento circadiano do REM, o que levará a uma diminuição na percentagem deste estadió. Por outro lado, a propensão para a redução do sono REM poderá estar relacionada com uma maior necessidade de sono NREM, cujo aumento exercerá uma influência inibitória no sono REM (Driver *et al.*, 1994; Youngstedt *et al.*, 1997).

De facto, no nosso estudo, a percentagem da fase N2 apresentada pelos nadadores (53.77%) foi superior à dos jovens sedentários (47.12%), à semelhança do encontrado por Youngstedt *et al.* (1997) no estudo acima referido, onde se verificou um aumento significativo desta fase em indivíduos que ostentavam uma excelente condição física quando comparados com indivíduos com menor condição física (S D Youngstedt *et al.*, 1997).

O aumento do sono profundo ou sono de onda lenta (fase N3) após o exercício é amplamente descrito na literatura, dado as suas características regeneradoras e a sua importância na restauração tecidual periférica (em particular do sistema músculo-esquelético) (Mello *et al.*, 2002), contribuindo assim para a recuperação física durante o sono, que é imprescindível nos atletas. Embora vários estudos demonstrem realmente um aumento deste fenómeno após o exercício (Helen S. Driver & Taylor, 2000; Montgomery, Trinder, & Paxton, 1982), essa condição não se verificou no nosso estudo, onde os nadadores revelaram uma percentagem de fase N3 (27,53%) ligeiramente inferior à obtida para os jovens sedentários (32,03%). Se nos focarmos, contudo, nos valores de referência, concluímos que ambos os grupos apresentam percentagens de sono N3 acima dos 20-25% considerados normais para este estadió em adultos com padrão de sono normal (Fernandes, 2006). Trinder *et al* analisaram os efeitos do exercício agudo e crónico no sono e notaram que durante o processo inicial de atividade física, a fase N3 apresenta um percentual maior do que na fase basal; porém, com o processo de adaptação ao exercício físico, o organismo reestrutura-se e volta a ciclar os estadios de sono normalmente (Trinder, Montgomery, & Paxton, 1988).

De um modo geral, as latências para os diferentes estadios no nosso grupo experimental foram inferiores às observadas no grupo controlo, com exceção da latência ao sono REM, como já foi mencionado. Mello *et al.*, (2005), ao explicar a hipótese termorreguladora, afirmam que “o aumento da temperatura corporal, como consequência do exercício físico, facilitaria o disparo do início do sono, graças à ativação dos mecanismos de dissipação do calor e de indução do sono”. Com efeito, a diminuição da latência ao sono como resultado da prática de exercício, quer agudo quer crónico, encontra-se documentada em inúmeros estudos. Passos *et al.* realizaram alguns estudos (Passos, Poyares, & Santana, 2012) para investigar o efeito do exercício físico em adultos de meia-idade e idosos com queixas de sono, tendo observado de um modo global uma redução significativa da latência ao sono e aumento do TTS; a prática de exercício aeróbico moderado a intenso revelou ainda uma diminuição do tempo total acordado (ou tempo de vigília) e o aumento da eficiência do sono, bem como uma redução significativa da ansiedade na hora de deitar, que poderá ter contribuído para uma menor latência ao sono (Passos, Poyares, & Santana, 2010). Relativamente ao aumento do TTS, esta alteração parece ser observada tanto para exercícios agudos, em que não há adaptação à duração, como para o exercício físico crónico, visto que indivíduos treinados apresentam maior tempo de sono que os sedentários e, inclusive, dormem melhor que estes últimos, mesmo quando não treinam (H S Driver *et al.*, 1994; Mello *et al.*, 2005).

Embora fosse expectável que o TTS fosse superior nos nadadores, uma vez que a prática de exercício poderia gerar a necessidade de maior quantidade de sono para restabelecer a homeostasia perturbada pelo exercício (H S Driver *et al.*, 1994), tal não se verificou para o nosso grupo experimental, que registou um TTS ligeiramente inferior ao do grupo controlo. No entanto, como já referimos o tempo disponível para estar na cama é inferior nos nadadores, condicionando o tempo de sono. Os nadadores apresentaram um tempo de vigília menor e consequentemente uma maior eficiência do sono, o que condiz com a literatura. É possível que a duração do sono sofra aumentos mais significativos após exercício intenso e muito prolongado quando é permitido ao indivíduo dormir *ad libitum* (S D Youngstedt *et al.*, 1997), condição que não se verifica frequentemente nos atletas de competição, os quais muitas vezes têm dificuldades em preservar o tempo total de sono em virtude das exigências dos programas de treino, trabalho e compromissos familiares (Davenne, 2009), vendo-se forçados a cumprir horários rigorosos que os fazem acordar muito cedo para conseguir conciliar a sua atividade diária normal com a atividade desportiva. Apesar de tudo, tendo em conta o valor obtido para a eficiência do sono no nosso grupo experimental (96,19%), podemos afirmar que estes indivíduos apresentam uma boa qualidade de sono. Com base no estudo realizado em atletas adolescentes, Brand *et al.* afirmam, inclusive, que a melhor qualidade de sono proporcionada pelos altos níveis de exercício nestes jovens pode estar na base do menor tempo total de sono apresentado por esta população (Brand, Gerber, *et al.*, 2010).

No grupo controlo a eficiência do sono foi menor (92,58%), embora também traduza um sono de boa qualidade já que se encontra dentro dos valores de referência, que indicam que este parâmetro deve

ser superior a 85%. Como a eficiência do sono consiste na razão entre o tempo total de sono e o tempo total na cama, o facto de o grupo controlo ter apresentado um tempo total na cama relativamente superior ao grupo experimental poderá justificar a obtenção deste valor de eficiência menor, quando comparado com o grupo experimental (Fernandes, 2006).

Não será errado dizer que os atletas “rentabilizam” melhor o seu sono, não precisando passar tanto tempo na cama quanto os seus congéneres sedentários para obter valores idênticos de TTS e uma eficiência do sono elevada; para tal contribuirá a menor latência ao sono e menor tempo de vigília observados nos atletas, como já foi referido. Se repararmos nos valores de TTS obtidos em ambos os grupos, constatamos que apesar de este ser ligeiramente inferior nos nadadores (374,93 minutos) comparativamente aos jovens sedentários (382,51 minutos), quando convertemos esses valores de minutos para horas concluímos que em ambos os grupos os sujeitos dormiram cerca de 6 horas e alguns minutos, praticamente não diferindo entre si. Um interessante estudo realizado por (Buman, Hekler, & Bliwise, 2010) avalia os efeitos do exercício de endurance moderado a intenso na intra-variabilidade individual do sono em adultos sedentários com idade superior a 55 anos e queixas de sono; após 12 meses de treino intenso, os autores observaram uma redução nas flutuações da latência ao sono ao longo das noites, o que indica que o exercício de treino melhora a qualidade de sono e pode promover uma redução da insónia inicial, independentemente do tempo de sono ou hora de levantar.

Voltando ao nosso estudo e focando-nos no facto de ambos os grupos terem dormido pouco mais de 6 horas, constatamos que este valor se encontra abaixo do recomendado para a faixa etária em questão, pois segundo os valores de referência, as necessidades diárias de sono no adolescente rondam as 8 a 10 horas de sono por noite e no adulto 5 a 8 horas por noite (idealmente, mais de 7 horas) (Fernandes, 2006).

Analisando agora os microdespertares encontrados, verificamos que na comparação entre o início de época e o fim do 1º ciclo, o índice é ligeiramente inferior na fase de sobrecarga (menos de um evento/hora), no entanto o número de despertares totais diminui cerca de 17 eventos, sendo esta diminuição feita principalmente à custa da redução dos despertares espontâneos. Os microdespertares estão diretamente ligados à fragmentação do sono, e sejam eles mais ou menos breves, estão associados a uma resposta simpático-adrenal que afecta negativamente a qualidade do sono. Os atletas que não conseguem um sono reparador podem acumular um volume de cansaço, que predisponha para atingir o estado de *overtraining* (Samuels, 2008).

Também a percentagem de ronco varia, neste caso aumentando para cerca do dobro na fase de carga. Outro dos parâmetros que aumenta é o índice de movimentos das pernas que sobe cerca de 1,5 eventos por hora.

Considerando agora a comparação sedentários/nadadores em fim de 1º ciclo, nos eventos detetados durante as polissonografias realizadas, verificou-se que os microdespertares apresentaram maior prevalência no grupo controlo, com um índice de microdespertares de 9 a 12 eventos por hora de sono

(média 10,24 eventos/hora) comparativamente ao grupo experimental que revelou 7 a 12 microdespertares por hora de sono (média 9,51 eventos/hora). Um estudo realizado em adolescentes por Brand, Gerber, *et al.*, (2010) refere que os atletas têm um melhor padrão de sono, que se traduz num sono com melhor qualidade, menor latência ao sono e menos despertares durante a noite, o que corrobora os nossos achados. No nosso estudo, o número de despertares espontâneos foi o que mais contribuiu para o número total de microdespertares e por conseguinte, para o índice de microdespertares em ambos os grupos. Embora o índice de microdespertares no grupo controlo seja superior a 10 eventos/hora, encontrando-se portanto acima dos valores de referência, tal não deve ser valorizado uma vez que este índice pode ser encontrado em indivíduos normais, na primeira noite num laboratório de sono, condição que se verifica para os nossos jovens sedentários, os quais realizaram pela primeira vez um estudo polissonográfico num laboratório (Silveira & Faria, 2006).

O índice de movimentos periódicos das pernas revelou-se significativamente maior no grupo de nadadores, tendo-se observado valores entre 7 a 14 eventos por hora de sono (10,26 eventos/hora), ao passo que no grupo de sedentários ocorreram 5 a 8 eventos por hora de sono (6,36 eventos/hora). Também o número de despertares associados ao movimento dos membros inferiores apresentou maiores valores nos jovens nadadores (média 11,00 despertares), comparativamente aos jovens sedentários (média 7,21 despertares), assim como a incidência de ronco. Conforme as novas recomendações da *International Classification of Sleep Disorders*, no adulto o índice de movimentos periódicos das pernas terá de ser superior a 15 eventos por hora de sono para que exista algum significado clínico; contudo, mesmo um índice alto com associação a despertares, apresenta fraca correlação com distúrbios do sono sintomáticos (Walters, Lavigne, & Hening, 2007). Segundo estes valores de referência, concluímos que os valores de índice de movimentos periódicos das pernas obtidos no nosso grupo experimental não se revestem de relevância clínica.

Voltando à comparação dos nadadores nos 2 momentos em avaliação, a SpO₂, demonstra sempre variações inferiores a 1%, pelo que podemos afirmar que a resposta da capacidade de perfusão é na fase de carga semelhante à a pré-época (fase de repouso).

No que à frequência cardíaca diz respeito, verificamos que quer a média, quer os valores em REM e em NREM, apresentam valores mais baixos, cerca de menos 5 batimentos por minuto no final do 1º ciclo.

Relativamente aos valores de SpO₂ e FC na comparação entre sedentários e nadadores (fase de sobrecarga), não se observaram diferenças significativas.

Quanto à FC, os valores médios obtidos são superiores no grupo dos nadadores. No entanto quando separamos por estadios de sono, verificamos que em sono REM e sono NREM foram ligeiramente inferiores no grupo experimental. A FC média foi o único parâmetro que apresentou valores mais elevados no grupo de nadadores (média 55,43 bpm), comparativamente ao grupo de sedentários (média 51,31 bpm). Para ambos os grupos, a FC apresentou-se mais baixa durante o sono NREM, o que vai de encontro aos

dados encontrados na literatura que indicam que durante o sono NREM a FC desce, apresentando contudo grande variabilidade durante a fase REM (Rente & Pimentel, 2004). Um programa de exercício aeróbio resulta num conjunto de alterações hemodinâmicas, morfológicas e metabólicas que dependem da modalidade, duração, intensidade e frequência de exercício, pelo que a função cardiovascular também vai sofrer adaptações fisiológicas em resposta à maior procura metabólica produzida pelo exercício (Brum, Forjaz, & Tinucci, 2004; Penas *et al.*, 2009).

Comparando agora no grupo dos nadadores a avaliação do cortisol nos dois momentos em que a mesma foi feita, constatamos que o valor do acordar é sempre mais alto que o do deitar, o que concorda com o comportamento esperado pela existência de um pico de cortisol no acordar matinal (Adam *et al.*, 2010; Paiva & Penzel, 2011; Rea *et al.*, 2012).

Quando procuramos perceber se a forma como se dorme influencia o cortisol que encontramos ao levantar, verificamos que as diferenças não permitem retirar grandes conclusões, já que no início de época o modelo de análise nos deixa na expectativa de os nadadores dormirem mais profundamente e em consequência disso efetuarem uma melhor recuperação física e cognitiva (mais sono fase 3 e mais sono REM) induz a uma menor produção de cortisol matinal, ou seja menor stresse ao acordar. Este achado contraria o expresso por outros autores que referem que a quantidade de sono REM é diretamente proporcional à produção de cortisol (Paiva & Penzel, 2011; Rea *et al.*, 2012). Na análise efectuado no fim do 1º ciclo, com os atletas sujeitos em teoria a maior stresse, não só os níveis de cortisol são mais baixos, quer ao deitar, quer ao levantar, como os parâmetros que mais influenciam o cortisol matinal, são a melhor eficiência de sono e o cortisol mais elevado ao deitar. Estes predizem um cortisol mais baixo ao levantar, logo menos stresse matinal. Sabendo que a análise efectuada é assumidamente ajustada, não poderemos deixar de mencionar que a generalidade dos autores refere que mais intensidade de treino, conduz a valores superiores de cortisol (stresse), mas na nossa amostra os valores do fim de 1º ciclo (maior sobrecarga), são mais baixos que na fase de repouso, ou início de época (Hejazi & Hosseini, 2012; Lac & Berthon, 2000; McGuigan *et al.*, 2004; Rama, 2009). Face aos resultados, não podemos deixar de mencionar que a utilização do cortisol deve merecer alguma reserva, já que a quantidade de estímulos que podem intervir na sua variabilidade é demasiado extensa (Bonifazi *et al.*, 2000).

Na análise aos resultados dos estados de humor, no grupo dos nadadores constatamos que o este tem sempre resultados significativamente mais baixos em todas as escalas que o grupo utilizado como referencia, mantendo no entanto um perfil consentâneo com o encontrado na literatura (Viana *et al.*, 2001). A influência do treino ainda que de forma não significativa, faz-se notar, já que os valores seguem uma tendência que indica mais vigor na fase de treino intenso, ainda que na nossa amostra haja também um ligeiro aumento da tensão, depressão, irritação, fadiga e confusão, o que sabendo nós que os momentos de treino intenso (fim de ciclos), precedem momentos de *tapper*, ou seja de redução da carga de treino e preparação para a competição, parece ter alguma coerência.

Já quanto à análise realizada por MRLS, tentando perceber a ligação dos estados de humor à forma “como dormem”, constatamos que na fase inicial da época, onde os atletas estão longe da pressão dos treinos e da competição eram os valores da tensão e da fadiga os que mais condicionavam o sono. De facto os atletas com maior tensão, são supostamente os que necessitam de mais horas de sono, mas também os que dormem de forma mais eficiente. Também (de forma expectável) os que apresentaram níveis mais elevados de fadiga, são os que adormecem de forma mais célere. Ainda de forma muito ténue (francamente ajustada), poderíamos dizer que mais fadiga, revela mais necessidade de horas de sono, bem como mais necessidade de sono fase 3 e de sono REM, o que se tivermos em conta que é predominantemente nestas fases que acontece a recuperação física e cognitiva, parece revelar coerência. Nesta linha de frágeis ligações é ainda possível ver uma ligação entre a maior depressão, e a maior necessidade de tempo total de sono, bem como a maior depressão predizer também uma maior eficiência do sono. A eficiência do sono é maior nos atletas com maiores índices de confusão.

Na fase fim de 1º ciclo, constatamos que baixo vigor demonstra uma maior eficiência do sono e podemos afirmar que este mesmo parâmetro demonstrou estar relacionado, de forma marginal, com os parâmetros de latência e % Sono REM, predizendo mais latência e menos sono REM.

3.3.5 Conclusão

Em conclusão podemos afirmar que os nadadores em época de treino (que coincide com a época escolar) dispõem de menos tempo para estar na cama, o que é consensual com outros trabalhos de investigação na área, havendo uma relação directa com os treinos demasiado matutinos. Esta menor disponibilidade compromete o tempo de sono e altera os parâmetros da arquitetura do sono. Neste estudo, como noutros por nós referidos os atletas dormem menos em fase de treinos, quer quando comparamos com sedentários, quer quando comparados com a sua fase de repouso, mas tal fica a dever-se à menor disponibilidade para estar na cama.

Os resultados indicam que existem diferenças no padrão de sono apresentado pelos jovens nadadores em treino intenso, quando comparados a indivíduos sedentários, dentro da mesma faixa etária. As principais diferenças na arquitetura do sono são a maior percentagem de sono N2 e as menores percentagens de sono N3 e REM observadas nos nadadores, tendo-se também verificado menores latências (com exceção da latência ao sono REM) e uma maior eficiência do sono.

Na comparação com estudos que também avaliaram a eficiência do sono, os nossos nadadores têm quer na fase de repouso, quer na fase de sobrecarga de treino, uma elevada eficiência de sono, que melhora na fase de incremento da magnitude da carga de treino, ao contrário do estudo efectuado por Sargent *et al.* onde a eficiência é baixa e ainda desce mais em fase de treino (Sargent *et al.*, 2012). Já

Forndran *et al.* que também estudou nadadores encontrou baixa eficiência de sono, mas se os treinos não forem matutinos essa eficiência melhora com estes (Forndran *et al.*, 2012).

Outra das referências encontradas é a de que o sono de ondas lentas (N3) e o sono REM aumenta com o exercício; na nossa amostra tal não se verifica.

O comportamento dos microdespertares está em linha com a eficiência do sono, já que estes diminuem na fase de treino e a eficiência do sono melhora, comprovando que uma menor fragmentação do sono, o torna mais eficiente.

Relativamente aos eventos encontrados, os nadadores apresentaram um índice de movimentos periódicos das pernas mais elevado, acompanhado de um maior número de despertares associados ao movimento e uma maior incidência de ronco. Os valores de SpO₂ durante o sono foram ligeiramente mais elevados nos atletas e a FC mais baixa, comparativamente ao grupo controle. Podemos, de um modo geral, concluir que estes achados se encontram concordantes com os resultados da literatura encontrados e os estudos já realizados.

Os parâmetros polissonográficos obtidos para estes atletas, embora ligeiramente diferentes dos encontrados em indivíduos normais, não praticantes de nenhuma modalidade, traduzem uma boa qualidade de sono e um padrão de sono considerado saudável nesta população.

A utilização do cortisol, como marcador de stresse, neste nosso estudo não se revelou consentânea com a literatura, já que encontramos valores mais baixos nas fases de maior intensidade de treino e também não verificamos a associação que é descrita entre o cortisol e a quantidade de sono REM. Há no entanto um dado novo, que nos parece importante e que é o facto de uma maior eficiência de sono, gerar menos cortisol matinal, podendo assumir-se que dormir melhor alivia o stresse do acordar.

Já a utilização do POMS revelou um perfil de estados de humor semelhante ao encontrado por outros autores, o que pressupõe que a nossa amostra tem semelhanças com o que está descrito para atletas. Na tentativa de perceber se as alterações encontradas no sono, podiam ter uma relação com os estados de humor, verificamos que de forma não muito explícita é possível encontrar ligações entre os estado de humor e a forma como se dorme.

Verificamos que na fase de repouso os sujeitos a maior tensão e fadiga, são os que dormem mais horas, estando ainda a maior tensão ligada a um sono mais eficiente e a maior fadiga a uma menor latência.

Quanto à fase fim de 1º ciclo as ligações são demasiado ténues, apesar de se poder afirmar que menos vigor é preditivo de maior eficiência do sono.

O exercício intenso, mesmo na presença de menores tempos de sono, influencia a eficiência de sono que aparece aumentada. No entanto o sono apresenta-se mais superficial, podendo o tempo passado em sono profundo revelar-se insuficiente, para a recuperação dos atletas.



3.4. Estudo 4 - Qualidade do sono na pré e pós-competição em jovens nadadores

3.4.1 Introdução

No campo desportivo de elevado nível competitivo a obtenção de mais e melhores resultados é uma preocupação constante dos agentes envolvidos. Deste modo, a melhoria de marcas e a quebra de recordes é possível pela uma rigorosa seleção de praticantes, bem como pela implementação de sistemas e programas de treino sustentados nos contributos de diversas ciências aplicadas ao desporto, tais como a medicina, fisiologia, psicologia, biomecânica, entre outras (Bompa & Carrera, 1999).

No caso específico da natação, esta é considerada um desporto distinto de todos os outros devido às características do meio onde é praticado. O objetivo do treino na natação é aumentar a força propulsiva e diminuir a força de resistência hidrodinâmica, ou seja, “nadar mais rápido e com menor custo energético” (Marinho *et al.*, 2010; Millet & Candau, 2002).

Nos atletas de uma deficiente qualidade de sono podem decorrer prejuízos no seu rendimento em treino ou em competição (Antunes, Andersen, Tufik, & De Mello, 2008; Mello *et al.*, 2005; Owens, 2009).

Considerando a influência das variáveis relacionadas com o exercício físico, a magnitude da carga de treino expressas pela intensidade e o volume assumem particular importância. Quando a sobrecarga acontece até um valor ideal, de acordo com a tolerância individual e a correspondente capacidade de adaptação, esta conduz a uma melhor resposta na qualidade do sono (D. Erlacher, *et al.*, 2011; Mello, Esteves, Comparoni, Benedito-Silva, & Tufik, 2002). Por outro lado, a insuficiência ou sobrecarga excessiva da magnitude do exercício poderá induzir uma influência negativa direta sobre a qualidade do sono, promovendo a sua desorganização (Erlacher *et al.*, 2011; Hoshikawa *et al.*, 2010).

É igualmente referido na literatura que a prática de exercício físico regular induz a presença de um maior número de movimentos periódicos das pernas durante o sono, devido ao facto dos sujeitos estarem frequentemente em situação de estimulação para a atividade motora, induzindo portanto a ocorrência de uma maior frequência de estímulos musculares (Ekstedt, Soderstrom, Perski, & Akerstedt, 2006; S. D. Youngstedt, 2005). No caso dos atletas de alta competição, como é o caso de nadadores, esta condição, condiz com uma de exposição frequente (Costa *et al.*, 2010; Wilson & Shaw, 2011).

Este estudo pretendeu avaliar e comparar a qualidade do sono de jovens nadadores submetidos a um processo regular de treino num momento pré-competição, com a que se observa num momento pós-competição.

3.4.2 Metodologia

A amostra deste estudo é constituída por 14 atletas cujos critérios de inclusão foram: indivíduos do género masculino, sem diagnóstico de qualquer tipo de patologia, praticantes de NPD, com idades compreendidas entre os 16 e 23 anos, pertencentes à mesma equipa (para deste modo garantir a exposição às a mesmas rotinas e cargas de treino) e apurados para uma competição considerada de importância máxima a culminar a época desportiva de Inverno (Março).

No segundo momento, apenas foram avaliados 10 nadadores uma vez que 4 dos atletas da amostra não terem competido por motivos vários (por lesão, opção técnica, etc), e portanto não responderem aos critérios de inclusão do momento pós-competição.

No 1º momento (pré-competição) os atletas foram avaliados no início do período de preparação direta para a competição (TAPER), imediatamente após o microciclo 28, correspondendo a um microciclo de “impacto”. Como principais características salienta-se uma frequência de 10 sessões de treino semanal e um volume de treino de água próximo dos 60.000 metros, com intensidade muito elevada, incluindo diversas tarefas com intensidade semelhante à objetivada em competição (ritmo de prova-RP); manutenção da capacidade aeróbia para o grupo de nadadores especialistas de provas de fundo (1500 metros) e bastante trabalho na zona anaeróbica aláctica para os velocistas. A polissonografia foi efectuada das 19 às 21 horas, nos três dias iniciais do microciclo, após o treino da tarde e depois de uma refeição que seguiu o padrão nutricional habitual.

O 2º momento de avaliação, após a competição, foi igualmente realizado 2 a 3 dias depois da competição desportiva, sendo que nenhum deles voltou a treinar entre a competição e a recolha da polissonografia.

A todos os indivíduos foi realizada polissonografia classe 1, recolha da saliva ao deitar e ao levantar para determinação do cortisol salivar e foi aplicado o questionário POMS-Sf 21 ao deitar para avaliação do estado de humor. Os procedimentos e o tratamento de resultados foram os definidos no capítulo de metodologia.

Para a descrição dos parâmetros analíticos avaliados na amostra em estudo recorreremos às medidas descritivas simples (medidas de tendência central e de dispersão). No que diz respeito à decisão dos modelos estatísticos tivemos em conta a avaliação dos pressupostos de simetria, curtose e de aderência à normal.

Quanto às decisões estatísticas, no que diz respeito à inferência, os modelos aplicados foram: o teste t-Student para amostras emparelhadas, T de Wilcoxon. Quanto à construção de um modelo preditor

sobre a qualidade do sono em atletas de competição também recorreremos ao Modelo de Regressão Linear Simples pelo Método dos Mínimos Quadrados. Para a avaliação da Qualidade do Ajustamento do Modelo de Regressão recorreu-se à Análise de Variância de Regressão ($F\Delta$). Para a estimação da fração de variabilidade da variável critério (dependente) que seria explicada pelo modelo recorreu-se ao Coeficiente de Determinação (R^2). Quanto mais próximo de 1 estiver R^2 melhor será o poder explicativo do modelo de regressão ajustado. Quanto à avaliação do efeito de cada variável preditora no modelo de regressão recorreu-se à estimação quer dos coeficientes de regressão não estandardizado e respetivo erro padrão ($\beta_i(\sigma_{\beta_i})$) quer do respetivo coeficiente estandardizado (β_i) com recurso ao teste t-Student.

A interpretação estatística foi realizada com base no nível de significância de $p\text{-value} \leq 0,05$ com um intervalo de confiança de 95%. Para o tratamento dos dados utilizaram-se os seguintes softwares: IBM SPSS Statistics e MedCalc Statistical Software.

3.4.3 Resultados

3.4.3.1 Desportivos

Importa começar por referir os resultados obtidos pelos nadadores nas competições que medeiam as 2 avaliações, de forma a podermos percepcionar a sua eventual influência, nos parâmetros fisiológicos dos atletas. A tabela 25 apresenta os resultados médios obtidos no campeonato pelos nadadores e a relação percentual dos mesmos com a sua melhor marca.

Tabela 25: Valores médios, desvio padrão, mínimo e máximo dos resultados obtidos nos campeonatos em pontos FINA e em % da melhor marca..

	Média	Dp	Min	Máx
Pontos FINA	622,20	56,50	510	716
% da melhor marca pessoal	97,60	6,46	90,5	113

3.4.3.2 Sono

A análise do comportamento da variabilidade dos parâmetros, relativos à arquitetura do sono, entre a pré-competição e a pós-competição está apresentado na tabela 26.

Da análise dos dados, verificamos que não existem diferenças no valor médio entre a pré e a pós-competição em nenhum dos parâmetros referentes à arquitetura do sono, no estudo polissonográfico realizado (p -value $<0,05$).

No entanto a arquitetura do sono revelou variações que do ponto de vista fisiológico podem ter significado. Desde logo com um TTA igual, os atletas na pós-competição têm um TTS ligeiramente superior (7 minutos). Relativamente à eficiência do sono, esta teve uma variação inferior a 1%, sendo superior no momento pós-campeonatos.

A Latência ao sono em N1, N2, N3 e REM foi sempre maior antes da competição: N1 +7 minutos; N2 +7 minutos; N3 +6 minutos; REM +29 minutos.

As fases do sono NREM: N1, N2 e N3 o momento de avaliação em pré-competição, apresentou percentagens incipientemente mais elevadas. Já na fase REM esta tendência foi contrária às fases do sono NREM, sendo o valor mais alto, o da fase pós-competição (p -value= 0.057).

Tabela 26: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação dos parâmetros da arquitetura do sono na avaliação pré e pós competição.

	Fase	Média	Dp	IC. 95%	p	
Tempo Total Analisado TTA) (minutos)	Pré-campeonatos	415,17	39,77	392,21	438,13	0,92
	Pós-campeonatos	416,38	18,13	403,41	429,35	
Tempo Total de Sono (TTS) (minutos)	Pré-campeonatos	394,24	38,76	371,86	416,62	0,57
	Pós-campeonatos	401,39	20,61	386,65	416,13	
Tempo de Vigília (minutos)	Pré-campeonatos	14,82	15,01	6,16	23,49	0,79
	Pós-campeonatos	13,44	9,13	6,91	19,97	
Eficiência do sono (%)	Pré-campeonatos	96,33	3,63	94,23	98,42	0,58
	Pós-campeonatos	97,07	2,38	95,37	98,77	
Latência ao sono em N1 (minutos)	Pré-campeonatos	21,93	13,04	14,39	29,46	0,10
	Pós-campeonatos	14,90	6,92	9,95	19,85	
Latência ao sono em N2 (minutos)	Pré-campeonatos	25,14	14,49	16,78	33,51	0,14
	Pós-campeonatos	18,40	6,72	13,59	23,21	
Latência ao sono em N3 (minutos)	Pré-campeonatos	38,64	20,36	26,89	50,39	0,39
	Pós-campeonatos	32,60	9,52	25,79	39,41	
Latência ao sono em REM (minutos)	Pré-campeonatos	131,96	48,56	103,93	160,00	0,13
	Pós-campeonatos	102,85	38,52	75,29	130,41	
Fase N1 (%)	Pré-campeonatos	3,08	1,86	2,00	4,16	0,19
	Pós-campeonatos	2,24	,65	1,78	2,70	
Fase N2 (%)	Pré-campeonatos	48,36	5,13	45,39	51,32	0,22
	Pós-campeonatos	45,16	7,34	39,91	50,41	
Fase N3 (%)	Pré-campeonatos	27,36	9,66	21,78	32,94	0,83
	Pós-campeonatos	26,38	12,54	17,41	35,35	
Fase REM (%)	Pré-campeonatos	14,48	3,81	12,28	16,68	0,06
	Pós-campeonatos	18,18	5,25	14,43	21,93	

Legenda: Dp (Desvio Padrão)

A análise dos eventos durante o sono, em cada um dos momento momentos do estudo está apresentada na tabela 27. Verificámos que não existem diferenças nos valores médios, entre a pré e a pós-competição em nenhum dos três parâmetros estudados (p -value >0.05).

O Índice de Microdespertares apresenta o mesmo valor nos dois momentos de avaliação, enquanto a percentagem de roncopatia, é ligeiramente mais elevada no momento pré-competição, o mesmo acontecendo com os movimentos periódicos das pernas.

Tabela 27: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação dos eventos ocorridos no grupo dos nadadores nas fases de pré e pós-competição.

	Fase	Média	Dp	IC. 95%		p
Índice de Microdespertares (nº/h)	Pré-campeonatos	13,51	2,54	12,05	14,98	0,95
	Pós-campeonatos	13,59	3,49	10,92	14,57	
Ronco (%)	Pré-campeonatos	17,49	12,92	10,03	24,95	0,50
	Pós-campeonatos	13,19	18,09	0,40	28,91	
Índice de movimentos periódicos das pernas (nº/h)	Pré-campeonatos	12,75	6,091	9,23	16,27	0,25
	Pós-campeonatos	9,83	5,018	5,98	13,69	

Legenda: Dp (Desvio Padrão)

Por fim, foram avaliadas as saturações de O₂, nos seus valores médios e mínimos, assim como da sua variabilidade nas duas fases principais do sono (NREM E REM), tendo também sido discriminada a variação da frequência cardíaca nestes dois estados do sono, como podemos verificar na tabela 28.

Também na análise dos dados da tabela seguinte podemos concluir que não se verificaram diferenças médias significativas entre a pré e a pós-competição em nenhum dos parâmetros estudados (p-value >0,05).

Ou seja, constatamos que a SpO₂, e a frequência cardíaca não apresentaram uma variação relevante entre as condições testadas.

Tabela 28: Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança (IC) e valor da significância da comparação das saturações de O₂ e frequência cardíaca no grupo dos nadadores nas fases de pré e pós-competição.

	Fase	Média	Dp	IC. 95%	p	
SpO ₂ Média (%)	Pré-campeonatos	97,38	,66	96,99	97,76	0,71
	Pós-campeonatos	97,26	,87	96,63	97,89	
SpO ₂ Mínimo (%)	Pré-campeonatos	94,21	1,12	93,57	94,86	0,73
	Pós-campeonatos	94,40	1,43	93,38	95,42	
SpO ₂ em REM (%)	Pré-campeonatos	97,53	,49	97,25	97,81	0,57
	Pós-campeonatos	97,38	,78	96,82	97,94	
SpO ₂ em NREM (%)	Pré-campeonatos	96,99	,63	96,62	97,35	0,63
	Pós-campeonatos	96,84	,86	96,23	97,45	
Frequência Cardíaca (bpm)	Pré-campeonatos	56,54	6,49	52,79	60,29	0,41
	Pós-campeonatos	54,03	7,97	48,33	59,73	
Frequência Cardíaca (bpm)	Pré-campeonatos	52,03	4,16	49,63	54,43	0,43
	Pós-campeonatos	50,54	4,86	47,06	54,02	
Frequência Cardíaca (bpm)	Pré-campeonatos	50,66	4,52	48,05	53,27	0,39
	Pós-campeonatos	48,89	5,25	45,14	52,64	

Legenda: Dp (Desvio Padrão); bpm (batimentos por minuto)

3.4.3.3 Cortisol

Na avaliação do cortisol, começamos por realizar uma comparação das médias e desvio-padrão de ambos os momentos ao deitar e ao levantar:

Tabela 29: Valores médios, desvio padrão, da comparação dos valores do cortisol salivar à noite e de manhã no grupo dos nadadores nas fases de pré e pós-competição.

	Pré-campeonato (n=8) Média (Desvio padrão)	Pós-campeonato (n=5) Média (Desvio padrão)	p
Cortisol (noite)	0,047 (0,019) µg/dl	0,059 (0,056) µg/dl	0,540
Cortisol (manhã)	0,145 (0,058) µg/dl	0,147 (0,078) µg/dl	0,953

No momento pré-competição, constatamos que as médias quer ao deitar, quer ao acordar, são mais baixas antes da competição, do que após a competição. As diferenças são mais evidentes ao deitar, sendo quase irrelevantes no cortisol da manhã.

No 2º momento de análise fomos à procura de quais os parâmetros de sono com capacidade preditiva do valor do cortisol matinal. Na fase pré-competição são os seguintes os valores encontrados:

Tabela 30: Valores preditores da arquitetura do sono para o cortisol salivar matinal, dos nadadores na fase pré-competição,

Fase: Pré-competição	Preditores	$\hat{\beta}_i$ ($\hat{\sigma}_{\hat{\beta}_i}$)	(β)	t(p)	R ²
	%Fase 3	-0,001(0,003)	-0,174	ns	0,03
	%Fase REM	0,009(0,005)	0,592	ns	0,351
Manhã	Eficiência Sono	0,005(0,006)	0,315	ns	0,099
(n=8)	Latência S1	-0,002(0,001)	-0,623	-1,950(0,099)	0,388
	TTS	0,001(0,0001)	0,757	2,836(0,030)	0,573
	Cortisol (noite)	1,558(1,083)	0,506	1,438(0,200)	0,256

Legenda: Variável critério: Cortisol; $\hat{\beta}_i$: coeficiente de regressão não estandardizado; $\hat{\sigma}_{\hat{\beta}_i}$: erro padrão; β : coeficiente de regressão estandardizado; t – teste t-Student para a estimação dos coeficientes de regressão; R²: coeficiente de determinação; ns: p>0,05.

Nesta fase de pré-competição os índices de cortisol matinal foram explicados pelos preditores “tempo total” “latência” e de forma marginal pelo “cortisol da noite”. Os modelos de regressão apresentaram um bom ($R^2_{\text{tempo total}} = 57,3\%$) e franco ajustamento ($R^2_{\text{latência S1}} = 38,8\%$; $R^2_{\text{cortisol (noite)}} = 25,6\%$).

Os atletas com maior número de horas totais de sono vieram a predizer níveis mais elevados de cortisol matinal. Esta variação foi predita em 75,7% ($Beta=0,757$) pelo número de horas totais de sono. Podemos verificar, que níveis mais elevados de ansiedade matinal, ou seja cortisol mais alto, estiveram associados a um número maior de horas totais de sono. O mesmo comportamento se observou ao nível do preditor %fase REM ($Beta=0,592$), apesar do seu impacto não ser significativo.

Já com a latência ao sono, constatamos que os atletas que levaram mais tempo a adormecer, demonstraram níveis mais baixos de ansiedade no dia seguinte. Podemos pois afirmar que os níveis de cortisol matinal foram preditos pelo tempo necessário para adormecer em 62,3% ($Beta=-0,623$) dos atletas.

Quanto aos níveis de cortisol medidos ao deitar, não revelaram um efeito significativo e preditor dos níveis de cortisol ao acordar. Podemos afirmar que, tendencialmente o atleta que apresenta valores mais elevados de cortisol ao acordar, também já se deitara com níveis elevados no dia anterior.

Os restantes parâmetros do sono não revelaram um efeito preditor na variabilidade do cortisol durante o período da manhã.

A tabela 31 expressa os valores da fase pós-competição:

Tabela 31: Valores preditores da arquitetura do sono para o cortisol salivar matinal, dos nadadores na fase pós-competição,

Fase: Pós-competição	Preditores	$\hat{\beta}_i$ (SE)	(β_i)	t(p)	R ²
	%Fase 3	-0,003(0,003)	-0,583	ns	0,340
	%Fase REM	0,008(0,004)	0,792	2,249(0,110)	0,628
Manhã (n=5)	Eficiência Sono	0,022(0,007)	0,869	3,037(0,056)	0,755
	Latência S1	-0,003(0,011)	-0,172	ns	0,030
	Tempo Total (TTS)	0,001(0,02)	0,143	ns	0,020
	Cortisol (noite)	0,272(0,791)	0,195	ns	0,038

Legenda: Variável critério: Cortisol; $\hat{\beta}_i$: coeficiente de regressão não estandardizado; SE: erro padrão; β_i : coeficiente de regressão estandardizado; t – teste t-Student para a estimação dos coeficientes de regressão; R²: coeficiente de determinação; ns: p>0,05.

Na fase pós-competição verificamos que a variação da ansiedade dos atletas, segundo os níveis de cortisol matinal, fora predita quer significativamente pela “eficiência do sono” quer marginalmente pela %Fase REM. Ambos os modelos de regressão revelaram um bom ajustamento (R²_{eficiência do sono}= 75,5%; R²_{%FaseREM/Per. Sono}= 60%).

Após a competição podemos afirmar que uma melhor eficiência do sono veio a predizer 86,9% (Beta=0,869) de níveis mais elevados de cortisol ao acordar.

A par do parâmetro da eficiência do sono, verificamos que os atletas com maior quantidade de sono REM, indicador de melhor recuperação cognitiva, apresentaram níveis de ansiedade matinal muito superiores segundo os valores de cortisol estimados. Este indicador analítico foi predito em 79,2% do comportamento dos nossos atletas no que diz respeito ao Sono REM.

Os restantes parâmetros do sono não revelaram um efeito preditor na variabilidade do cortisol durante o período da manhã.

3.4.3.4 Perfil Dos Estados De Humor (POMS-Sf21)

Realizamos com a aplicação do questionário POMS (avaliação dos estados de humor), uma análise estatística semelhante à realizada para o cortisol. Assim numa primeira análise comparamos as médias das várias escalas nas duas fases em análise e numa segunda análise realizamos por MRLS uma avaliação de como os estados de humor podiam predizer a avaliação do sono.

A tabela 32 apresenta os valores médios encontrados nas 2 fases em análise e a respectiva comparação com os valores retirados do trabalho de Terry e Lane referidos por Rama (2009), para grupos em pré competição.

O nosso grupo apresenta de forma significativa valores mais baixos em todas as escalas com exceção da fadiga onde apresenta valores mais altos. Este mesmo perfil já tinha sido obtido no nosso estudo anterior. Mais uma vez a principal diferença para o grupo que nos serve de referencia é na escala da irritação, onde os nossos nadadores apresentam diferenças superiores a 90% para menos. Já quanto à fadiga os nossos nadadores estão 1% acima dos atletas do grupo de referencia.

Tabela 32: Valores das escalas do POMS (Média e Desvio Padrão), comparando os valores de Terry e Lane para a pré-competição com os nadadores em pré-competição.

	Fase	Média	Dp	p
Tensão	Referência Pré-competição	8,75	7,13	<0,0001
	Pré-competição	4,07	2,97	
Depressão	Referência Pré-competição	6,90	8,69	<0,0001
	Pré-competição	1,79	2,19	
Irritação	Referência Pré-competição	8,29	7,92	<0,0001
	Pré-competição	0,79	1,19	
Vigor	Referência Pré-competição	16,65	6,20	<0,0001
	Pré-competição	8,36	3,91	
Fadiga	Referência Pré-competição	6,52	5,88	0,909
	Pré-competição	6,64	3,95	
Confusão	Referência Pré-competição	6,22	4,78	<0,0001
	Pré-competição	1,29	1,14	

Legenda: Dp (Desvio Padrão)

Na tabela 33, analisamos a aplicação das escalas no momento pós-competição, comparando também com os valores retirados do trabalho de Terry e Lane referidos por Rama (2009), para grupos em pós competição.

Nesta fase, constatamos uma aproximação, dos valores da nossa amostra, aos que utilizamos como referencia. Essa aproximação que está associada a um abaixamento dos valores de ambos os grupos, faz-se muito à custa de uma descida mais acentuada do grupo de referencia. Assim verificamos que as diferenças são significativas para as escalas de irritação, vigor e confusão, com valores menores no nosso grupo. As escalas de tensão e depressão apresentam no nosso grupo também valores mais baixos e a escala de fadiga apresenta o mesmo valor nos dois grupos.

Tabela 33: Valores das escalas do POMS (Média e Desvio Padrão), comparando os valores de Terry e Lane para a pós-competição com os nadadores em pós-competição.

	Fase	Média	Dp	p
Tensão	Referência Pós-competição	3,33	3,39	0,562
	Pós-competição	2,80	2,78	
Depressão	Referência Pós-competição	2,02	3,98	0,259
	Pós-competição	1,30	1,89	
Irritação	Referência Pós-competição	2,63	4,62	< 0,05
	Pós-competição	0,80	1,48	
Vigor	Referência Pós-competição	19,04	6,22	<0,0001
	Pós-competição	7,90	3,96	
Fadiga	Referência Pós-competição	5,70	5,22	1,00
	Pós-competição	5,70	6,09	
Confusão	Referência Pós-competição	3,35	3,17	<0,0001
	Pós-competição	1,00	1,33	

Legenda: Dp (Desvio Padrão)

Na tabela 34, comparamos a aplicação das escalas de POMS aos nadadores da nossa amostra em ambos os momentos: pré e pós competição.

Na comparação entre os dois momentos da nossa amostra, verificamos que ainda que de forma não significativa a fase pós-competição apresenta menos tensão, depressão, vigor, fadiga e confusão. O valor da irritação, é nos nossos nadadores sempre muito baixo apresenta uma diferença de 1% no sentido positivo.

Tabela 34: Valores das escalas do POMS (Média e Desvio Padrão), comparando os valores dos nadadores nos momentos pré e pós-competição.

	Fase	Média	Dp	p
Tensão	Pré-competição	4,07	2,97	1,06
	Pós-competição	2,80	2,78	
Depressão	Pré-competição	1,79	2,19	0,566
	Pós-competição	1,30	1,89	
Irritação	Pré-competição	0,79	1,19	0,026
	Pós-competição	0,80	1,48	
Vigor	Pré-competição	8,36	3,91	0,281
	Pós-competição	7,90	3,96	
Fadiga	Pré-competição	6,64	3,95	0,461
	Pós-competição	5,70	6,09	
Confusão	Pré-competição	1,29	1,14	0,565
	Pós-competição	1,00	1,33	

Legenda: Dp (Desvio Padrão)

Numa segunda análise quisemos perceber se a forma como os nadadores se sentem momentos antes de deitar, influencia o seu sono. Assim recorrendo a uma análise de MRLS e mantendo os parâmetros do sono, já selecionados para a análise com o cortisol, encontramos na fase de pré-competição os seguintes expressos na tabela 35:

Com podemos observar na tabela anterior, nenhum preditor revelou uma capacidade preditiva sobre os diferentes parâmetros da arquitetura do sono ($p > 0,05$). Porém, podemos afirmar que, nesta fase da competição (pré-campeonato), os atletas tendencialmente com maior vigor, tensão, irritação e maior fadiga manifestaram analiticamente maior aproveitamento do tempo de sono para dormir (maior eficiência de sono).

Também os atletas que demonstraram estar mais irritados e confusos necessitaram de um menor tempo para adormecer (*latência do sono*). Contudo, a presença de elevados níveis de irritação nesta fase da competição revelou interferir negativamente na quantidade de sono profundo (NREM fase III). No entanto, os atletas que demonstraram um melhor sono REM, demonstraram níveis mais elevados de fadiga, tensão e confusão ao deitar.

Tabela 35: Valores preditores do POMS para os parâmetros da arquitetura do sono dos nadadores na fase pré-competição

Fase de Estudo	Variáveis Critério	Preditores	β_1 (erro)	(β_2)	t(p)	R ²
Fase – Pré- Campeonato (n=14)	Eficiência do Sono	Fadiga	0,223(0,257)	0,242	0,866(0,404)	0,059
		Vigor	0,462(0,232)	0,498	1,988(0,070)	0,248
		Tensão	0,557(0,314)	0,456	1,775(0,101)	0,208
		Irritação	1,078(0,825)	0,353	1,306(0,216)	0,125
	Latência do Sono	Irritação	-4,016(2,949)	-0,366	-1,362(0,198)	0,134
		Confusão	-3,275(3,169)	-0,286	-1,034(0,322)	0,082
	% Sono Fase III	Irritação	-2,529(2,231)	-0,311	-1,134(0,279)	0,097
		Fadiga	0,276(0,267)	0,286	1,033(0,322)	0,082
	% Sono REM	Tensão	0,330(0,358)	0,257	0,922(0,375)	0,066
		Confusão	0,984(0,924)	0,294	1,065(0,308)	0,086

Legenda: Variável critério: Cortisol; β_1 : coeficiente de regressão não estandardizado; σ_{β_1} : erro padrão; β_2 : coeficiente de regressão estandardizado; t – teste t-Student para a estimação dos coeficientes de regressão; R²: coeficiente de determinação.

A tabela 36 demonstra a mesma análise na fase pós-competição:

Após a competição constatamos que os índices da escala de POMS que revelaram um efeito explicativo e preditor de algumas características da arquitetura do sono foram o vigor a irritação e marginalmente a depressão. Os modelos de regressão apresentaram um bom ($R^2_{\text{vigor_tempo_total}}=56,5\%$) e franco ajustamento ($R^2_{\text{irritação_%Sono_Rem}}=46,2\%$; $R^2_{\text{depressão_%Sono_Rem}}=31,8\%$).

Podemos afirmar que níveis elevados de vigor manifestados pelos atletas nesta fase pós-competição prediziam maior número de horas totais de sono. Também atletas que revelaram níveis de irritação e depressão mais elevados após o campeonato desenvolveram quantitativamente um maior número de horas de sono profundo que lhes permitia recuperar mentalmente.

Contudo, apesar dos restantes indicadores da escala de POMS não predizerem alterações significativas na qualidade do sono em geral, podemos constatar que tendencialmente os atletas mais cansados, com presença de níveis elevados de tensão, apesar de menores índices de confusão desenvolveram um maior número de tempo total de sono.

Também ao nível da eficiência do sono, os atletas que perceberam menor fadiga, maior vigor e tensão demonstraram analiticamente uma melhor eficiência de sono.

No que diz respeito à latência, verificamos que níveis de cansaço, depressão e irritação mais elevados associavam-se a uma maior latência ao sono. Também, os atletas que manifestaram níveis elevados de fadiga apresentaram maior quantidade de sono profundo NREM fase 3, mas menor

quantidade de REM. Por fim, níveis de tensão e confusão mais elevados no pós-competição demonstraram uma tendência para que os atletas apresentassem maior quantidade de sono REM.

Tabela 36: Valores preditores do POMS para os parâmetros da arquitetura do sono dos nadadores na fase pré-competição,

Fase de Estudo	Variáveis Critério	Preditores	β_1 (σ_{β_1})	(β_1)	$t(p)$	R^2
Fase – Pós- Campeonato (n=10)	Tempo Total	Fadiga	-1,551(1,063)	-0,458	-1,459(0,183)	0,210
		Vigor	3,916(1,214)	0,752	3,225(0,012)	0,565
		Tensão	3,929(2,222)	0,530	1,768(0,115)	0,281
		Confusão	-7,644(4,750)	-0,494	-1,609(0,146)	0,245
	Eficiência do Sono	Fadiga	-0,176(0,123)	-0,450	-1,424(0,192)	0,202
		Vigor	0,297(0,185)	0,494	1,608(0,147)	0,244
		Tensão	0,343(0,277)	0,400	1,236(0,252)	0,160
	Latência do Sono	Fadiga	0,354(0,381)	0,312	0,928(0,381)	0,097
		Depressão	1,100(1,235)	0,300	0,891(0,399)	0,090
		Irritação	1,418(1,579)	0,303	0,898(0,395)	0,092
	% Sono Fase III	Fadiga	0,875(0,659)	0,425	1,328(0,221)	0,181
		Fadiga	-0,358(0,277)	-0,416	-1,293(0,232)	0,173
Depressão		1,566(0,811)	0,564	1,930(0,090)	0,318	
Tensão		0,886(0,589)	0,470	1,504(0,171)	0,220	
Irritação		2,416(0,922)	0,680	2,620(0,031)	0,462	
% Sono REM	Confusão	1,594(1,272)	0,405	1,253(0,246)	0,164	

Legenda: Variável critério: Cortisol; β_1 : coeficiente de regressão não estandardizado; σ_{β_1} : erro padrão; (β_1) : coeficiente de regressão estandardizado; t – teste t-Student para a estimação dos coeficientes de regressão; R^2 : coeficiente de determinação; ns: $p > 0,05$.

3.4.4 Discussão

De acordo com a revisão da literatura este estudo é o primeiro que expõe a adaptação do padrão do sono em nadadores experientes, evidenciando a estabilidade perante desafios competitivos importantes. O sono ocupa uma grande parte do dia e cerca de um terço da vida do ser humano, tendo sido altamente conservado ao longo da evolução pelas espécies animais, sugerindo portanto que este detém uma função fisiológica importante (Alóe & da Silva, 2000; Paiva, 2006).

Nos últimos anos tem sido possível demonstrar que para além do repouso, o sono é também fundamental na manutenção do humor, memória e performance cognitiva. Possui ainda um papel essencial na função endócrina e sistema imunitário sendo afectado pelos estilos de vida, nível de exercício, por factores socioeconómicos e também por outros factores relacionados com a saúde (Craft, *et al.*, 2003; Kais & Raudsepp, 2004; Pijpers, *et al.*, 2005; Van Cauter, *et al.*, 2007; Vardar, *et al.*, 2007). Este conhecimento generalizado da importância do sono só nos últimos tempos adquiriu credibilidade científica.

Tornou-se por isso pertinente estudar a qualidade do sono em desportistas de alta competição visto que um sono com boa qualidade, reparador e restaurador, é um fator crucial para que os atletas desenvolvam as competências físicas essenciais que suportam as exigências do treino e da competição..

É importante então, compreender as condições em que o estudo foi realizado. Por um lado, no momento pré-competição, os atletas estão a sair de uma fase de carga de treino elevada, sendo que inclusivamente treinaram no dia em que realizaram o estudo polissonográfico. É relevante referir também que nesta época (pré-competitiva) poderá existir alguma ansiedade relacionada com a competição que se adivinha. Por outro lado, no momento pós-competição, os atletas encontram-se num momento de recuperação profilática. Deste modo, na pós-competição, a realização da prova foi considerada como um momento de reduzida carga física em comparação com aquela a que os atletas estiveram submetidos na pré-competição.

Quanto à arquitetura do sono presente no nosso estudo, em nenhum dos momentos de avaliação se verificaram diferenças estatisticamente significativas. No entanto, estudadas as tendências fisiológicas estas apontaram no sentido de um tempo de sono ligeiramente superior na pós-competição.

É comum encontrar atletas que relatam uma percepção de pior qualidade de sono nas noites antes de uma competição importante comparativamente com o habitual, por diversas razões, como mudanças no fuso horário (por exemplo, jet lag), por vezes dormirem em locais diferentes (hotel), dieta e ansiedade pré-competitiva (Daniel Erlacher, Schredl, & Lakus, 2009). Estes autores registaram a qualidade subjetiva do sono (questionário) de um grupo de jovens atletas um mês antes, uma semana antes, e na noite anterior a uma prova de atletismo. Os resultados demonstraram diminuição da qualidade do sono, latência de sono prolongada e maior quantidade de despertares noturnos na noite antes da prova em comparação com as noites de uma semana e um mês antes. No nosso estudo encontramos algumas semelhanças pois também nós encontramos na pré-competição menor tempo total de sono, maior latência e apesar de irrelevante uma menor eficiência de sono.

Também no estudo de Zanetti *et al.*, (2007), estes verificaram que durante o período competitivo jovens atletas de basquetebol possuíam menor qualidade de sono em comparação com o período não competitivo da mesma época desportiva, o que, ainda que incipientemente corrobora os resultados obtidos no nosso estudo.

O exercício praticado ao final da tarde, aumenta a latência ao sono. Na meta-análise realizada por Youngstedt, (2005), constatou-se que o exercício realizado com um intervalo menor que 4 horas antes de dormir aumenta a latência do sono. No nosso estudo a 1ª avaliação foi obtida após o treino do dia, ao contrário da 2ª que foi recolhida em dia de repouso. Os nossos resultados, para as latências nas fases NREM estão em linha com este investigador.

Quanto à fase N2, os mesmos autores afirmam que a sua duração aumenta, quando o sono é precedido de exercício físico e no sono REM ocorre uma redução significativa no período de sono sequente ao exercício, principalmente quando a duração do exercício é superior a 2 horas. No nosso estudo podemos dizer que tal se confirma, já que temos um N2 superior e um REM inferior.

No que diz respeito aos eventos detetados durante a polissonografia no nosso estudo, constatou-se uma presença de um muito semelhante índice de microdespertares.

Em relação ao índice de movimentos periódicos das pernas observado na presente investigação, este apresenta-se ligeiramente superior na pré-competição. Esta diferença revela uma tendência que aponta no sentido da diminuição deste índice nas avaliações após a competição. Um estudo realizado por Mello *et al.*, (2002) chegou a conclusões similares às encontradas no nosso estudo. Estes encontraram diferenças significativas entre desportistas e não desportistas ao nível da presença de movimentos periódicos das pernas. A explicação poderá estar na maior excitabilidade dos circuitos intrínsecos da medula, gerando tónus muscular e automatismo maior nos desportistas. De referir ainda que, outros artigos publicados recentemente também afirmam que a prática de exercício físico regular induz a presença de um maior número de movimentos periódicos das pernas durante o sono, devido ao facto destes sujeitos estarem permanentemente em carga, induzindo portanto a ocorrência de mais espasmos musculares (Ekstedt, *et al.*, 2006; Youngstedt, 2005).

O estudo de Mello *et al.*, (2002) encontrou também diferenças significativas relativamente ao parâmetro da percentagem de roncopatia durante o sono. As diferenças foram de 20% para os praticantes de exercício físico e 47% para os não praticantes. No nosso estudo os resultados foram diferentes dado que existiu uma maior percentagem de roncopatia ligada ao exercício, ou seja na pré-competição (17,49%) em comparação com a pós-competição (13,19%).

Relativamente à saturação de O₂, os resultados foram iguais em ambos os momentos de avaliação, estando dentro dos valores considerados normais para a idade dos atletas.

Verificamos que as frequências cardíacas não apresentaram variação importante. No entanto, a frequência cardíaca em ambos os momentos foi reduzida. Segundo Penas *et al.*, um programa de exercício aeróbio resulta num conjunto de alterações hemodinâmicas, morfológicas e metabólicas que dependem da modalidade, da duração, da intensidade e da frequência ao exercício (Penas *et al.*, 2009). Segundo Atlaoui *et al.*, (2007), o treino de endurance, como o realizado pelos nadadores caracteriza-se por um aumento da estimulação vagal e uma diminuição da enervação simpática, o que explica o facto da frequência cardíaca

em repouso ser mais baixa nos atletas bem treinados. No nosso estudo, esta diminui ligeiramente no pós-campeonato o que poderá estar associado à diminuição da ansiedade/stresse que pode ter estado presente na pré-competição.

Na análise dos parâmetros do cortisol verificamos que na fase pré-competição os resultados médios quer ao deitar, quer ao acordar, são mais baixos que na fase pós-competição. Seria expectável que a ansiedade provocada pelo treino intenso e pelo aproximar da competição fosse maior, que a da fase pós-competição que acontece numa semana de ausência de treinos. Não podemos no entanto deixar de realçar que na comparação com outras amostras efectuadas com outros autores os nossos valores são substancialmente mais baixos, como acontece com os valores apresentados por Rama (2009). Refira-se que o baixo cortisol nos momentos pré-competição é prenunciador de melhor performance na competição, tal como a melhoria dos resultados está associada a um aumento do cortisol no momento pós-competição (Bonifazi *et al.*, 2000). Apesar de os nossos atletas apresentarem valores mais altos de Cortisol no pós-competição, associados a baixos valores no pré-competição, as competições que mediaram as duas avaliações não decorreram de forma excepcional, já que o desempenho do grupo de atletas esteve abaixo das suas possibilidades e logo das suas expectativas. O desempenho médio situou-se nos 97,6% (Dp=6,54%), sendo que houve atletas que se ficaram pelos 90,5% da sua melhor marca.

Quando procurámos estimar, quais os preditores do cortisol matinal, verificámos que na fase pré-competição os valores deste foram preditos da seguinte forma: mais TTS, logo mais horas de descanso, geraram maior ansiedade matinal (cortisol mais elevado). Mais latência ao sono (logo maior dificuldade em adormecer), gerou menor ansiedade matinal, ou seja valores de cortisol mais baixo. A relação entre o cortisol ao deitar e ao levantar é que quanto mais alto for um, mais alto será o outro. Sabendo-se que a privação de sono aumenta os seus níveis matinais, seria expectável que mais horas de sono levassem a menor produção de cortisol matinal (Rea *et al.*, 2012). No nosso anterior estudo verificamos que maior eficiência gerava menor cortisol ao acordar. Nesta fase e não tendo encontrado qualquer relação com eficiência, não deixamos de assinalar que maior latência (esta tem com a eficiência quase sempre uma relação inversamente proporcional) levou a cortisol matinal mais baixo.

Já na fase pós-competição verificamos que quanto “melhor” dormem, ou seja quanto maior a eficiência de sono, maior o cortisol matinal, ou seja maior a ansiedade, o mesmo acontecendo com a quantidade e sono REM, que quanto mais elevada, maior cortisol matinal. Contrariando também o nosso estudo anterior, aqui verificamos que quanto maior a eficiência, mais elevado o cortisol matinal estava. Já quanto ao facto de o cortisol estar mais elevado na presença de mais sono REM, o achado acompanha o expresso Rea *et al.*, (2012).

Na análise aos estados de humor, através da aplicação do questionário POMS, podemos constatar que face ao grupo que nos serviu de referencia os nadadores da amostra do nosso estudo quer no momento pré, quer no momento pós-competição, apresentam valores mais baixos em todas as escalas,

com exceção da fadiga. Podemos pois constatar que os nossos nadadores sentem genericamente menos tensão, depressão, irritação e confusão que os outros atletas. Sentem também menor vigor e mais fadiga o que pode explicar uma eventual menor disponibilidade física para a competição, que poderá ser eventualmente compensada pelo facto de todas as outras dimensões (mais mentais), se apresentarem diminuídas.

Na comparação entre o momento pré e o momento pós-competição verificamos que na pré-competição todos os valores são inferiores, com especial relevância para o facto dos atletas terem à partida para a competição muito menos vigor, mas também menos fadiga. Na comparação com estudos citados por (Rama, 2009), verificamos que a nossa amostra se comporta de forma inversa dos estudos citados, com os atletas a evidenciarem maior valor nas diversas escalas no momento pós-competição, que no momento pré-competição. Destes resultados não podemos dissociar a performance atingida pelo nadadores na competição que medeia as análises pré e pós-competição. Como já referimos anteriormente o sucesso dos nadadores nos campeonatos em causa não foi o melhor, tendo tido uma média inferior aos 100% (97,6%), com um mínimo nos 90,5%. Tendo em consideração que é expectável que os atletas partam para os campeonatos com vontade de se superar e tal só aconteceu com 3 atletas, importa realçar que 97,6% neste nível é claramente insucesso. A título de exemplo numa marca de uma prova de 400 metros estilos, são cerca de 7 segundos a mais, o que para o nadador é “traumático”.

Quanto à eventual perturbação do sono pelos estados de humor, verificamos que no momento pré-competição, não há uma interferência clara no padrão de sono, ainda que seja expectável que maior vigor, tensão, irritação e fadiga, correspondam a maior eficiência de sono. Expectável é também que maior irritação e confusão corresponda a menor latência ao sono e a uma menor quantidade de sono NREM fase 3. Por último, mais fadiga, tensão e confusão podem predizer maior quantidade de sono REM.

Já no momento pós-competição parece óbvia a interferência do vigor e da irritação, não sendo desprezível a importância da depressão, na forma como os nadadores dormem. Podemos pois dizer que dorme mais, quem tem mais vigor, como podemos afirmar que mais irritação e depressão, aumenta a quantidade de sono REM.

É ainda expectável que mais fadiga, mais tensão e menos confusão, predizam maior número de horas de sono, tal como melhor eficiência de sono é predita por menos fadiga e mais vigor e tensão.

A forma como se adormece, ou seja a latência ao sono é maior quando aumenta a fadiga, a depressão e a irritação. Por último diga-se que maior fadiga, prediz mais sono fase 3 e menos sono REM, sendo que este também diminui, quando a tensão e a confusão diminuem.

3.4.5 Conclusão

Os dados obtidos permitem afirmar que não existem diferenças estatisticamente significativas entre a pré e a pós-competição nestes jovens nadadores. Mesmo as tendências fisiológicas indiciam que os atletas possuem um sono muito semelhante nos dois momentos, eventualmente com uma ligeira melhoria da qualidade na pós-competição, o que pode ser explicado pelo facto de estarem expostos a uma menor carga muscular, e provavelmente menos ansiosos.

Conclui-se que nestes atletas, com hábitos de higiene do sono consistentes, o sono possui uma boa qualidade durante as fases pré e pós-competição não se podendo afirmar que a competição interfere na qualidade de sono, sendo naturalmente o inverso verdadeiro.

Os dados obtidos para os valores de cortisol, apesar de pouco relevantes, acompanham o afirmado por outros autores com baixos valores na fase pré-competição e o seu aumento após as competições. Nestas o desempenho dos atletas esteve abaixo das suas expectativas. O desempenho médio situou-se nos 97,6% ($Dp=6,54\%$), sendo que houve atletas que se ficaram pelos 90,5% da sua melhor marca, o que pode justificar indicadores de stresse aumentado. Podemos assumir aqui, que a grande variação assumida pelos parâmetros do sono, associada a variabilidade do comportamento do cortisol, não permite conclusões efetivas nesta ligação.

Na aplicação do POMS, e na análise relativa aos dois momentos em avaliação, verificamos que os nossos atletas se comportam de forma muito particular, ao evidenciarem valores mais altos nas diversas escalas no momento pós-competição, ao invés do que seria expectável. Importa no entanto ressaltar, que se fizermos uma avaliação em termos absolutos, ou mesmo relativamente a outras amostras de maior dimensão, a nossa amostra apresenta sempre valores substancialmente mais baixos em qualquer dos momentos em todas as escalas.

Na procura de uma ligação ao sono ela não é clara no momento pré-competição, mas ainda assim é expectável que o vigor seja o parâmetro com maior interferência ao predizer maior eficiência de sono. Já na fase pós-competição a ligação é maior e podemos afirmar que dorme mais, quem tem mais vigor, como podemos afirmar que mais irritação e depressão, aumenta a quantidade de sono REM.



3.5. Estudo 5 – O sono em jovens nadadores ao longo da época desportiva

3.5.1 Introdução

O presente estudo teve a intenção de realizar uma análise comparada dos 4 estudos prévios, criando uma leitura global e sequencial do trabalho efectuado. Embora cada momento de análise tenha assumido as suas características a leitura simultânea teve a intenção de ajudar a perceber questões em aberto e permitir discutir de forma mais precisa e global os condicionalismos que sono e treino partilham entre si.

Nos estudos anteriores avaliamos o grupo de nadadores em condições de treino diversas, visando perceber se face a um padrão conhecido para sedentários, estes evidenciavam alterações que estivessem relacionadas com a fase da época desportiva e consequente carga e intensidade de treino. As conclusões já retiradas permitem, partir de um conjunto de pressupostos, que se enumeram de seguida:

1. o padrão de sono para jovens adultos com idades compreendidas entre os 18-23 anos, saudáveis e sedentários, tem especificidades próprias, de que se destacam: um TTS consideravelmente superior ao encontrado para a faixa etária 20-29 anos de idade (Hirshkowitz, 2004); uma eficiência de sono significativamente superior às encontradas quer para adultos *lactus sensus*, quer para a faixa 20–29 anos; uma percentagem de sono profundo (N3) muito superior às encontradas nos grupos de referência (Hirshkowitz, 2004; Moser *et al.*, 2009); as diferenças encontradas para as percentagens de sono N2 e REM, são também consistentes para os dois grupos de comparação, tendo a nossa amostra percentagens menores daqueles tipos de sono;
2. Concluimos que os jovens nadadores apresentam uma qualidade de sono igual, à dos jovens sedentários e os parâmetros polissonográficos obtidos, traduzem um padrão de sono saudável nestes atletas. A arquitetura do sono revela diferenças, que embora sejam reduzidas, as que se mostraram significativas não deixam de ser maioritariamente concordantes com a literatura. Concluimos ainda, que das alterações provocadas pelo treino de natação no padrão do sono, nem todas são reversíveis após uma fase de repouso prolongada (5/6 semanas).
3. Os nadadores em época de treino dispõem de menos tempo para estar na cama, havendo uma relação directa com os treinos demasiado matutinos. Esta menor disponibilidade compromete o tempo de sono e altera os parâmetros da arquitetura do sono. Os atletas dormem menos em fase de treinos, quer quando comparamos com sedentários, quer quando comparamos com a avaliação realizada na sua fase de repouso, mas tal fica a dever-se à menor disponibilidade para estar na cama (Forndran *et al.*, 2012; Sargent *et al.*, 2012). Há diferenças no padrão de sono apresentado

pelos jovens nadadores em treino intenso, quando comparados a indivíduos sedentários, dentro da mesma faixa etária, nomeadamente: a maior percentagem de sono N2 e as menores percentagens de sono N3 e REM observadas nos nadadores, tendo-se também verificado menores latências (com exceção da latência ao sono REM) e uma maior eficiência do sono (Fernandes, 2006; S. D. Youngstedt *et al.*, 1997).

4. Não existem diferenças estatisticamente significativas entre a pré e a pós-competição nestes jovens nadadores. Erlacher *et al.* (2009) encontraram ansiedade pré-competitiva. Registaram a qualidade do sono de um grupo de jovens atletas e os resultados demonstraram diminuição da qualidade do sono, latência de sono prolongada, e maior quantidade de despertares noturnos na noite antes da prova em comparação com as noites de uma semana e um mês antes. No nosso estudo encontramos algumas semelhanças pois também nós encontramos na pré-competição menor tempo total de sono, maior latência e apesar de irrelevante, uma menor eficiência de sono. Zanetti *et al.*, (2007), verificou que durante o período competitivo jovens atletas de basquetebol possuíam menor qualidade de sono em comparação com o período não competitivo da mesma época desportiva, o que, ainda que incipientemente corrobora os resultados obtidos no nosso estudo. Mesmo as tendências fisiológicas indiciam que os atletas possuem um sono muito semelhante nos dois momentos, eventualmente com uma ligeira melhoria da qualidade na pós-competição o que pode ser explicado pelo facto de estarem expostos a uma menor carga muscular, e provavelmente menos ansiosos. Nestes atletas, com hábitos de higiene do sono consistentes, o sono possui uma boa qualidade durante as fases pré e pós-competição não se podendo afirmar que a competição interfere na qualidade de sono, sendo naturalmente o inverso verdadeiro.
5. O cortisol, como marcador de stresse, não revelou resultados coerentes, já que encontramos valores mais baixos nas fases de maior intensidade de treino e também não verificamos a associação que é descrita entre o cortisol e a quantidade de sono REM, que referem ser a quantidade de sono REM diretamente proporcional à produção de cortisol (Paiva & Penzel, 2011; Rea *et al.*, 2012). Há no entanto um dado novo, que nos parece importante e que é o facto de uma maior eficiência de sono, gerar menos cortisol matinal, podendo assumir-se que dormir melhor alivia o stresse do acordar. Na análise pré e pós-competição os dados permitem atestar a existência de baixos valores na fase pré-competição e o seu aumento após as competições.
6. O POMS revelou um perfil de estados de humor semelhante ao encontrado por outros autores, o que pressupõe que a nossa amostra tem semelhanças com o que está descrito para atletas. Na tentativa de perceber se as alterações encontradas no sono, podiam ter uma relação com os estados de humor, verificamos que de forma não muito explícita é possível encontrar ligações entre os estado de humor e a forma como se dorme. Verificamos que na fase de repouso os nadadores sujeitos a maior tensão e fadiga, são os que dormem mais horas, estando ainda a maior tensão ligada a um sono mais eficiente e a maior fadiga a uma menor latência. Quanto à fase fim de 1ª

ciclo (treino intenso) as ligações são demasiado ténues, apesar de se poder afirmar que menos vigor é preditivo de maior eficiência do sono. Na avaliação pré e pós-competição verificamos que os nossos atletas se comportam de forma muito particular, ao evidenciarem valores mais altos nas diversas escalas no momento pós-competição, ao invés do que seria expectável. Importa no entanto ressaltar, que em termos absolutos, a amostra apresenta sempre valores substancialmente mais baixos em qualquer dos momentos em todas as escalas.

Com base no que aqui expressamos e ainda que cada momento seja um momento, vamos tentar perceber se existe uma tendência ao longo da época que possa dar indicações do comportamento com o sono dos atletas no decorrer da mesma.

3.5.2 Metodologia

O presente estudo serve-se de forma sumária dos resultados obtidos nos estudos anteriores, cuja metodologia de recolha e análise se resume seguidamente:

1. Quatro estudos que incluíram dois grupos de indivíduos.
2. Grupo de controlo, cujos critérios de inclusão são: jovens rapazes, estudantes universitários, com idade entre os 18 e os 23 anos, não praticantes de desporto. A foi composta por 19 jovens.
3. Grupo experimental constituído por 21 nadadores de bom nível competitivo, do sexo masculino, todos da mesma equipa, dos escalões juniores e seniores, com idade média de $18 \pm 2,72$ anos. Todos apresentavam uma experiência mínima de 6 anos de experiência de prática de NPD, variando esta até aos 10 anos. Estavam todos incluídos no programa de treino regular com uma frequência de 7 a 9 sessões de treino semanal em piscina.
4. 1ª momento de análise: todos os atletas (21) que iniciaram a actividade desportiva no início da época tendo realizado uma avaliação prévia à época (fase 1 – início de época).
5. 2º momento de análise: (fase 2 – fim do 1º ciclo) obtido na semana de carga máxima de treino no final do primeiro ciclo, que corresponde ao microciclo 10, sendo do tipo impacto com 10 sessões de treino e um volume elevado, próximo dos 60.000 metros nadados (n=19).
6. 3º momento de análise: avaliados 14 atletas apurados para os Campeonatos Nacionais de Inverno. Os nadadores foram avaliados no início do período de preparação direta para a competição (TAPER), imediatamente após o microciclo 28, correspondendo a um microciclo de “impacto”.

7. 4º momento de avaliação: avaliados os 10 nadadores que participaram nos campeonatos nacionais de inverso, na semana imediata à participação nos campeonatos.
8. Ambos os grupos foram avaliados por polissonografia classe III. O grupo experimental, foi também avaliado pela análise do cortisol salivar, bem como pela leitura dos resultados do POMS.

Para a descrição dos parâmetros analíticos avaliados na amostra em estudo recorreremos às medidas descritivas simples (medidas de tendência central e de dispersão). No que diz respeito à decisão dos modelos estatísticos tivemos em conta a avaliação dos pressupostos de simetria, curtose e de aderência à normal. Quanto ao design estatístico aplicado para avaliar a tendência das respostas dos atletas ao longo das diferentes fases de estudo foi o Modelo Linear Generalizado – Análise de Variância Multivariada a um fator (MANOVA one-way)

A interpretação estatística foi realizada com base no nível de significância de $p\text{-value} \leq 0,05$ com um intervalo de confiança de 95%. Para o tratamento dos dados utilizaram-se os seguintes softwares: IBM SPSS Statistics e MedCalc Statistical Software.

3.5.3 Resultados

Olhando para os tempos totais, TTA e TTS, verificamos que o TTA tem o seu momento mais alto no início da época (427,72 minutos), para diminuir para o seu valor mais baixo no fim do 1º ciclo (392,39 minutos) e aumentar daí até ao 4º momento de avaliação (416,38 minutos) após uma competição de importância elevada realizada, a meio da temporada. Na comparação com o grupo de controlo, verifica-se que o valor de TTA dos nadadores na fase de início de época é superior nos nadadores (412,94 versus 427,72 minutos). Diminui bastante na fase fim de 1º ciclo (392,39 minutos), para se aproximar dos valores do grupo de controlo, nas fases seguintes (pré-competição = 415,17 minutos / pós-competição = 416,38 minutos). O TTS tem um comportamento semelhante, tendo também uma descida entre o início da época e o fim do 1º ciclo, para iniciar aí uma subida que no 4º momento de avaliação (pós-competição) é maior que no início da época. Na comparação com o grupo de controlo, o TTS só é inferior ao valor do grupo de controlo, no final do 1º ciclo. Este comportamento está representado no gráfico 1.

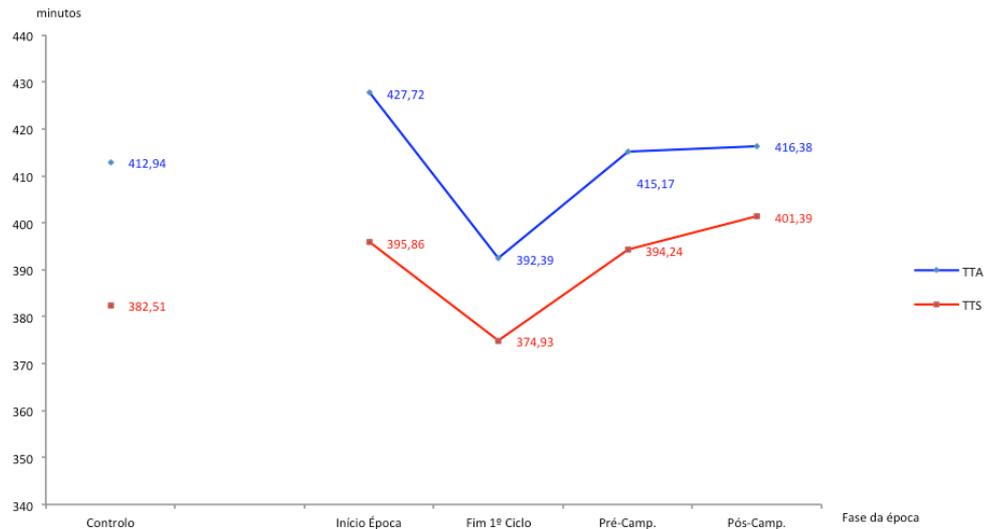


Gráfico 1: Variação do Tempo Total Analisado (TTA) e do Tempo Total de Sono (TTS) nas 4 fases da época desportiva analisadas (TTA – $p = 0,347$ / TTS – $p = 0,019$)

No gráfico 2, analisámos o comportamento da eficiência de sono, tendo verificado no início de época, percentagens sobreponíveis aos do grupo de controlo (92,55% versus 92,57%). Nas fases seguinte, vai subindo ao longo da época, sendo sempre superior de cada vez que fazemos uma nova análise. Assim no final do 1º ciclo, com os atletas sujeitos a treinos de grande carga e intensidade o valor é de 96,19%. No final do 2º ciclo, que coincide com o nosso momento pré-competição o valor é sobreponível, 96,33%. Após a competição verifica-se uma ligeira subida com 97,03%.

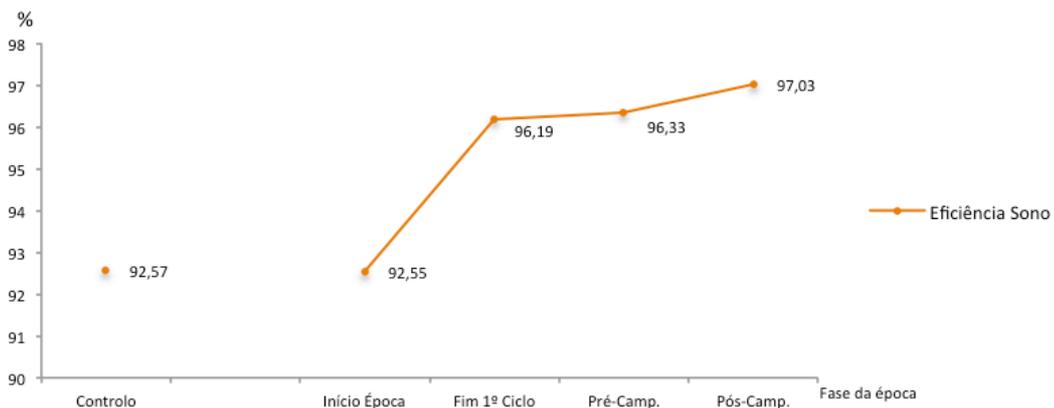


Gráfico 2: Variação da Eficiência do Sono nas 4 fases da época desportiva analisadas ($p = 0,142$)

No gráfico 3, analisámos os tempo de latência às diversas fases de sono, e verificámos que apenas a latência a N1 foi sobreponível entre o grupo de controlo e os valores dos nadadores em início de época (17,92 versus 17,93 minutos). Todos os outros valores são para os nadadores em início de época mais altos que os valores do grupo de controlo, com destaque para o valor da latência REM, que é substancialmente

mais alto. Assim a latência a N2 que no grupo de controlo é de 20,21 minutos, no grupo de nadadores é de 26,84 minutos. A diferença entre os grupos aumenta com a latência de N3, levando os nadadores cerca de mais 10 minutos para atingir esta fase (38,6 versus 48,15 minutos). A latência a REM tem uma diferença substancial com os nadadores a demorarem 166,07 minutos, enquanto o grupo de controlo demora apenas 112,31 minutos.

Verificamos que todas as latências descem no final do 1º ciclo, demonstrando um comportamento linear, o mesmo não se podendo dizer da fase pré-competição, onde as latências a N1 e N2 sobem de forma semelhante, a latência a N3 aumenta de forma ténue e a latência a REM, volta a descer de forma acentuada.

Na fase pós-competição, todas as latências diminuem de novo, podendo verificar-se que o comportamento das latências de N1, N2 e N3 são paralelos, enquanto que a latência a REM desce de forma ainda mais acentuada do que nas descidas verificadas nos períodos anteriores.

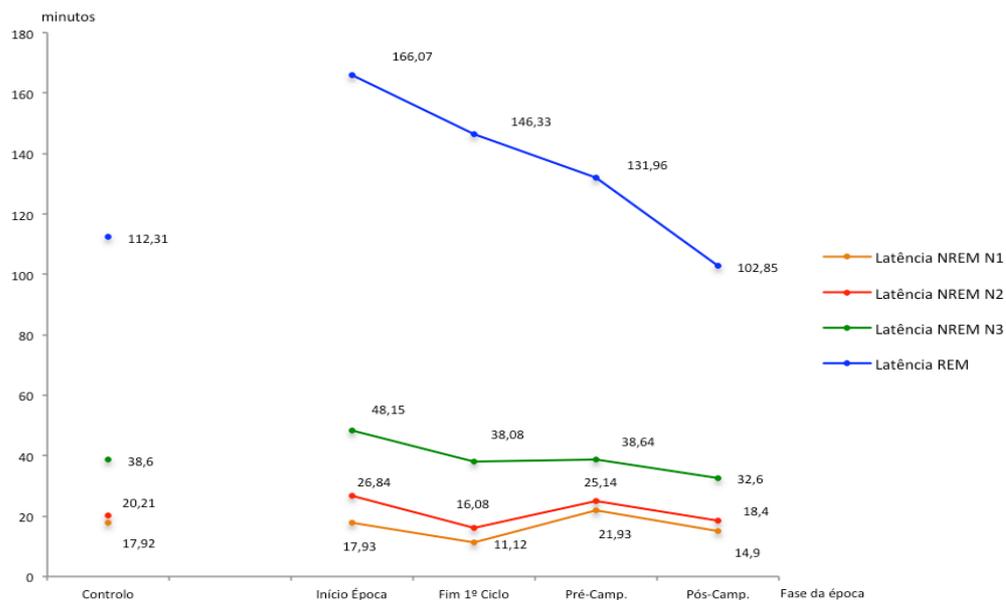


Gráfico 3: Variação dos tempos de latência às fases do sono, nas 4 fases da época desportiva analisadas

(N1 – p = 0,133 / N2 – p = 0,291 / N3 – p = 0,196 / REM – p = 0,109)

Quando analisamos a quantidade das diferentes de fase, verificamos que a fase N1 no início de época tem um tempo ligeiramente superior ao do grupo de controlo (4,27 minutos versus 3,77 minutos), vai descendo ao longo de toda a época, atingindo o seu valor mais baixo no momento pós-competição (2,24 minutos). Já a fase N2 que também inicia a época num valor ligeiramente superior ao do grupo de controlo, (49,49 minutos versus 47,12 minutos) aumenta o valor no final do 1º ciclo (53,76 minutos), para descer no momento pré-competição (48,36 minutos) e para voltar a descer no momento pós-competição (45,16 minutos). A fase N3, tem no início da época um valor ligeiramente inferior ao do grupo de controlo (28,77

minutos versus 32,01 minutos) e ao longo da época apresenta um comportamento semelhante ao de N1, ou seja, vai descendo consecutivamente. Já o sono REM, no início da época é semelhante ao do grupo de controlo (14,65 minutos versus 15,99 minutos), diminuindo no fim do 1º ciclo (11,95 minutos) e subindo no momento pré-competição (14,48 minutos), para voltar a subir no momento pós-competição (18,18 minutos). São estas percentagens que estão expressas no gráfico 4:

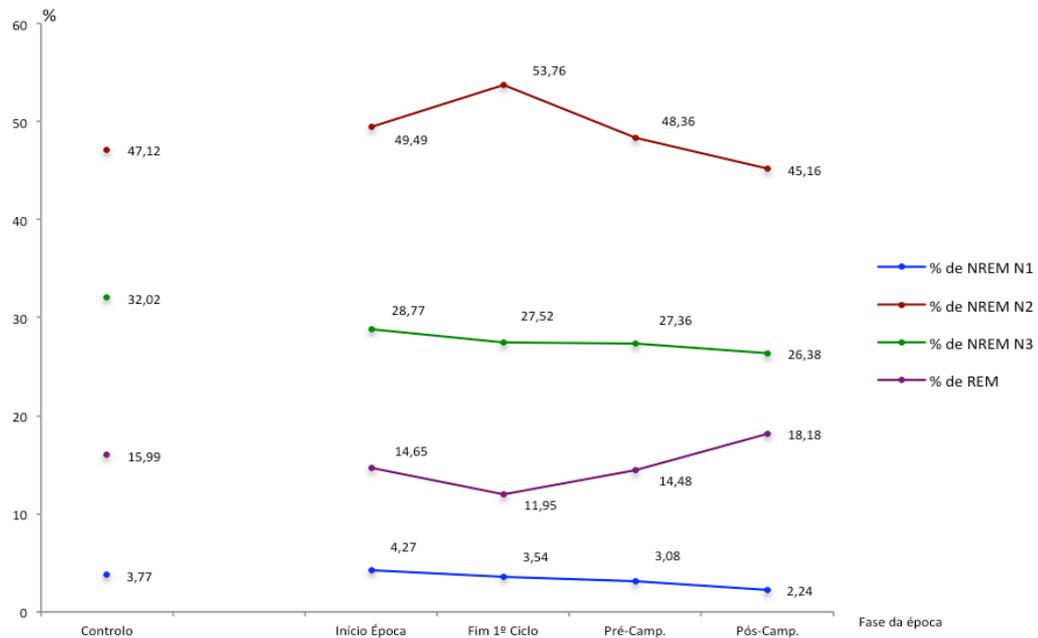


Gráfico 4: Variação das percentagens das fases do sono, nas 4 fases da época desportiva analisadas
(N1 – p = 0,300 / N2 – p = 0,021 / N3 – p = 0,876 / REM – p = 0,026)

No gráfico 5, analisámos o índice de micro-despertares. Sobreponível ao controlo no início da época (10,25 versus 10,24 eventos/hora), desce ligeiramente no final do 1º ciclo (9,5 eventos/hora), para subir no momento pré-competição (13,51 eventos/hora), e voltar a subir no momento pós-competição (13,59 eventos/hora). O Índice de Movimentos das Pernas é no início da época, mais alto que o do grupo de controlo (8 versus 6,35 eventos/hora), subindo com o final do 1º ciclo (9,5 eventos/hora), voltando a subir no momento de pré-competição (12,75 eventos/hora), para descer no momento pós-competição (9,83 eventos/hora).

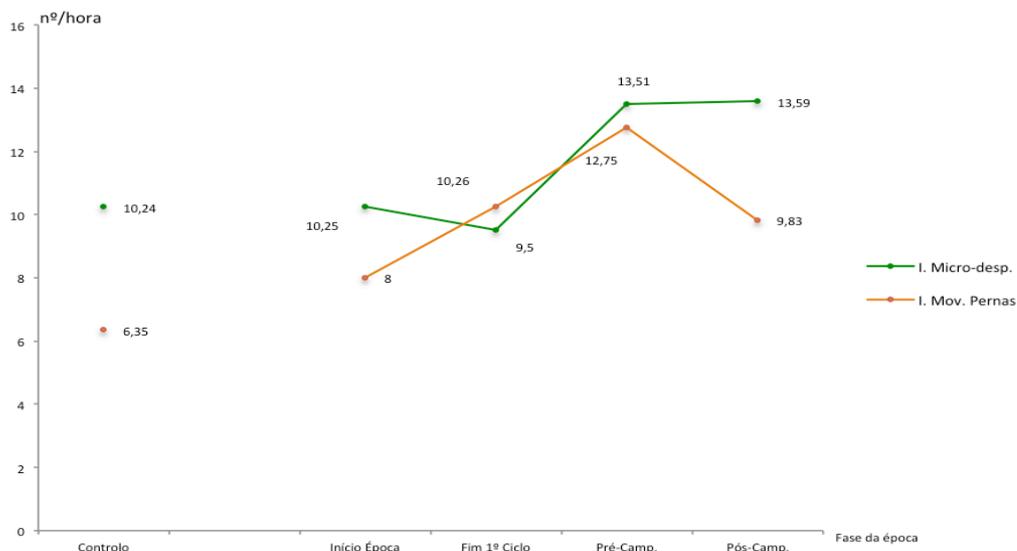


Gráfico 5: Variação do Índice de Micro-despertares e do Índice de Movimentos periódicos da pernas, nas 4 fases da época desportiva analisadas (I. Micro-desp. – p = 0,005 / I. Mov. Pernas – P = 0,097)

Quanto à percentagem de ronco, que nestas idades se supõem assumir valores desprezíveis, constatamos que no grupo de controlo, em 12,74% do tempo de sono havia a presença de ronco (ressonar) e que os nadadores “em repouso”, apresentavam um valor mais baixo (9,56%). No entanto os nadadores na fase “fim de 1º ciclo” (grande intensidade de treino), quase duplicam essa percentagem (18,76%), que se mantém na fase pré-competição (17,49%) e que na fase pós-competição diminui para valores próximos do grupo de controlo (13,19%), embora mais altos que a fase de início de época. O gráfico 6 demonstra a evolução da percentagem de ronco, ao longo da época:

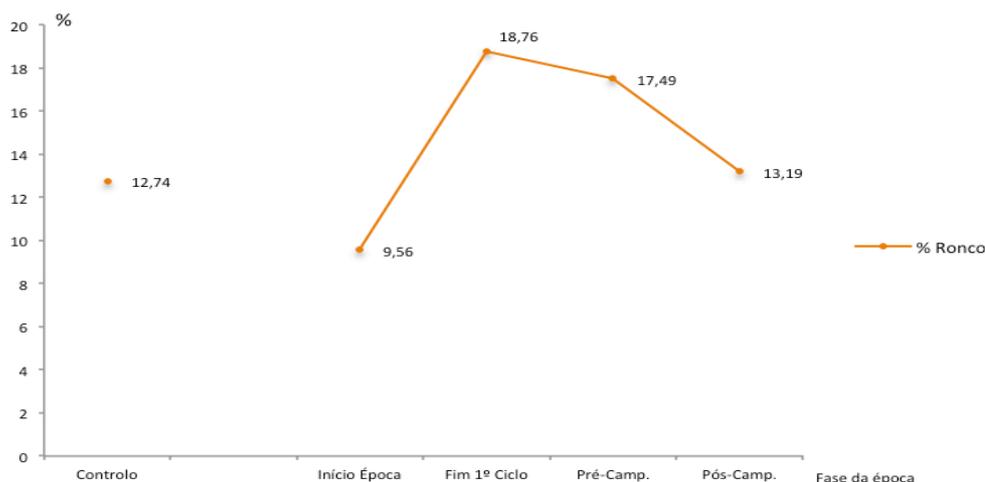


Gráfico 6: Variação da percentagem de ronco (ressonar), nas 4 fases da época desportiva analisadas (p = 0,300)

3.5.3.1 O Cortisol ao longo da época

Na análise ao longo da época do cortisol, verificamos a existência de valores que contrariam os achados da literatura, demonstrando que nas fases em que é previsível um maior stresse provocado pelo treino intenso e pelas competições, a nossa amostra apresenta valores mais baixos de cortisol.

Assim nas 4 análises realizadas os valores mais altos de cortisol encontrados ao acordar, foram os da fase de início de época (0,1625 $\mu\text{g/dl}$), ou seja ainda antes do início dos treinos. No final do 1º ciclo, com treinos intensos e onde é previsível um stresse acrescido, a nossa amostra apresentou os valores de cortisol mais baixos de toda a época (0,1431 $\mu\text{g/dl}$). A fase pré-competição, que é também uma fase de treino de grande intensidade e precedida de uma das provas mais importantes da época desportiva, apresenta valores de cortisol, ainda que de forma ténue, mais baixos (0,1451 $\mu\text{g/dl}$) que os da fase pós-competição (0,1474 $\mu\text{g/dl}$).

Já nos valores ao deitar, constatamos que também os valores do final do 1º ciclo, são os mais baixos da época (0,0295 $\mu\text{g/dl}$) e consideravelmente mais baixos que os de início de época (0,0471 $\mu\text{g/dl}$). Também na análise pré (0,0465 $\mu\text{g/dl}$) e pós (0,0598 $\mu\text{g/dl}$) competição a nossa amostra revela valores mais altos de cortisol (ansiedade) na determinação pós-competição.

O gráfico 7 expressa esses resultados:

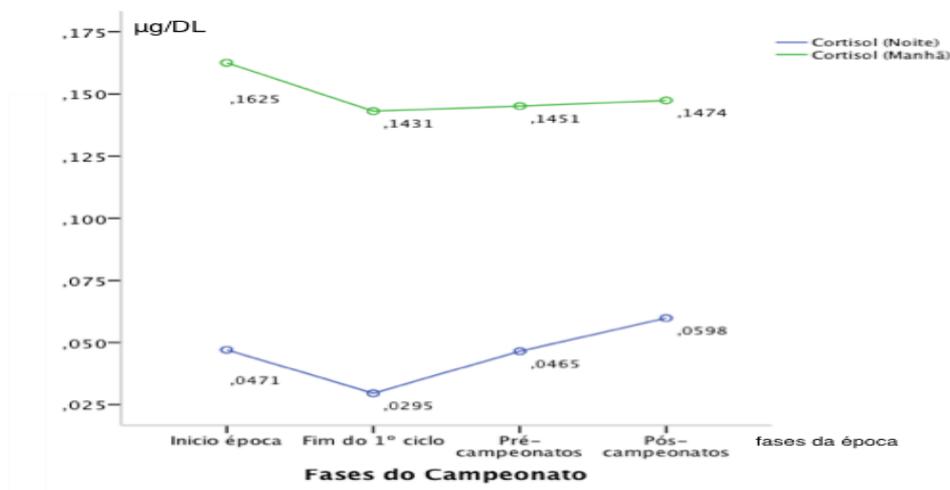


Gráfico 7: Variação dos valores do cortisol salivar, nas 4 fases da época desportiva analisadas
(noite - $p = 0,319$ / manhã - $p = 0,918$)

3.5.3.2 Perfil dos estados de humor (POMS-SF21) ao longo da época

Propusemo-nos compreender a variação média das escalas de POMS ao longo das diferentes fases da época desportivas. Vejamos o quadro seguinte:

Tabela 37: Valores das escalas do POMS (Média e Desvio Padrão), dos nadadores nas 4 fases da época desportiva.

		Fase				F(gl)p
		Início Época	Fim do 1º ciclo	Pré- campeonatos	Pós- campeonatos	
Tensão	Média	2,81	3,50	4,07	2,80	0,816(3;53)
	Desvio Padrão	2,27	2,43	2,97	2,78	0,491
Depressão	Média	1,05	2,25	1,79	1,30	0,888(3;53)
	Desvio Padrão	1,75	2,93	2,19	1,89	0,453
Irritação	Média	0,38	1,00	0,79	0,80	0,734(3;33,732)
	Desvio Padrão	0,74	1,35	1,19	1,48	0,539
Vigor	Média	7,81	7,25	8,36	7,90	0,258(3;53)
	Desvio Padrão	2,62	2,49	3,91	3,96	0,855
Fadiga	Média	6,29	6,92	6,64	5,70	0,196(3;53)
	Desvio Padrão	3,51	4,03	3,95	6,09	0,917
Confusão	Média	1,05	1,42	1,29	1,00	0,222(3;53)
	Desvio Padrão	1,66	1,73	1,14	1,33	0,880

Legenda: Testes: ANOVA a 1 Fator; Brown-Forsythe

Na análise da tabela anterior, resumida no gráfico seguinte, podemos verificar que nos 4 momentos em que avaliamos a nossa amostra a mesma teve o seguinte comportamento:

- Do início de época para o fim do 1º ciclo todos os parâmetros avaliados, com exceção do vigor desceram;
- Do fim do 1º ciclo para a fase de pré-competição (fim do 2º ciclo), os valores de vigor e tensão, sobem, enquanto os restantes descem;
- Da fase de pré-competição, para a fase de pós-competição, todos os valores descem.

Analisando cada escala ao longo da época constatamos que:

- A Tensão sobe do início de época para o fim de 1º ciclo, atingindo o momento mais alto na fase pré-competição, para descer na fase pós-competição, para os valores de início de época;
- A Depressão sobe consideravelmente no fim de 1º ciclo, para descer na fase pré-competição e voltar a descer na fase pós-competição, mas não volta aos valores de início de época;

- A Irritação tem um comportamento semelhante ao da depressão, tendo o seu ponto mais elevado no fim do 1º ciclo e não chegando aos valores de início de época na fase pós-competição.
- O Vigor desce entre o início de época e o fim de 1º ciclo, para subir para o valor mais alto da época na fase pré-competição e para na fase pós-competição descer para os valores de início de época;
- A Fadiga sobe do início de época até ao fim do 1º ciclo, para descer nos momentos seguintes, atingindo mesmo na fase pós-competição um valor mais baixo que o inicial;
- A Confusão tem os valores mais altos no fim do 1º ciclo, descendo nas fases seguintes, sendo o valor de pós-competição igual ao valor de início de época;

O gráfico 8 demonstra a evolução das escalas de POMS ao longo da época:

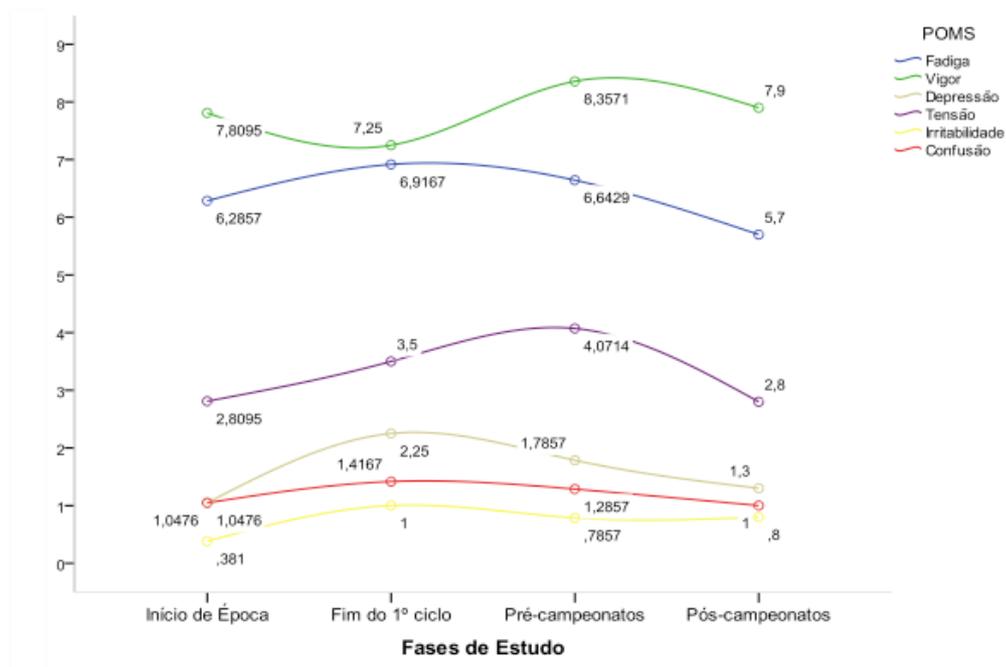


Gráfico 8: Variação dos valores das escalas do POMS, nas 4 fases da época desportiva analisadas (Fadiga – p = 0,917 / Vigor – p = 0,855 / Depressão – p = 0,453 / Tensão – p = 0,491 / Irritabilidade – p = 0,461 / Confusão – p = 0,880)

3.5.4 Discussão

3.5.4.1 O sono

Na análise aos resultados dos 4 momentos avaliados, podemos constatar que os comportamentos são diversos a cada avaliação.

Na comparação com o grupo de controlo os nadadores na ausência de treinos, estão mais tempo na cama, fruto provavelmente de uma maior organização do tempo e da percepção da importância do sono na rotina do dia-a-dia, ou seja na “clarificação do ciclo sono-vigília” e no desempenho, na força, na capacidade de trabalho, na disponibilidade física e intelectual (Boscolo *et al.*, 2007; Reilly & Edwards, 2007). Esse maior tempo na cama, traduz-se num maior tempo de sono, já que os nadadores dormem mais tempo. Na fase de treinos mais intensos e de maior ocupação horária (fim do 1º ciclo), os nadadores estão menos tempo na cama e dormem conseqüentemente menos tempo. Esta é a fase em que os valores de ambos os “tempos” são mais baixos. Outros autores verificaram já que em amostras de nadadores nas fases de treinos de maior intensidade a redução do tempo de sono quando o treino é demasiado vespertino, pode chegar a menos 1,30 horas, o que não sucedeu no nosso caso, onde a redução média é de 21 minutos (Forndran *et al.*, 2012; Halson, 2014; Sargent *et al.*, 2012). Atkinson & Davenne, (2007) referem que o exercício intenso provoca o aumento da concentração de melatonina, causando efeitos crónicos associados ao sono, nomeadamente a redução da qualidade e quantidade de sono. Na avaliação da pré-competição os nadadores voltam a estar mais tempo na cama e a dormir mais, sendo esta a fase em que os valores mais se aproximam do grupo de controlo. No momento pós competição o tempo na cama é quase o mesmo que no pré competição, mas esse tempo é melhor aproveitado, com o TTS a subir ligeiramente.

Parece pois evidente que mais tempo na cama, gera mais tempo de sono, já que o TTS varia sempre no mesmo sentido em que o TTA. Na ligação ao treino, também é notório que no início de época os nadadores têm maior disponibilidade para dormir e dormem mesmo mais que os jovens não desportistas da sua idade. Ao longo da época esse tempo é diverso e podemos ler uma ligação ao treino: mais treinos e mais tempo de treino, significa menos tempo de sono, deixando evidente aqui uma recuperação menor que o desejável; menos treino, mais tempo de sono. P. J. F. Martins *et al.*, (2001), refere que o exercício, quer na forma esporádica, quer na forma continuada, leva a uma maior tempo de sono. Os nossos nadadores, com exceção ao momento fim do 1º ciclo e por óbvias limitações de tempo, dormem de facto sempre mais que os sedentários por nós analisados.

A eficiência de sono dos nadadores em início de época é sobreponível à do grupo de controlo, que já era alta, face aos padrões conhecidos. Verifica-se pois que os jovens desta idade aproveitam melhor que as outras faixas etárias de referencia, o tempo na cama. Apesar da já extraordinária eficiência do sono encontrada (92,5% para ambos os grupos), nas avaliações realizadas ao longo da época de treinos e competições verificamos uma ainda maior eficiência (96,19%) no final do primeiro ciclo, um valor quase sobreponível na fase pré-competição (93,33%) e um valor ligeiramente superior na fase pós-competição (97,03%). Face aos resultados encontrados podemos afirmar, tal como (Wong *et al.*, 2013) que o treino de natação, apura a eficiência do sono,

tendo os nadadores melhor eficiência de sono, durante a época desportiva, que a obtida em fase de repouso e que a conhecida para jovens sedentários da mesma idade. Podemos pois corroborar Brand, Gerber, *et al.*, (2010), quando afirma que o exercício está associado a um ciclo sono-vigília mais estruturado por os atletas terem noção da importância do descanso na sua recuperação. Há no entanto autores, que constataram baixa eficiência de sono, associada à sua diminuição nas vésperas de treino (Forndran *et al.*, 2012; Sargent *et al.*, 2012).

No que respeita às latências ao sono, verificamos que o sono NREM revela um comportamento paralelo para todas as suas fases, ou seja as latências diminuem no final do 1º ciclo, face ao início de época, aumentam na fase pré-competição e diminuem de novo na fase pós-competição. Zanetti *et al.*, (2007) refere que o exercício, facilita a diminuição da latência ao sono, o que podemos associar aos nossos resultados, já que na fase de maior exercício os nadadores apresentam latências menores. N1 tem no início de época um valor igual entre nadadores e grupo de controlo (17,9 minutos). Já as fases N2 e N3, revelam logo de partida valores mais altos que o grupo de controlo, nomeadamente N2 = 26,84 minutos versus 20,21 minutos; e N3 = 48,15 minutos versus 38,6 minutos. A latência ao sono REM, acompanha no início de época a tendência para ser mais alto nos nadadores e neste caso bastante mais (166,07 minutos, versus 112,31 minutos) e tal como o sono NREM, a latência diminui no final do 1º ciclo (146,33 minutos), revela a partir desta fase um comportamento diferente, continuando a diminuir na fase pré-competição (131,96 minutos) e diminui ainda mais, na fase pós-competição (102,85 minutos). Podemos afirmar que os nadadores iniciam o sono com a mesma facilidade que os jovens sedentários, tendo depois fases maiores o que leva a um aumento das latências das fases subsequentes. Ou seja a duração das fases de sono é maior nos nadadores, com destaque para a grande diferença da latência a REM, facto já demonstrado por (S. D. Youngstedt *et al.*, 1997). Esta aumentada latência a REM, denunciando uma grande fase N3, ou seja uma maior necessidade de recuperação física, mesma fora do período de treinos. No final do 1º ciclo, essa tendência acompanha o facto dos nadadores dormirem menos tempo e as latências são menores, denunciando aqui um mecanismo de proporcionalidade, mas também um chegar mais rápido ao sono profundo e aos mecanismos de recuperação física e cognitiva. Na fase pré-competição a latência de N1 e N2 aumenta, ou seja os nadadores levam mais tempo a adormecer, o que pode estar associado a alguma ansiedade. No entanto esse aumento das fases mais superficiais, não compromete o atingir das fases mais profundas já que a latência a N3, praticamente mantém-se e a latência a REM diminui substancialmente. Após as competições, todas as latências diminuem o que significa maior facilidade não só em adormecer, mas também em chegar às diversas fases do sono. Podemos afirmar que os nadadores com o avançar da época desportiva, vão aumentando a sua facilidade em chegarem rapidamente ao sono profundo, denunciando uma necessidade de recuperação física e cognitiva e com exceção do momento pré-competição, denunciando aqui alguma ansiedade, têm mesmo maior facilidade em adormecer que no início de época.

Analisando agora a forma como o sono se distribui, verificamos que os nadadores têm no início de época menos quantidade de sono N3 (28,77% versus 32,02%) e REM (14,65% versus 15,9%) e mais quantidade de sono N1 (4,27%, versus 3,77%) e N2 (49,99 versus 47,12%) que o grupo de controlo. Com exceção de N1, essas diferenças aumentam no final do 1º ciclo, com os nadadores a diminuírem ainda mais a sua quantidade de sono N3 (27,52%) e REM (11,95%) e a aumentarem a quantidade de sono N2 (53,76%). Em estudos de outros autores,

esta variação oposta entre o sono REM e o sono NREM, que no nosso caso é feito à custa da fase N2, aparece já referenciado, existindo mesmo a sugestão de que o aumento do sono NREM é inibitório do sono REM (Helen S. Driver & Taylor, 2000; S D Youngstedt *et al.*, 1997). Já N1 diminui (3,54%), sendo nesta fase mesmo inferior ao grupo de controlo. Outros autores afirmaram já esta variação, tendo encontrado nas fases de exercício mais intenso, também menores tempo de sono nas fases N3 e REM e mais tempo nas fases de sono leve (Wong *et al.*, 2013; S. D. Youngstedt *et al.*, 1997). Na fase pré-competição, N1 mantém a sua tendência de descida, sendo inferior às determinações efetuadas anteriormente (3,08%). Esta mesma tendência acontece com N3 (27,36%). A fase N2 e REM, têm um comportamento oposto ao seguido entre a fase início de época e a fase fim de 1º ciclo. N2 diminui para valores inferiores aos de início de época (48,36%), mas ainda assim maiores que os do grupo de controlo. Esta quase constância de N2 ser maior que a encontrada para indivíduos sedentários, está descrita por S. D. Youngstedt *et al.*, (1997) que nos seus nadadores também a encontrou. REM aumenta para valores próximos dos do início de época (14,48%). Após as competições N1 (2,24%) e N3 (26,38%) mantêm a tendência de diminuição, revelando os valores mais baixos da época. N2 e REM também mantêm a tendência seguida nas fases de treino anteriores, diminuindo N2 para valores inferiores (45,16%) mesmo aos do grupo de controlo e aumentando REM para valores superiores (18,18%) aos do início de época e mesmo aos do grupo de controlo. Podemos verificar que conforme avança a época desportiva os nadadores permanecem menos tempo em sono N1, na fase de grande e intensa carga aumentam a percentagem de N2, diminuindo a fase N3 (ligeiramente) e a fase REM, o que significa menor recuperação física e cognitiva. A forma como a nossa amostra evidencia a presença de sono de ondas lentas (N3), sempre em percentagens abaixo dos sedentários, independentemente do momento da época desportiva, contraria grande parte da literatura, já que ela aparece descrita como aumentando com o exercício, o que aliás seria expectável, uma vez que é aqui que se dá a maior parte da recuperação músculo-esquelética (Helen S. Driver & Taylor, 2000; Mello *et al.*, 2002; Montgomery *et al.*, 1982). Já na fase pré-competição o tempo em N3 mantém-se, mas o tempo N2 diminui, enquanto o de REM sobe, significando que os nadadores aumentam o tempo de sono de recuperação das capacidades cognitivas. No pós competição o movimento mantém-se, ou seja, mais sono REM e menos sono NREM em todas as fases, deixando um sinal de mais necessidade de recuperação cognitiva do que física, o que acompanha os resultados das competições que não foram os melhores, com os nadadores a ficarem abaixo das suas expectativas. Estes resultados no que ao sono de ondas lentas (N3) se referem, contrariam os achados de P. J. F. Martins *et al.*, (2001), que refere que a principal alteração provocada pelo exercício é o aumento de ondas lentas.

A avaliação do Índice de microdespertares, é também no início de época sobreponível ao do grupo de controlo (10,2 eventos/hora). Quer um grupo, quer outro, apresentam um valor ligeiramente superior ao valor de referência (Silveira & Faria, 2006), o que já foi referido no trabalho de Penas *et al.*, (2009). Este número diminui na fase de treino intenso, ou seja no fim do 1º ciclo (9,5 eventos/hora) e aumenta na fase pré-competição (13,51 eventos/hora). Após a competição, mantém praticamente o mesmo valor (13,59 eventos/hora). Podemos pois pressupor que a diminuição dos microdespertares está associada ao treino intenso e o seu aumento à proximidade da competição. Sabendo nós que mais microdespertares, significa maior

fragmentação do sono, logo menor qualidade de sono (Samuels, 2008), podemos afirmar que quando mais exigente é a época de treino mais continuo é o sono dos atletas e melhor qualidade tem.

Já o índice de movimentos das pernas que é sempre maior nos nadadores, parece aumentar com o avançar da época e estar associado à acumulação de esforço, diminuindo com a paragem após as competições o que podemos ler como movimento recuperador. Estes resultados, já obtidos por outros autores, podem evidenciar uma maior presença de excitabilidade dos circuitos da medula, gerando tónus muscular e automatismo nos desportistas (Mello *et al.*, 2002)

A percentagem de ronco, que é de 12,74% no grupo de controlo, é menor nos nadadores (9,56%) em início de época. Sobe na fase fim do 1º ciclo, desce ligeiramente na fase pré-competição e volta a descer de forma significativa após as competições. Há aparentemente uma maior presença de ronco nas fases de treinos mais intensos que diminui com a ausência de treinos. O facto do ronco estar menos presente nos nadadores (desportistas), já havia sido referido por (Mello *et al.*, 2002).

3.5.4.2 O Cortisol

Embora já tenhamos afirmado em momentos anteriores da investigação que a relação conhecida (Paiva & Penzel, 2011; Rea *et al.*, 2012) entre sono REM e cortisol não se verifica estatisticamente, podemos dizer que ao longo da época o parâmetro do sono cujo comportamento mais se assemelha ao do cortisol é o do sono REM. De facto o cortisol, quer ao deitar, quer ao acordar, revela um descida entre o início de época e o fim do 1º ciclo, para depois subir nas fases seguintes. A ligação ao treino, deixa implícito que apesar da carga o stresse e a necessidade de recuperação da componente cognitiva, não se verificam, quando não estamos na presença do factor competição. Já na presença desta o cortisol (especialmente ao deitar) aumenta, denunciando que a sua ligação é mais à competição que ao treino. A generalidade dos autores (Hejazi & Hosseini, 2012; Rama, 2009) atribui o aumento do cortisol à intensidade de treino, mas nós face aos resultados obtidos, preferimos afirmar que a sua variação é mais próxima do stresse competitivo.

3.5.4.3 O POMS

A aplicação das escalas de POMS, mostram que tensão, depressão, irritação, fadiga e confusão, aumentam entre o início de época e o fim do 1º ciclo, para diminuírem sucessivamente nas fases seguintes. Podemos ler aqui um comportamento inverso ao TTS, ou seja quanto menos os nadadores dormem, maior é a sua tensão, depressão, irritação, fadiga e confusão. Também Halson, (2008) afirma que a privação de sono, aumenta estas variáveis. O Sono NREM N2 tem um comportamento sobreponível às escalas em análise, ou seja as escalas aumentam, quando a quantidade de sono N2 aumenta e diminuem quando a quantidade de sono N2 diminui. A escala de tensão ao aumentar desde o início da época até à avaliação na pré-competição, para depois diminuir, denuncia uma ligação ao esforço acumulado ao longo da época, que diminui quando eliminamos a carga física dos treinos e a carga psicológica da competição. Já o vigor tem um comportamento que nos mostra o

seu ponto mais baixo no final do 1º ciclo (quando a fadiga está mais alta), aumentando para o seu maior valor na fase pré-competição (quando a fadiga diminui), para voltar a descer depois das competições (diminuindo também a fadiga). Na ligação ao sono verificamos que este comportamento é sobreponível às latências do sono NREM, que têm exatamente o mesmo comportamento. Permitimo-nos afirmar que menor vigor pode estar associado a menores latências às fases NREM e o inverso ser verdadeiro.

3.5.5 Conclusão

Os nadadores na ausência de treinos dormem mais que os indivíduos que não praticam desporto. A sua disponibilidade para estar na cama, que determina o tempo que dormem, acompanha a carga e intensidade dos treinos. Mais treinos, menos sono e vice-versa. Face aos sedentários, os atletas em repouso têm uma eficiência sobreponível, no entanto quando sujeitos a treinos estes rentabilizam melhor o tempo disponível para estar na cama e essa rentabilidade vai aumentando com o avançar da época, o que significa que o eventual cansaço acumulado se traduz por um melhor aproveitamento do tempo de recuperação.

Os nadadores em repouso, demoram a iniciar o sono o mesmo tempo que os sedentários, embora evoluam ao longo das fases do sono de forma mais lenta. Durante os treinos os nadadores adormecem mais depressa e chegam às diversas fases mais rapidamente que os sedentários. A tensão provocada pelo momento pré-competição, atrasa o adormecer e as latências das fases do sono REM aparecem também mais tarde nos nadadores. Já o sono REM é atingido mais cedo, o que nos parece óbvio, pela função de recuperação cognitiva que lhe está associado, o que aliás se confirma quando verificamos que a quantidade de sono REM é maior nas fases de pré e pós competição. Já a quantidade de sono N3 onde a recuperação física está mais presente é praticamente constante ao longo da época, não aparentando uma ligação ao treino.

Na organização do sono, o treino provoca também formas diferentes do organismo reagir. Na fase início de época, “longe” da influência dos treinos verificamos que os nadadores têm ligeiramente mais sono N1 e N2, que os sedentários, ou seja maior percentagem de sono superficial. No fim do 1º ciclo a intensidade do treino, diminui ligeiramente o sono N1, aumentando o N2, aumentando o tempo de sono superficial. Na fase pré-competição, N1 volta a diminuir ligeiramente enquanto N2 diminui para valores próximos do início de época e podemos afirmar uma percentagem de sono superficial próxima da dos sedentários. Na avaliação pós-competição ambos diminuem, sendo a diminuição de N2 mais evidente que a de N1 e nesta fase os nadadores apresentam menos sono superficial que os sedentários. Podemos concluir que o treino intenso aumenta o sono superficial, diminuindo a qualidade do sono, que se associa à diminuição da quantidade já explicada.

Quanto ao sono de ondas lentas, os nadadores têm sempre menos quantidade deste sono que os sedentários, o que não era expectável, uma vez que é nesta fase que se dá grande parte da recuperação física (músculo-esquelética).

Já o sono REM que no início de época, é apenas ligeiramente inferior ao dos sedentários, diminui no fim do 1º ciclo, para voltar aos valores de início de época na pré-competição e aumentar na fase pós-competição,

denunciando uma acrescida necessidade de recuperação cognitiva, o que face aos resultados menos conseguidos dos nadadores nos campeonatos em análise, se ajusta.

A avaliação do cortisol salivar apresenta sempre valores baixos de stresse, ainda que possamos ler maior stresse na fase pós-competição que nas fases de treinos de grande intensidade, ou de pré-competição. Se cruzarmos estes valores com os obtidos nas escalas de POMS, concluímos que os nadadores em nenhum momento apresentam valores altos em nenhuma das escalas, evidenciando bons estados de humor, o que pode justificar a ausência de níveis de stresse que comprometam a qualidade do sono. Ou seja podemos afirmar com segurança que o stresse não comprometeu a qualidade do sono e que está mais associado aos resultados desportivos, do que à carga e intensidade do treino.

§

III PARTE

§

4 Discussão Geral

4.1 O padrão de sono

Após a avaliação inicial, iniciámos as comparações possíveis com os valores da AASM (Moser *et al.*, 2009), nomeadamente analisando os parâmetros: TTA, TTS e Eficiência de sono, Latência ao sono, % de Fase N1, % de Fase N2, % de Fase N3 e % de fase REM, todas avaliadas tendo como referência o TTA. Constatamos que os nossos jovens sedentários estavam na cama um pouco menos de 7 horas, tendo uma boa eficiência do sono (92,58%), o que significava dormir próximo de 6,30 horas. Ao comparar estes valores com os estabelecidos como padrão para adultos pela AASM, constatamos que os nossos jovens estão cerca de menos 1 hora na cama que o padrão. Diversos autores mencionaram já este menor tempo de sono, relacionando-o mesmo com um atraso de fase, ou seja com o facto de os jovens atrasarem progressivamente a hora de deitar, compensando a diminuição da quantidade de horas dormida ao fim de semana (Jiang *et al.*, 2011; Kang & Chen, 2009; Lund *et al.*, 2010). No entanto rentabilizam melhor esse tempo, dormindo apenas menos cerca de 12 minutos, o que se traduz numa eficiência de sono superior (92,58%) em 10% ao padrão, o que corrobora os resultados de Tsai & Li, (2004) que também encontraram uma latência de 93%. Apesar disso os nossos jovens têm uma latência ao sono ligeiramente superior (17,92 minutos), contra os 16 minutos do padrão e os 14 minutos encontrados por Tsai & Li, (2004), demorando bastante mais a chegar ao sono REM. Relativamente à distribuição dos tipos de sono, constatamos que a fase N1 apresenta valores de pouco mais de 25% do valor padrão, tendo um tempo de sono N1 médio de 3,77 minutos ao contrário do padrão que se situa em 12,4 minutos e a fase N2 é também mais curta em cerca de 7% que os valores da AASM (47,12% versus 54,1%). Sendo a fase REM da nossa amostra, também mais curta em cerca de 4% (15,99% versus 19,7%), a compensação faz-se toda à custa da fase N3 (sono de ondas lentas), já que a nossa amostra tem cerca de duas vezes e meia mais sono N3 que os valores apresentados como padrão, ou seja os nossos jovens dormem 32,02% do tempo nesta fase enquanto o padrão aponta para 13,7% (Moser *et al.*, 2009). Com o avançar da idade o sono profundo tende a diminuir (Paiva & Penzel, 2011), por isso a percentagem encontrada de N3 é perfeitamente aceitável, pois encontra-se aumentada comparativamente com a população adulta.

Numa segunda comparação trocamos os adultos *lactus sensus* por jovens adultos e procuramos perceber as diferenças para uma faixa etária mais próxima da nossa, sendo que em estudos cujo instrumento de análise fosse a polissonografia, o mais próximo que encontramos foi o estudo de Hirshkowitz, (2004), que estudou um grupo na faixa etária 20-29 anos. Nesta comparação comparamos os parâmetros já referidos no parágrafo anterior, tendo adoptado o mesmo critério do autor, ou seja, as % de

sono nas diversas fases foram avaliadas tendo como tempo global o Tempo Total Analisado, tal como fez Hirshkowitz, (2004). Acrescentamos também o Índice de Micro-despertares.

Verificamos que os nossos jovens, passaram ligeiramente mais tempo na cama (+ 8 minutos, ou seja 412,94 versus 404,9 minutos), mas ficam ainda assim atrás do referido no estudo de Tsai & Li, (2004) cujo tempo foi de 418 minutos, bem como de um estudo mencionado por Boscolo *et al.*, (2007) realizado em jovens (20-29 anos), que menciona tempos de 462 minutos. No entanto os nossos jovens rentabilizaram o tempo na cama de forma clara, tendo dormido mais 35 minutos (o TTS da nossa amostra é de 382,51 minutos versus 347,3 minutos), ficando ainda assim abaixo dos tempos da amostra de Tsai & Li, (2004) e tendo uma eficiência de sono maior em cerca de 6%, semelhante à de (Tsai & Li, 2004). Os nossos jovens também levaram mais tempo a adormecer. Quanto à distribuição pelas diferentes fases, constatamos que os nossos jovens voltam a ter menos percentagem de sono nas fases N1, N2 e REM e mais sono N3, embora as diferenças com Hirshkowitz, (2004) apareçam esbatidas relativamente à comparação com o padrão para adultos da AASM (Moser *et al.*, 2009).

Das comparações realizadas recorrendo à polissonografia, é óbvia a maior proximidade dos nossos resultados aos de Hirshkowitz, (2004) e a razão é a proximidade da faixa etária. Mas se considerarmos plausível o recurso a outro método de análise, os resultados obtidos por Tsai & Li, (2004) são os que mais se aproximam dos nossos. Os autores recorreram a inquéritos que envolvem naturalmente um grau de subjetividade que o estudo polissonográfico não comporta. Ainda assim os valores são próximos dos nossos com o TTA a ter uma diferença de apenas 6 minutos menos na nossa amostra, o TTS (talvez o mais sujeito a uma avaliação subjetiva) a ser 29 minutos inferior nos nossos jovens a nossa latência a ser superior em quase 4 minutos e a eficiência de sono a ter uma diferença inferior a 0,5 %.

É óbvio o facto de o sono na faixa etária 18-23 anos ser diferente do adulto padrão. A maior eficiência de sono e a diferença na forma como o sono se distribui pelos diversos tipos de sono é dado mais importante a retirar. O sono N3 (sono de ondas lentas) está nestes jovens em muito maior quantidade que nos adultos. As outras fases do sono, apresentam diferenças significativas, sendo todas elas percentualmente menores que no adulto. Também a latência ao sono REM, nos aparece substancialmente aumentada, facto a que não será alheia a maior percentagem de sono N3.

Quando analisamos os diversos padrões em estudo verificamos que os jovens desta faixa etária, passam menos tempo na cama que os adultos, sendo a diferença para a faixa etária 20-29 anos de idade irrelevante. Já quanto à eficiência de sono ela é tanto maior, quanto mais jovem for a faixa etária analisada: adultos 82%, jovens 20-29 anos 86%, jovens 18-23 anos 92,5%. A distribuição do sono NREM pelas diversas fases, tem também um comportamento linear, com N1 e N2 a serem tanto menores, quanto mais jovem é a faixa etária e N3 a crescer, conforme desce a idade da faixa etária. O sono REM, apresenta-se diferente de ambos os grupos, não tem um comportamento linear, sendo certo que a nossa amostra tem menos sono REM que qualquer das outras.

4.2 O padrão de sono dos nadadores

Para podermos perceber, qual a responsabilidade da prática desportiva e neste caso concreto da natação no padrão de sono dos atletas, importava começar por conhecer o padrão da amostra, numa fase cuja interferência de curto prazo do ritmo treino/competição fosse nula ou muito baixa. Sabemos que a adaptação ao treino de forma continuada é só por si fator de alteração de alguns dos ritmos cronobiológicos e logo passível de alterar o ciclo sono-vigília. Neste sentido procurámos conhecer o sono dos atletas em início de época e compará-lo com os jovens do grupo de controlo (não praticantes desportivos).

Primeira constatação é o facto de apesar do dia-a-dia mais preenchido dos nadadores, estes estão mais tempo na cama que os sedentários e dormem mais tempo.

Quando analisamos as latências, o valor é o mesmo para N1, sendo superior em todas as outras fases para os nadadores, com destaque para a latência a REM, consideravelmente aumentada nos nadadores. Ainda que o momento de análise afaste os nossos nadadores da influência aguda do exercício, P. J. F. Martins *et al.*, (2001) refere que determinados efeitos do exercício sobre o sono, podem estar relacionados com o efeito crónico da adaptação ao exercício. Neste sentido podemos mencionar S. D. Youngstedt *et al.*, (1997) que refere alterações na latência ao sono, com destaque para a da fase REM. A demora em chegar à fase REM, pode estar relacionada com a necessidade de mais sono NREM, ou seja maior tempo de recuperação da componente músculo-esquelética.

Na distribuição percentual das diversas fases, verificamos que embora elas sejam quase idênticas entre nadadores e sedentários, a tendência é para N1 e N2 serem maiores nos nadadores e N3 e REM serem menores (Helen S. Driver & Taylor, 2000; Wong *et al.*, 2013). Podemos pois afirmar que o sono dos nadadores é mais superficial que o dos sedentários. Importa no entanto reforçar que a fase N3, já era substancialmente aumentada para ambos os grupos, o que pressupõe que esta faixa etária precisa de um tempo aumentado para a recuperação músculo-esquelética.

Na análise aos eventos respiratórios, constatamos que o índice de micro-despertares é igual em ambos os grupos, sendo a sua distribuição equivalente, ou seja os nadadores dormiram mais minutos e logo apresentam valores superiores de todos os tipos de despertares. Este facto é explicado pela maior eficiência de sono dos nadadores, já que há uma relação inversa entre ambos os parâmetros. Já a percentagem de ronco, estando como seria expectável num grupo tão jovem, em valores baixos, ela é menor no grupo dos nadadores. O contrário se passa com o índice de movimentos das pernas que é maior nos nadadores, o que poderá estar relacionado com a maior carga muscular, facilitando esta a presença de espasmos musculares.

Quando comparamos as saturações de O₂, quer em valores médios, quer em valores mínimos, quer ainda na diferença entre sono REM e sono NREM, verificamos que não existem quaisquer diferenças, sendo todas elas sobreponíveis.

Na comparação entre frequências cardíacas, constatamos que os nadadores têm frequências médias mais altas, o mesmo acontecendo quando dividimos a noite em sono REM e NREM.

4.3 As alterações decorrentes do treino/competição

Percebendo que os jovens têm um padrão de sono próprio e que o treino regular de natação intensifica essas diferenças, mesmo após uma pausa razoável da atividade física, importa perceber quais as consequências para o sono, no dia-a-dia desse mesmo treino. O momento escolhido para essa análise foi o final de um ciclo, que ao longo de 10 semanas, intensifica o volume e a intensidade do treino e que culmina numa semana de 10 treinos de elevada magnitude.

A avaliação nesta fase apresenta desde logo uma diferença importante, que é a disponibilidade para estar na cama. Os atletas pelo facto de estarem numa altura de treinos bi-diários que encurta a noite disponível, apresentaram uma permanência na cama (TTA), inferior em 35 minutos ao início de época. E se no início de época esse tempo era superior ao do grupo de controlo, agora ele é mais curto. Esta condicionante, não pode deixar de interferir com o TTS e os atletas dormem menos 21 minutos nesta fase, em relação ao início de época e há também uma inversão com o grupo de controlo, já que agora são os nadadores que dormem menos. Isto mesmo haviam já concluído outros autores ao verificarem que se os treinos forem demasiado matutinos, o que acontecia com a nossa amostra, a redução do tempo de sono pode chegar a menos 1,30 horas (Forndran *et al.*, 2012; Sargent *et al.*, 2012).

Embora os tempos de sono sejam menores, em especial o TTS, este resulta de um melhor aproveitamento do TTA, que se traduz numa maior eficiência. Ou seja os nossos atletas dormem uma extraordinária percentagem do tempo que estão na cama, o que pode ser induzido do estudo de outros autores que mencionam que após exercício o TTS aumenta, ou seja aproxima-se do TTA (Faria *et al.*, 2009; Määttä *et al.*, 2010).

As latências também apresentam comportamento alterado. A latência a N1, quer no grupo de controlo, quer nos nadadores em início de época era de 17 minutos, baixa no fim de 1º ciclo para 11 minutos. A latência a N2, que no início de época era mais alta que a do grupo de controlo (26 e 20 minutos respectivamente) é agora de 16 minutos. A latência a N3 que no início de época era de 48 minutos, enquanto no grupo de controlo era de 38, é agora também de 38 minutos. A latência a REM era no grupo de controlo era de 112 minutos, bastante inferior à do início de época que era de 166, e diminui para 146 minutos. Constatamos que o treino diminui as latências, acelerando o início do sono e a chegada a sono profundo, o que aliás já fora referido por outros autores (S. D. Youngstedt *et al.*, 1997; Zanetti *et al.*, 2007). Este facto pode ser indiciador da necessidade de recuperação que os atletas sentem, acelerando a chegada às fases mais recuperadoras do sono.

Quanto à percentagem de sono, N1 que era ligeiramente superior, no início de época face ao grupo de controlo, no final do 1º ciclo essa diferença esbate-se, ou seja, desce ligeiramente com o treino. A fase N2 era ligeiramente superior no início de época face ao grupo de controlo (49,49 versus 47,12%) e agora essa diferença aumenta já que encontramos 53,76%. A fase N3 que no início de época tinha uma diferença de pouco menos de 3% face ao grupo de controlo, agora desce ainda mais e tem para o grupo de controlo uma diferença de 4,5%. A fase REM que tinha pouco menos de 1% entre o grupo de controlo e o início de época, desceu e apresenta agora 4% menos que o grupo de controlo e mais de 3% menos que o início de época. Verificamos que o sono nas fases de treino mais intenso é menos recuperador, com as fases de sono superficial a aparecerem em maior quantidade.

Quanto ao índice de micro-despertares, baixou ligeiramente nesta fase, quando era sobreponível com grupo de controlo no início de época. Já a percentagem de ronco que era de 9,56% no início de época e mais baixa que a do grupo de controlo que apresentava 12,74%, nesta fase quase que duplicou, atingindo os 18,76%. Também o índice de movimentos das pernas que tinham no início de época um valor de 8 (o grupo de controlo apresenta 6,35%), sobe agora para 10,26%. Melhorou a eficiência do sono o que tornava expectável o resultado encontrado para o índice de microdespertares. O aumento da carga e intensidade do treino é consentâneo com o aumento do índice de movimentos das pernas.

A frequência cardíaca apesar de se manter mais alta que a encontrada no grupo de controlo, teve uma descida apresentando agora valores mais próximos daqueles. Baixou assim de 62,49 para 55,43 bpm, ainda que o grupo de controlo tivesse revelado uma média de 51,30 bpm.

A análise do cortisol salivar, revela valores mais baixos na fase fim de 1º ciclo, denunciando valores baixos de stresse nesta fase do ciclo de treino. A ligação entre os valores do cortisol e os parâmetros do sono é ténue e contraria outros autores que referem uma ligação entre este e o sono REM (Paiva & Penzel, 2011). No nosso estudo verificamos uma ligação entre o cortisol e a eficiência do sono mas em sentido paradoxal. Foram os atletas que tiveram o sono mais eficiente que revelaram valores mais altos de cortisol matinal o que não era expectável.

A aplicação do POMS, corrobora os resultados do cortisol, já que se verifica que a nossa amostra tem sempre valores muito baixos em todas as escalas, ou seja a influência do stresse ou dos estados de humor é seguramente ténue. Ainda assim, encontramos uma ligação entre mais tensão e mais necessidade de horas de sono. Percebemos que a fadiga aumenta a eficiência de sono e diminui a latência ao sono.

4.4 O Sono antes e após a competição

Nesta avaliação os atletas estiveram na cama os mesmos minutos (a diferença média entre os dois momentos é de 1,21 minutos). Na medição do TTS constatamos que no pós-competição os atletas dormem mais (cerca de 7 minutos). Este dormir mais, traduz-se naturalmente em menor tempo de vigília e

obviamente em maior eficiência de sono. De salientar é que quanto mais avançamos na época, maior é a eficiência de sono, que no momento pré-competição é idêntica à que já tínhamos obtido no final do microciclo 10, ou seja 96,3% (esta foi avaliada no final do microciclo 28 que tem características semelhantes) e no pós competição, sobe para 97,1%. Parece-nos podermos afirmar que o treino intenso e o cansaço acumulado ao longo da época aumentam a necessidade de rentabilizar todo o tempo na cama para dormir.

Na avaliação das latências verificamos que no momento pré-competição as latências são sempre mais elevadas. O valor para N1 é de 21,93 minutos, baixando no momento pós-competição para 14,90 minutos. N2 que apresenta um valor de 25,14 minutos, desce após a competição para 18,40 minutos. Também N3 tem um valor pré-competição de 38,64 minutos, descendo para 32,60 minutos. A latência a REM desce de 131,96 minutos, para 102,85 minutos. O aumento da latência após a prática de exercício está descrita por outros autores . O nosso momento pré-competição, ao contrário da avaliação pós-competição, foi obtido após o treino (S. D. Youngstedt, 2005). Podemos inda acrescentar a ligação que parece existir entre o momento de tensão pré-competitivo e a dificuldade em adormecer e progredir no sono. Outros autores avaliaram já atletas na fase pré-competição e estes percebem que antes das competições dormem pior (Lastella, Lovell, & Sargent, 2014).

Quanto às quantidades de sono, constatamos que N1, N2 e N3 apresentam valores ligeiramente menores no pós-competição, enquanto REM tem uma percentagem ligeiramente superior, o que pode estar relacionado com os resultados desportivos obtidos.

O índice de micro-despertares não sofre qualquer variação com a competição, já a percentagem de ronco e o índice de movimentos das pernas apresentam valores inferiores no momento pós-competição, o que parece consentâneo com a literatura, já que está descrito que a estimulação motora frequente induz estímulos musculares (Ekstedt *et al.*, 2006; S. D. Youngstedt, 2005).

As frequências cardíacas, são ligeiramente menores após a competição.

5 Conclusão

A primeira conclusão a retirar deste nosso estudo é o facto de o sono na faixa etária 18-23 anos ser substancialmente diferente do adulto padrão. É óbvia a maior eficiência de sono e a diferença na forma como o sono se distribui pelos diversos tipos de sono, com o sono N3 (sono de ondas lentas) a aparecer em muito maior quantidade que nos adultos. Mas também as outras fases do sono, apresentam diferenças significativas, sendo todas elas percentualmente menores que no adulto. Outro aspecto que difere significativamente é o facto dos nossos jovens terem uma latência ao sono REM, substancialmente aumentada, facto a que não será alheia a maior percentagem de sono N3.

Quando analisamos os diversos padrões em estudo podemos concluir que os jovens desta faixa etária, passam menos tempo na cama que os adultos, mas em valores muito semelhantes aos da faixa etária 20-29 anos de idade. Já quanto à eficiência de sono ela é tanto maior, quanto mais jovem for a faixa etária analisada: adultos 82%, jovens 20-29 anos 86%, jovens 18-23 anos 92,5%. Quanto à distribuição do sono NREM pelas diversas fases, podemos dizer que ele tem também um comportamento linear, com N1 e N2 a serem tanto menores, quanto mais jovem é a faixa etária e N3 a crescer, conforme desce a idade da faixa etária. Já o sono REM, apresentando diferenças para ambos os grupos, não tem um comportamento linear, ainda que se possa concluir que as dúvidas estão entre os adultos e os jovens de 20-29 anos, sendo certo que a nossa amostra tem menos sono REM que qualquer das outras.

A criação de um padrão, que podemos denominar de “repouso” para os nadadores e que se pode traduzir como sendo o “normal” para os praticantes de um plano contínuo e sistematizado de treino/competição contem as adaptações “crónicas” consequentes desse mesmo plano. Neste padrão não são consideradas as alterações que o treino/competição pode comportar no dia-a-dia, já que a distância da análise ao último treino é substancialmente distante para eliminar alterações agudas da fisiologia. Podemos pois concluir que face a indivíduos com o “mesmo” estilo de vida, excepto as alterações decorrentes da atividade desportiva, os nadadores têm um padrão de sono que não difere significativamente, mas que apresenta tendências fisiológicas a assinalar: um maior tempo de sono, uma maior eficiência de sono, latências mais aumentadas, com destaque para a latência a REM, maior quantidade de sono N1 e N2; menor quantidade de sono N3 e frequências cardíacas aumentadas. Ou seja o treino cria um padrão de sono adaptado, onde os atletas dormem mais e com maior eficiência, ainda que de forma mais superficial. Apesar de o sono profundo aparecer em maior quantidade que o descrito na literatura, na comparação com os sedentários da mesma faixa etária o treino diminui este tipo de sono e logo a capacidade de recuperação dos atletas, incluindo a recuperação músculo-esquelética. Esta alteração tem características de cronicidade, já que a encontramos mesmo após 5 semanas de paragem de treinos. Podemos pois afirmar que os

nadadores que supostamente necessitariam de maior recuperação física e cognitiva que os sedentários, têm um padrão de sono crónico, de menor recuperação, o que abre a discussão, sobre a necessidade de se ensaiarem outras estratégias horárias de treino e eventualmente outra distribuição da carga e intensidade. Ou seja pode ser necessário redistribuir as horas de treino/sono.

Ao avaliarmos o sono dos nadadores num momento da época de grande intensidade e volume de treino, verificamos que ainda que de forma não significativa, há diferenças no sono dos nadadores, nomeadamente porque dormem menos, embora de forma mais eficiente. As latências são todas elas menores que no início de época, parecendo que os atletas têm pressa em dormir. Quanto à divisão do sono, todos os tipos de sono, à exceção de N2, têm no final do 1º ciclo, menos quantidade de sono. Como era expectável face à eficiência de sono encontrada, o índice de micro-despertares é menor, no entanto o índice de movimentos das pernas e a percentagem de ronco aumentam. Face ao momento da época de treino, seria expectável o que encontrámos (mais eficiência e menores latências) e que os atletas pudessem dormir mais horas, que esse sono se diferenciasse pelo aumento das fases do sono onde a recuperação é efetiva N3 e REM. Este momento de avaliação, corrobora o do início de época, deixando em aberto a insuficiência de recuperação dos atletas, por menor permanência na cama. O treino ainda que de forma pouco acentuada vem diminuir a qualidade da arquitetura do sono.

Analisado o efeito da competição na qualidade de sono pré e pós competição constatamos que ambos reproduzem um sono de boa qualidade, sendo ainda assim as diferenças favoráveis ao momento pós-competição, nomeadamente por este apresentar maior eficiência de sono e menor tempo de vigília. As latências ao sono, diminuem todas no momento pós-competição, atingindo o atleta mais rapidamente os estádios mais profundos do sono. Já quanto às quantidades de sono o momento pós-competição apresenta menos sono NREM, em todas as suas fases e mais sono REM. Tal pode ficar a dever-se à necessidade de maior recuperação cognitiva, já que os resultados ficaram abaixo do previsto para a equipa, com a média de resultados a ser inferior a 100%. Também no que aos eventos diz respeito o momento pós-competição conserva o valor de micro-despertares de uma fase para a outra e diminui o valor de ronco, de movimentos das pernas e de frequência cardíaca.

O estudo do sono tem sido realizado maioritariamente no contexto da patologia e logo em idades distantes das que pretendemos estudar, por ser aí que as ciências da saúde se deparam com maiores alterações. A faixa etária por nós estudada, difere substancialmente dos padrões conhecidos e documentados para adultos. A criação de um padrão para o intervalo de idade onde se situam os nossos nadadores, deixa claro que os atletas não diferem substancialmente dos indivíduos da mesma idade.

Os nadadores apresentam um padrão de sono diverso dos indivíduos sedentários da mesma idade, com alterações fisiológicas que indicam uma adaptação crónica ao exercício e um comportamento dos mecanismos do sono que pode alterar o rendimento do treino. Constatamos que mesmo na paragem entre épocas, essa adaptação não desaparece na totalidade e que a qualidade do sono (que é normal) pode não ser suficiente para o organismo recuperar na totalidade, quer física, quer cognitivamente do esforço acumulado ao longo de uma época. Os atletas mesmo dormindo mais que os sedentários e tendo uma eficiência sobreponível, apresentam uma arquitetura do sono que sendo normal, tem menos sono profundo o que deixa subjacente menor qualidade de recuperação. Deixamos pois em aberto a possibilidade de outros ensaios que alterando a carga e a intensidade de treino, quiçá apenas o horário destes, adaptem a arquitetura do sono a uma recuperação mais efetiva do esforço despendido.

A nossa amostra apresenta características diferentes de outras encontradas na literatura, nomeadamente: menores índices de cortisol, quer ao deitar quer ao levantar, nas várias determinações efectuadas, bem como estados de humor menos exacerbados que os que nos serviram de referencia, ou seja, valores baixos em qualquer uma das escalas analisadas, o que denuncia baixa interferência do stresse e dos estados de humor na qualidade do sono.

No período de maior carga e intensidade da época os atletas estão na cama menos tempo do que os sedentários e menos tempo que eles próprios na sua fase de repouso. Este facto só por si limita o facto do sono se apresentar “à vontade”. A eficiência do sono aumenta o que significa que o tempo passado na cama é melhor aproveitado, as latências diminuem o que corrobora esse melhor aproveitamento, mas a distribuição dos tipos de sono mostra-nos mais sono N2 e menos sono REM, com ligeira diminuição do sono N3. Nesta fase parece-nos ainda mais evidente, a ausência de efetiva recuperação durante o sono, já que este se torna mais superficial. A discussão em investigações futuras terá de se fazer em torno de 3 análises que possam indicar um caminho a seguir, nomeadamente: mais sono “*ad libitum*”, menos treinos demasiado matutinos e antecipação dos treinos vespertinos.

O efeito da competição não tem nos estados de humor, nem na variação do cortisol salivar, um efeito significativo. Aliás a única variação de realce é uma ligeira subida da tensão pré-competitiva. Nesta fase os atletas estiveram na cama um tempo aproximado ao dos sedentários e dormiram mais que estes, aproximando o tempo dormido, do da sua própria fase de repouso. A eficiência do sono é sobreponível à da fase fim do 1º ciclo. As latências sobem denunciando a tensão já referida, levando os nadadores mais tempo a adormecer. A latência a sono profundo é sobreponível à do fim do 1º ciclo e a latência a REM é substancialmente menor que a das fases já analisadas. A distribuição das fases do sono, mantém inalteradas N1 e N3, fazendo N2 e REM movimentos inversos aos ocorridos nas fases anteriores, ou seja aqui diminui o sono superficial, para aumentar o sono REM de recuperação cognitiva, evidenciando uma ligação à competição. Esta fase corrobora o que havíamos dito sobre a anterior, aumentando a necessidade de se

criar espaço entre treinos e de equacionar se do ponto de vista psicológico o atleta chega às competições na sua melhor forma.

Na fase pós-competição os resultados são condicionados pela performance das competições. Este grupo de nadadores, não atingiu o objectivo de se superar e é certo que quer o cortisol salivar, quer o POMS, não evidenciam desgaste psicológico assinalável (embora os valores do cortisol subam de forma incipiente). Quanto à arquitetura do sono, os atletas dormem mais que nas fases anteriores, com uma eficiência do sono ainda maior. As latências voltam a descer e a distribuição do sono, volta a apresentar uma diminuição do sono superficial e um aumento do sono REM, que poderá denunciar uma maior necessidade de recuperação cognitiva.

Fechamos esta análise como começamos, insistindo na necessidade de se criar espaço para o sono, que permitirá maiores e melhores recuperações, ajudando os atletas a obterem melhores estados físicos e psicológicos.

Sabemos que as nossas propostas esbarram na ausência de condições especiais para que estes atletas possam cumprir a sua vida desportiva, sem esta ser condicionada pela vida escolar. Mas aquilo que cientificamente parece provar-se não pode deixar de ser evidenciado.

Bibliografia

- Abeln, V., Kleinert, J., Strüder, H. K., & Schneider, S. (2013). Brainwave entrainment for better sleep and post-sleep state of young elite soccer players - A pilot study. *European Journal of Sport Science*, (January 2014), 37–41. doi:10.1080/17461391.2013.819384
- Adam, E. K., Doane, L. D., Zinbarg, R. E., Mineka, S., Craske, M. G., & Griffith, J. W. (2010). Prospective prediction of major depressive disorder from cortisol awakening responses in adolescence. *Psychoneuroendocrinology*, 35(6), 921–31. doi:10.1016/j.psyneuen.2009.12.007
- Alóe, F., & da Silva, A. (2000). Sono normal e Polissonografia. In J. A. Pinto (Ed.), *Ronco e apnéia do sono* (Revinter., pp. 9–16).
- Amoretti, R., & Brion, R. (2001). *Cardiologia do Esporte* (Manole.). São Paulo.
- Antunes, H. K. M., Andersen, M. L., Tufik, S., & De Mello, M. T. (2008). Privação de sono e exercício físico. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*. doi:10.1590/S1517-86922008000100010
- Atkinson, G., & Davenne, D. (2007). Relationships between sleep, physical activity and human health. *Physiology & Behavior*, 90(2-3), 229–35. doi:10.1016/j.physbeh.2006.09.015
- Atkinson, G., Todd, C., Reilly, T., & Waterhouse, J. (2005). Diurnal variation in cycling performance: influence of warm-up. *Journal of Sports Sciences*, 23(3), 321–9. doi:10.1080/02640410410001729919
- Benitez, A., & Gunstad, J. (2012). Poor sleep quality diminishes cognitive functioning independent of depression and anxiety in healthy young adults. *The Clinical Neuropsychologist*, 26(2), 214–23. doi:10.1080/13854046.2012.658439
- Berger, B. G., & Motl, R. W. (2000). Exercise and mood: A selective review and synthesis of research employing the profile of mood states. *Journal of Applied Sport Psychology*, 12(1), 69–92.
- Bloch, K. E. (1997). Polysomnography: a Systematic Review. *Technology and Health Care*, 5.
- Bonifazi, M., Sardella, F., & Lupo, C. (2000). Preparatory versus main competitions: differences in performances, lactate responses and pre-competition plasma cortisol concentrations in elite male swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 82(5-6), 368–73. doi:10.1007/s004210000230
- Boscolo, R. A., Sacco, I. C., Antunes, H. K., Mello, M. T. de, & Tufik, S. (2007). Avaliação do padrão de sono, atividade física e funções cognitivas em adolescentes escolares. *Rev Port Cien Despor*, 7(1), 18–25. Retrieved from http://www.scielo.oces.mctes.pt/scielo.php?pid=S1645-05232007000100003&script=sci_arttext
- Brand, S., Beck, J., Gerber, M., Hatzinger, M., & Holsboer-Trachsler, E. (2010). Evidence of favorable sleep-EEG patterns in adolescent male vigorous football players compared to controls. *The World Journal of Biological Psychiatry: The Official Journal of the World Federation of Societies of Biological Psychiatry*, 11(2 Pt 2), 465–475.
- Brand, S., Gerber, M., Beck, J., Hatzinger, M., Pühse, U., & Holsboer-Trachsler, E. (2010). High exercise levels are related to favorable sleep patterns and psychological functioning in adolescents: a comparison of athletes

and controls. *The Journal of Adolescent Health : Official Publication of the Society for Adolescent Medicine*, 46(2), 133–41. doi:10.1016/j.jadohealth.2009.06.018

Brum, P. C., Forjaz, C. L. M., & Tinucci, T. (2004). Adaptações agudas e crónicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev Paul Educ Fis*, 18, 21–31.

Buman, M. P., Hekler, E. B., & Bliwise, D. L. (2010). Exercise effects on night-to-night fluctuations in self-rated sleep among older adults with sleep complaints. *J Sleep Res*, 20(1), 28–37.

Carskadon, M. (2005). Lack of sleep can affect athletic performance in teens. *Science Daily*.

Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (2011). Chapter 2 – Normal Human Sleep : An Overview. In *Principles and practice of sleep medicine* (pp. 16–26).

Caseiro, P. (2003). *Qualidade de Vida Relacionada com a Saúde em Doentes com Distúrbios do Sono – A CPAP no Tratamento da Apneia do Sono*. Instituto Superior Miguel Torga, Coimbra.

Chokroverty, S., Bhatt, M., & Goldhammer, T. (2005). Polysomnographic Recording Technique. In S. Chokroverty, R. J. Thomas, & M. Bhatt (Eds.), *Atlas Of Sleep Medicine* (1st ed., pp. 1–28). Philadelphia: Elsevier Butterworth Heinemann.

Daroff, R. B. (1991). The International Classification of Sleep Disorders: Diagnostic and Coding Manual. *Neurology*. doi:10.1212/WNL.41.1.160

Davenne, D. (2009). Sleep of athletes – problems and possible solutions. *Biological Rhythm Research*, 40(1), 45–52. doi:10.1080/09291010802067023

Douglas, N. J. (2005). Respiratory Physiology: Control of Ventilation. In *Principles and Practice of Sleep Medicine* (pp. 224–231). Elsevier Inc.

Driver, H. S., Rogers, G. G., Mitchell, D., Borrow, S. J., Allen, M., Luus, H. G., & Shapiro, C. M. (1994). *Prolonged endurance exercise and sleep disruption*. *Medicine and science in sports and exercise* (Vol. 26, pp. 903–907).

Driver, H. S., & Taylor, S. R. (2000). Exercise and sleep. *Sleep Medicine Reviews*.

Ekstedt, M., Soderstrom, M., Perski, A., & Akerstedt, T. (2006). Ekstedt, M., Soderstrom, M., Perski, A., & Akerstedt, T. (2006). Sleep Habits and Health Consequences. *Journal of Sleep Research*, 15, 47–49. *Journal of Sleep Research*, 15, 47–49.

Engle-Friedman, M., Riel, S., Golan, R., Ventuneac, A. M., Davis, C. M., Jefferson, A. D., & Major, D. (2003). The effect of sleep loss on next day effort. *Journal of Sleep Research*, 12(2), 113–24. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12753348>

Erlacher, D., Ehrlenspiel, F., Adegbesan, O. a., & El-Din, H. G. (2011). Sleep habits in German athletes before important competitions or games. *Journal of Sports Sciences*, 29(8), 859–66. doi:10.1080/02640414.2011.565782

Erlacher, D., Schredl, M., & Lakus, G. (2009). Subjective sleep quality prior to home and away games for female volleyball players. *International Journal of Dream Research*, 2(2), 70–72. Retrieved from <http://ezproxy.lib.ucf.edu/login?URL=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=psych&AN=2011-14175-006&site=ehost-live&ndaniel.erlacher@issw.uni-heidelberg.de>

Faria, A. P. De, Cavagnoli, D. A., Rossi, M. V., Ferreira, S. E., Rita, L., Bittencourt, A., ... Mello, M. T. De. (2009). Effects of Resistance Exercise on the Sleep Patterns of Sedentary Individuals. *Sleep Science*, 2(3), 141–146.

- Fernandes, R. M. F. (2006). O SONO NORMAL. *Medicina, Ribeirão Preto*, 39(2), 157–168.
- Forndran, A., Lastella, M., Gd, R., Sl, H., & Sargent, C. (2012). Training Schedules in Elite Swimmers : In *Sleep of Elite Athletes* (pp. 6–10).
- Franzini, C. (2005). Cardiovascular Physiology: The Peripheral Circulation. In M. Kryger, T. Roth, & W. Dement (Eds.), *Principles and practise of sleep medicine* (5th editio., pp. 203–212). Philadélfia: Elsevier Sounders.
- Gorman, C. (2005). Why WE Sleep. *Time*, 166(4), 42–49.
- Halson, S. L. (2008). Nutrition, sleep and recovery. *European Journal of Sport Science*, 8(2), 119–126. doi:10.1080/17461390801954794
- Halson, S. L. (2013). Sleep and the elite athlete. *Sports Science Exchange*, 26(113), 1–4.
- Halson, S. L. (2014). Sleep in Elite Athletes and Nutritional INterventions to Enhance Sleep. *Sports Medicine*. Retrieved from <http://link.springer.com/article/10.1007/s40279-014-0147-0/fulltext.html>
- Heinzelmann, F., & Bagley, R. W. (1970). Response to physical activity programs and their effects on health behavior. *Public Health Reports (Washington, D.C. : 1974)*, 85(10), 905–911.
- Hejazi, K., & Hosseini, S.-R. A. (2012). Influence of selected exercise on serum immunoglobulin, testosterone and cortisol in semi-endurance elite runners. *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(3), 185–92. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3445646&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
- Heller, H. C. (2005). Temperature, Thermoregulation, and Sleep. In M. Kryger, T. Roth, & W. Dement (Eds.), *Principles and practise of sleep medicine* (5th editio., pp. 292–304). Philadélfia: Elsevier Sounders.
- Hirshkowitz, M. (2004). Normal human sleep: an overview. *The Medical Clinics of North America*, 88(3), 551–65, vii. doi:10.1016/j.mcna.2004.01.001
- Hirshkowitz, M., Moore, C. A., & Minhoto, G. (2007). The Basic of Sleep. In M. R. Pressman & W. C. Orr (Eds.), *Understanding Sleep - The Evaluation and Treatment of Sleep Disorders* (Third prin., pp. 11–34). Washington, DC: American Psychological Association.
- Horne, J., & Staff, L. (1982). Exercice and Sleep: Body-heathing effects. *Departament of Human Sciences*, 1, 36–46.
- Hoshikawa, M., Uchida, S., Sugo, T., Kumai, Y., Hanai, Y., & Kawahara, T. (2010). Sleep quality in athletes under normobaric hypoxia equivalent to 1500 m altitude: A polysomnographic study. *European Journal of Sport Science*, 10(3), 191–198. doi:10.1080/17461390903470020
- Inácio, R. (2008). *Sleep home's validation: remote monitoring of sleep apnea. Syndrome patients*. Universidade de Coimbra.
- Jiang, F., VanDyke, R. D., Zhang, J., Li, F., Gozal, D., & Shen, X. (2011). Effect of chronic sleep restriction on sleepiness and working memory in adolescents and young adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 33(8), 892–900. doi:10.1080/13803395.2011.570252
- Kang, J.-H., & Chen, S.-C. (2009). Effects of an irregular bedtime schedule on sleep quality, daytime sleepiness, and fatigue among university students in Taiwan. *BMC Public Health*, 9, 248. doi:10.1186/1471-2458-9-248
- Lac, G., & Berthon, P. (2000). Changes in cortisol and testosterone levels and T/C ratio during an endurance competition and recovery. *J Sports Med Phys Fitness*, 40(2), 139–44.

- Lastella, M., Lovell, G. P., & Sargent, C. (2014). Athletes precompetitive sleep behaviour and its relationship with subsequent precompetitive mood and performance. *European Journal of Sport Science*, 14(1), 123–130.
- Lavie, P. (1996). Lavie P. The enchanted world of sleep. *New Haven: Yale University Press*.
- Lavie, P. (2001). Sleep-wake as a biological rhythm. *Annual Review of Psychology*, 52, 277–303. doi:10.1146/annurev.psych.52.1.277
- Leeder, J., Glaister, M., Pizzoferro, K., Dawson, J., & Pedlar, C. (2012). Sleep duration and quality in elite athletes measured using wristwatch actigraphy. *Journal of Sports Sciences*, 30(6), 541–5. doi:10.1080/02640414.2012.660188
- Lund, H. G., Reider, B. D., Whiting, A. B., & Prichard, J. R. (2010). Sleep patterns and predictors of disturbed sleep in a large population of college students. *Journal of Adolescent Health*, 46(2), 124–32. doi:10.1016/j.jadohealth.2009.06.016
- Määttä, S., Landsness, E., Sarasso, S., Ferrarelli, F., Ferreri, F., Ghilardi, M. F., & Tononi, G. (2010). The effects of morning training on night sleep: A behavioral and EEG study. *Brain Research Bulletin*, 1–6. doi:10.1016/j.brainresbull.2010.01.006
- Mah, C. D., Mah, K. E., Kezirian, E. J., & Dement, W. C. (2011). The effects of sleep extension on the athletic performance of collegiate basketball players. *Sleep*, 34(7), 943–50. doi:10.5665/SLEEP.1132
- Manni, R., Ratti, M. T., Marchioni, E., Castelnovo, G., Murelli, R., Sartori, I., ... Tartara, a. (1997). Poor sleep in adolescents: a study of 869 17-year-old Italian secondary school students. *Journal of Sleep Research*, 6(1), 44–9. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9125698>
- Martins, N. (2005). *Arquitetura do Sono Antes e Após CPAP*. Instituto Politécnico de Coimbra.
- Martins, P. J. F., Mello, M. T. de, & Tufik, S. (2001). Exercício e sono. *Rev Bras Med Esporte*, 7(1), 1–12.
- McGuigan, M. R., Egan, A. D., & Foster, C. (2004). Salivary Cortisol Responses and Perceived Exertion during High Intensity and Low Intensity Bouts of Resistance Exercise. *Journal of Sports Science & Medicine*, 3(1), 8–15. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3896117&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., ... Urhausen, A. (2012). Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science (ECSS) and the American College of Sports Medicine (ACSM). *European Journal of Sport Science*, 13(1), 1–24. doi:10.1080/17461391.2012.730061
- Mello, M. T. De, Boscolo, R. A., Esteves, A. M., & Tufik, S. (2005). O exercício físico e os aspectos psicobiológicos. *Rev Bras Med Esporte*, 11, 1–10.
- Mello, M. T. De, Esteves, A. M., Comparoni, A., Amélia, A., & Sergio, B. (2002). Avaliação do padrão e das queixas relativas ao sono, cronotipo e adaptação ao fuso horário dos atletas brasileiros participantes da Paraolimpíada em Sidney – 2000. *Rev Bras Med Esporte*, 8, 122–128.
- Montgomery, I., Trinder, J., & Paxton, S. J. (1982). Energy expenditure and total sleep time: effect of physical exercise. *Sleep*, 5(2), 159–168.
- Moser, D., Anderer, P., Gruber, G., Parapatics, S., Loretz, E., Boeck, M., ... Dorffner, G. (2009). Sleep classification according to AASM and Rechtschaffen & Kales: effects on sleep scoring parameters. *Sleep*, 32(2), 139–49. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2635577&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

- Owens, J. A. (2009). A clinical overview of sleep and attention-deficit/ hyperactivity disorder in children and adolescents. *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 18(2), 92.
- Paiva, T., & Penzel, T. (2011). *Centro de Medicina do Sono* (Lidel - Ed.). Lisboa.
- Passos, G. S., Poyares, D., & Santana, M. C. (2012). Is exercise an alternative treatment for chronic insomnia? *CLINICS*, 67(6), 653–659.
- Passos, G. S., Poyares, D., & Santana, M. G. (2010). Effect of acute physical exercise on patients with chronic primary insomnia. *J Clin Sleep Med*, 6(3), 270–275.
- Penas, M., Brito, A., Pocinho, M., & Conde, J. (2009). Avaliação da qualidade do sono em jovens nadadores. *Ciência, Saúde E Inovação*, 2(8), 23–32.
- Rama, L. M. P. L. (2009). *Variação de Parâmetros Fisiológicos, Bioquímicos, Hormonais e Imunitários em nadadores e remadores numa época desportiva*. Universidade de Coimbra.
- Rea, M. S., Figueiro, M. G., Sharkey, K. M., & Carskadon, M. a. (2012). Relationship of morning cortisol to circadian phase and rising time in young adults with delayed sleep times. *International Journal of Endocrinology*, 2012, 749460. doi:10.1155/2012/749460
- Reilly, T., & Edwards, B. (2007). Altered sleep-wake cycles and physical performance in athletes. *Physiology & Behavior*, 90(2-3), 274–84. doi:10.1016/j.physbeh.2006.09.017
- Rente, P., & Pimentel, T. (2004). *A Patologia do Sono*. Rente, P., & Pimentel, T. (2004). *A Patologia do Sono* (Lidel, Edi.). Lisboa. (Lidel, Edi.). Lisboa.
- Roach, G. D., Schmidt, W. F., Aughey, R. J., Bourdon, P. C., Soria, R., Claros, J. C. J., ... Sargent, C. (2013). The sleep of elite athletes at sea level and high altitude: a comparison of sea-level natives and high-altitude natives (ISA3600). *British Journal of Sports Medicine*, 47 Suppl 1, i114–20. doi:10.1136/bjsports-2013-092843
- Roth, T., & Roehrs, T. (2000). Sleep organization and regulation. *Neurology*, 54(5 Suppl 1), S2–S7.
- Samuels, C. (2008). Sleep, recovery, and performance: the new frontier in high-performance athletics. *Neurologic Clinics*, 26(1), 169–80; ix–x. doi:10.1016/j.ncl.2007.11.012
- Santos, R. V. T., Tufik, S., & De Mello, M. T. (2007). Exercise, sleep and cytokines: is there a relation? *Sleep Medicine Reviews*, 11(3), 231–9. doi:10.1016/j.smr.2007.03.003
- Sargent, C., Halson, S., & Roach, G. D. (2012). Sleep or swim? Early-morning training severely restricts the amount of sleep obtained by elite swimmers. *European Journal of Sport Science*, (November), 1–6. doi:10.1080/17461391.2012.696711
- Schmidt, M. H. (2005). Neural Mechanisms of Sleep-Related Penile Erections. In M. Kryger, T. Roth, & W. Dement (Eds.), *Principles and practise of sleep medicine* (5th editio., pp. 305–317). Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Sierra, J. C., Navarro, C. J., Domingo, J., & Ortiz, M. (2002). Calidad del sueño en estudiantes universitarios: importancia de la higiene del sueño. *Salud Mental*, 25, 35–43.
- Silva, A., Queiroz, S. S., Winckler, C., Vital, R., Sousa, R. A., Fagundes, V., ... de Mello, M. T. (2012). Sleep quality evaluation, chronotype, sleepiness and anxiety of Paralympic Brazilian athletes: Beijing 2008 Paralympic Games. *British Journal of Sports Medicine*.

- Silveira, F. J., & Faria, A. C. (2006). Síndrome da apneia-hipopneia obstrutiva do sono (SAHOS) e a síndrome de resistência de vias aéreas superiores (SRVAS): duas entidades distintas ou duas apresentações da mesma doença? *Pulmão RJ*, 15(1), 36–38.
- Takahashi, K., & Atsumi, Y. (1997). Precise measurement of individual rapid eye movements in REM sleep of humans. *Sleep*, 20(9), 743–752.
- Terry, P. C., & Lane, A. M. (2000). Normative values for the profile of mood states for use with athletic samples. *Journal of Applied Sport Psychology*, 12(1), 93–109.
- Trinder, J., Montgomery, I., & Paxton, S. J. (1988). The effect of exercise on sleep: the negative view. *Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum*, 574, 14–20.
- Tsai, L.-L., & Li, S.-P. (2004). Sleep patterns in college students: gender and grade differences. *Journal of Psychosomatic Research*, 56(2), 231–7. doi:10.1016/S0022-3999(03)00507-5
- Van Cauter, E., Holmbäck, U., Knutson, K., Leproult, R., Miller, A., & Nedeltcheva, A., . . . Spiegel, K. (2007). Impact of sleep and sleep loss on neuroendocrine and metabolic function. *Hormone Research in Paediatrics*, 67(1), 2–9.
- Viana, M. F., Almeida, P. L. de, & Santos, R. C. (2001). Adaptação portuguesa da versão reduzida do Perfil de Estados de Humor – POMS. *Análise Psicológica*, 1, 77–92.
- Walters, A. S., Lavigne, G., & Hening, W. (2007). The Scoring of Movements in Sleep. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 3(2), 155–167.
- Wong, S. N., Halaki, M., & Chow, C.-M. (2013). The effects of moderate to vigorous aerobic exercise on the sleep need of sedentary young adults. *Journal of Sports Sciences*, 31(4), 381–6. doi:10.1080/02640414.2012.733823
- Youngstedt, S. D. (2005). Effects of exercise on sleep. *Clinics in Sports Medicine*, 24(2), 355–365.
- Youngstedt, S. D., Connor, P. J., & Dishman, R. K. (1997). The Effects of Acute Exercise on Sleep: A Quantitative Synthesis. *American Sleep Disorders Association and Sleep Research Society*, 20(3), 203–14.
- Youngstedt, S. D., O'Connor, P. J., & Dishman, R. K. (1997). The effects of acute exercise on sleep: a quantitative synthesis. *Sleep*, 20(3), 203–214.
- Zanetti, M. C., Lavoura, T. N., & Machado, A. A. (2007). O treinamento desportivo e a qualidade de sono de atletas profissionais. <http://www.efdeportes.com>.