

**CARGA DE TREINO, FADIGA NEUROMUSCULAR
E BEM-ESTAR EM ATLETAS DE ELITE DE
VOLEIBOL MASCULINO DURANTE UM
MESOCICLO DA TEMPORADA DESPORTIVA**

Orientador: Doutor João Alberto Valente dos Santos

Universidade Lusófona – Centro Universitário de Lisboa
Faculdade de Educação Física e Desporto

Lisboa

2023

GERSON DE OLIVEIRA AMORIM

**CARGA DE TREINO, FADIGA NEUROMUSCULAR
E BEM-ESTAR EM ATLETAS DE ELITE DE
VOLEIBOL MASCULINO DURANTE UM
MESOCICLO DA TEMPORADA DESPORTIVA**

Dissertação defendida em provas públicas para obtenção do Grau de Mestre em Treino Desportivo – Alto Rendimento Desportivo no curso de Mestrado em Treino Desportivo – Alto Rendimento Desportivo, conferido pela Universidade Lusófona – Centro Universitário de Lisboa, no dia 14 de junho de 2023, perante o júri, com o Despacho de Nomeação N°278/2023 de 5 de junho de 2023, com a seguinte composição:

Presidente:

Prof. Doutor Jorge dos Santos Proença Martins

Arguente:

Prof. Doutor João Rafael Rodrigues Pereira

Orientador:

Prof. Doutor João Alberto Valente dos Santos

Universidade Lusófona – Centro Universitário de Lisboa

Faculdade de Educação Física e Desporto

Lisboa

2023

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a Lurdes de Oliveira Amorim minha mãe que sempre foi minha grande incentivadora para que sempre buscasse conhecimento. Também dedico a minha família Caroline Tavares da Silva Amorim, Gabriela da Silva Amorim, Samuel da Silva Amorim e Lara da Silva Amorim que tem me acompanhando em toda a minha vida profissional e agora também nessa jornada da vida académica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me permitido viver até aqui. Quero, igualmente, agradecer a todos os Professores que partilharam seus conhecimentos conosco neste mestrado.

Um agradecimento especial aos amigos Fernando, Luísa e Izabel que partilharam, comigo, diversos momentos de estudo durante estes dois anos. Agradeço, também, ao, antes colega de trabalho, André Rebelo pela partilha de conhecimento e por ter acrescentado tanto no meu desenvolvimento profissional.

Por fim, um agradecimento especial ao meu orientador Professor Doutor João Valente dos Santos que é para mim uma referência profissional e académica na qual me inspirou na jornada de buscar conhecimento teórico, além da prática.

RESUMO

O voleibol de elite tem apresentado quadros competitivos cada vez mais congestionados com implicações significativas na carga de treino. Uma parte significativa das sessões de treino implicam exercícios de alta intensidade, com tarefas de salto, que são responsáveis por induzir danos musculares, elevados níveis de fadiga e dor muscular. O presente estudo tem como objetivo quantificar e analisar as cargas interna e externa de treino, a fadiga neuromuscular e bem-estar auto-percecionado de um mesociclo de cinco semanas da temporada desportiva de uma equipe profissional de voleibol masculino. Para o presente estudo foram considerados 15 jogadores profissionais de voleibol masculino com média de idade de $28,51 \pm 5,39$ anos, altura: $193,19 \pm 9,87$ cm, massa corporal: $88,46 \pm 13,18$ kg. O tempo total das sessões de treino foi calculado considerando o aquecimento, parte principal e retorno à calma. Os microciclos competitivos foram analisados em relação ao número de dias que antecedem o dia do jogo (i.e., “*match day*”). Os dias que antecedem o dia de jogo foram nomeados dia de jogo menos (-) ou *match day* (-). A percepção subjetiva de esforço foi utilizada como indicador de carga interna e a contagem de saltos e a energia cinética média enquanto indicadores de carga externa. A fadiga neuromuscular foi analisada através do salto com contra-movimento (CMJ) e o bem-estar auto-percecionado foi obtido por questionário. Através dos resultados do presente estudo, foi possível identificar um decréscimo da carga interna nos microciclos e um comportamento ondulatório para carga externa dos mesmos. A monotonia do treino aumentou a cada microciclo e surge associada negativamente com pico de potência do CMJ ($r = -0,681$; $p < 0,05$). Finalmente, a qualidade de sono ($\rho = -0.747$, $p < 0.01$) e fadiga ($\rho = -0.789$, $p < 0.01$) apresentaram uma associação negativa com carga externa de treino semanal. De acordo com os resultados obtidos, podemos concluir que os aumentos dos valores de monotonia do treino se associam à redução do pico de potência no CMJ. Com efeito, a monitorização e controlo da monotonia do treino será um dos aspetos a ter em conta no processo de treino em jogadores de voleibol profissional. Outro achado importante é associação negativa entre a qualidade de sono e fadiga com a carga externa, ou seja, aumentos significativos e agudos de da carga externa, no processo de treino, podem implicar alterações na qualidade de sono e fadiga de atletas de voleibol de elite.

Palavra-chave: desportos coletivos; periodização; monitorização; carga interna e externa de treino; percepção subjetiva de esforço; saltos; recuperação.

ABSTRACT

Elite volleyball is undergoing through increasingly congested competitive frameworks with significant implications for training load. Most high-intensity bouts of exercise in volleyball consist of jumping activities, which are responsible for inducing muscle damage, high levels of fatigue, and muscle soreness. Therefore, the aim of the current study was to quantify and analyse the training loads, neuromuscular fatigue, and perceptual well-being of a 5-week in-season mesocycle carried out by a professional male volleyball team. Fifteen volleyball players (age 28.51 ± 5.39 years; height 193.19 ± 9.87 cm; body mass 88.46 ± 13.18 kg) participated in this study. Internal training load assessed through the rating of perceived exertion, external training load (ETL; evaluated using an inertial motion unit), countermovement jump (CMJ) height and peak power, and wellness questionnaire responses were obtained from all athletes. Results indicated a progressive decrease of the internal training load during the week and by the undulatory pattern of the ETL during the microcycles. Moreover, training monotony increased across the microcycles and was negatively associated with CMJ peak power ($r = -0.681, p < 0.05$). Finally, sleep quality ($\rho = -0.747, p < 0.01$) and fatigue ($\rho = -0.789, p < 0.01$) were negatively associated with weekly ETL. This study indicated that sleep quality and fatigue were negatively associated with weekly ETL. Therefore, decreases in weekly ETL might be needed to improve sleep quality and decrease fatigue in professional volleyball players. Plus, higher values of training monotony were associated with lower values of CMJ peak power. Consequently, avoiding training monotony might be important to improve jumping performance in professional volleyball athletes.

Keywords: team sports; periodization; monitoring; internal and external training load; rating of perceived exertion; jump performance; recovery.

LISTA DE ABREVIATURAS

ACWR	<i>Acute chronic workload ratio</i>
CAE	Ciclo alongamento-encurtamento
CET	Carga externa de treino
CETs	Carga externa de treino semanal
CIT	Carga interna de treino
CITs	Carga interna de treino semanal
CMJ	Salto com contra-movimento
ES	Magnitude do efeito
FC	Frequência Cardíaca
FIVB	Federação Internacional de Voleibol
IMU	Unidade de movimento inercial
MD	<i>Match day</i>
PSE	Perceção Subjetiva de Esforço
PSEs	Perceção subjetiva de esforço semanal
PSEst	Perceção subjetiva de esforço da sessão de treino
TQR	Qualidade Total de Recuperação
TRIMP	<i>Training impulse</i>

ÍNDICE GERAL

<i>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO</i>	10
1.1. INTRODUÇÃO	11
<i>CAPÍTULO 2 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO</i>	13
2.1. VOLEIBOL	14
2.2. MONITORIZAÇÃO DO TREINO	15
2.3. CARGA EXTERNA E CARGA INTERNA	17
2.4. FADIGA NEUROMUSCULAR	19
2.5. BEM-ESTAR E SAÚDE	20
2.6. ASSOCIAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS	22
2.7. OBJETO DE ESTUDO	24
<i>CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA</i>	25
3.1. MÉTODO	26
3.2. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	26
3.3. PARTICIPANTES	26
3.4. INSTRUMENTOS	26
3.4.1. VERT	26
3.4.2. QUESTIONÁRIO DE BEM ESTAR-SAUDE	28
3.4.3. PERCEÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO	28
3.4.4. SALTO COM CONTRA-MOVIMENTO	29
3.5. PROCEDIMENTOS	30
3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA	33
<i>CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</i>	34
4.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	35
5.4. IMPLICAÇÕES FUTURAS	47
5.5. IMPLICAÇÕES PRÁTICAS	47
<i>CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES</i>	49
6.1. CONCLUSÕES	50
<i>CAPÍTULO 7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	51
7.1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
8. APÊNDICE	62
8.1. ESTUDO PUBLICADO	63

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CICLO DE SUPERCOMPENSAÇÃO (BOMPA & HAFF, 2012).	17
FIGURA 2. UNIDADE DE MOVIMENTO INERCIAL.	27
FIGURA 3. CINTO ELÁSTICO PARA FIXAR O DISPOSITIVO.	27
FIGURA 4. INTERFACE DA APLICAÇÃO VERT.	27
FIGURA 5. INTERFACE DA APLICAÇÃO XPS.	28
FIGURA 6. INTERFACE DA APLICAÇÃO XPS PARA PSE.	29
FIGURA 7. CHRONOJUMP BOSCO SYSTEM.	29
FIGURA 8. MICROCICLO COMPETITIVO COM UM JOGO NA SEMANA.	30
FIGURA 9. FÓRMULA DE CÁLCULO DA CET	32

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1. MÉDIA PARA CARGA DE TREINO DURANTE 5 MICROCICLOS.....	37
TABELA 2. MÉDIA PARA FADIGA NEUROMUSCULAR E BEM-ESTAR DURANTE 5 MICROCICLOS. ..	38
TABELA 3. MÉDIA PARA CARGA DE TREINO DURANTE MD MINUS.....	39
TABELA 4. MÉDIA PARA BEM-ESTAR DURANTE MD MINUS.	40

Gerson de Oliveira Amorim

Carga de treino, fadiga neuromuscular e bem-estar de atletas de elite de voleibol masculino durante um mesociclo da temporada desportiva

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1. INTRODUÇÃO

O voleibol é uma modalidade olímpica coletiva que foi criada em 1895 nos Estados Unidos da América por William G. Morgan. Atualmente a modalidade é uma das cinco grandes dos esportes internacionais, obtendo grande sucesso por meio de suas competições mundiais como FIVB World Championships, a FIVB World League, o FIVB World Grand Prix, a FIVB World Cup e a FIVB Grand Champions Cup e os Jogos Olímpicos. Tal crescimento fez da Federação Internacional de Voleibol (FIVB), a maior federação esportiva internacional do mundo com 220 federações nacionais afiliadas (www.fivb.com), e seus esforços em acompanhar as competições e avaliar os pontos fortes e fracos da modalidade com objetivo criar um desporto ainda melhor permitem o voleibol manter sua posição de desporto familiar número um do mundo (www.fivb.com).

A evolução da modalidade e do treino de voleibol Silva et al. (2014) tem refletido no aumento da homogeneidade das características dos atletas de alto nível, fazendo com que as equipes de topo sejam similares na média dos indicadores antropométricos e nas performances físicas e técnicas. Portanto, monitorar e controlar os treinos e jogos com objetivo de reduzir o risco de lesões, *overreaching*, *overtraining* ou doenças é muito importante que todos os atletas estejam no seu melhor estado de forma para os jogos e treinos tanto no período competitivo como nos momentos decisivos da época desportiva. Monitorar os treinos e competições no voleibol não é fácil como nos indicam Lima et al. (2020). Os estudos de Andrade et al. (2014) e Rodríguez-Marroyo et al. (2014) apontam para divergências entre a percepção da carga de treino planeada por treinadores e a carga percebida pelos atletas. Entretanto, Lima et al. (2020), indicam que a carga de treinamento no voleibol tem aumentado, indicando sua importância no planeamento de uma temporada de forma mais eficiente onde há um controle e ajustes contínuo do processo de treino.

O desporto profissional atual apresenta um aumento da carga de treino e os atletas tem sido expostos calendarização massiva/congestionada de jogos e competições (Schwellnus et al., 2016; Soligard et al., 2016). Neste contexto também se encontra inserido o atleta de voleibol de elite, conduzindo, inevitavelmente, a questões de relevância técnico-científica: Quais serão os valores de carga interna e externa de treinamento, fadiga neuromuscular dos atletas de voleibol profissional durante um mesociclo competitivo? Será que o atleta de elite de voleibol após cada semana padrão de treino estará no seu melhor estado de forma e sem fadiga para os jogos

durante um mesociclo competitivo? Haverá associação entre as diferentes medidas de carga de treino e a fadiga neuromuscular e o bem-estar? Qual sua relação, destas variáveis, com desempenho desportivo dos atletas de voleibol masculinos de elite?

Com efeito, o presente estudo tem como objetivo quantificar e analisar as cargas interna e externa de treino, a fadiga neuromuscular e bem-estar auto-percecionado de um mesociclo competitivo de equipe profissional de voleibol masculino que participou do Campeonato Nacional de voleibol da 1ª divisão de Portugal. Adicionalmente, será estudada a associação entre os diferentes indicadores.

Para o presente estudo, estabeleceram-se as seguintes hipóteses: (i) os atletas, em dia de jogo, apresentam uma relação adequada entre bem-estar e fadiga, com consequente disponibilidade para competir; (ii) há associação entre as variáveis de carga de treino, fadiga neuromuscular e bem-estar; e, (iii) as cargas externa e interna de treino irão influenciar na percepção subjetiva de esforço e na percepção de bem-estar.

CAPÍTULO 2 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. VOLEIBOL

O voleibol é um desporto coletivo que tem milhões de praticantes e apreciadores da modalidade pelo mundo. O jogo consiste em uma equipe que detém a posse de bola consiga através de ações ofensivas colocar a bola no solo do campo adversário, bem como criar estratégias e táticas individuais e coletivas para organização do sistema defensivo com objetivo de evitar tomar pontos, ou seja, a bola não toque o solo (Hileno et al., 2020). Nos últimos anos a FIVB promoveu várias alterações nas regras e para tornar o jogo mais atrativo para adeptos e a televisão (Alcaraz et al., 2019; Garcia et al., 2021).

O voleibol, segundo Sheppard et al. (2009) caracteriza-se por ser uma modalidade intermitente e explosiva, com movimentos curtos de alta intensidade e com períodos pequenos de descanso. As habilidades físicas e motoras necessárias para a sua prática são muitas e diversificadas, sendo mais complexas à medida que é maior o nível técnico dos atletas envolvidos na disputa (Mroczek et al., 2017).

Para a realização dos fundamentos de jogo (i.e., serviço, recepção, passe, ataque, bloco e defesa) os atletas dependem da velocidade, força de resistência muscular localizada, força rápida (i.e., explosiva e potência) e do raciocínio rápido para realização dessas ações (de Freitas et al., 2014).

As ações de jogo como os saltos, mergulhos, deslocamentos e pequenos sprints, o uso do salto e da velocidade é um sinal claro da demanda de força física e velocidade dos gestos técnicos (Costa et al., 2016). Os saltos para o ataque e bloqueio assim com sprints curtos e mergulhos nas ações defensivas são as movimentações de jogo que mais exigem esforço físico dos atletas (Marques-Junior, 2019). Segundo Dopsaj et al. (2012), um jogo de 5 sets pode ter de 250 a 300 ações sendo que os saltos representam 50-60% das ações totais, 30% são a deslocamentos rápidos e mudanças de direções e 15% de quedas para ações defensivas.

Os fundamentos do jogo que contribuem para determinar a vitória, de acordo com Silva et al. (2014), são o serviço, ataque e o bloco, e utilizam-se do salto vertical para boa execução técnica desses fundamentos (Penã et al., 2013).

A avaliação dos saltos verticais, tem sido utilizado como uma grande referencia para o controle da carga externa no voleibol devido a sua importância e grande utilização durante as ações jogo (Dopsaj et al., 2012; Pisa, Zecchin, & Puggina, 2022; Silva et al., 2019; Skazalski et al., 2018), tal como seus efeitos na percepção da carga interna (Horta et al., 2017).

Há estudos que também apontam que o treino e jogo de voleibol pode modificar a percepção de bem-estar dos atletas, aumentar a dor muscular, provocar alterações do sono, aumentando o nível de estresse e mudança no estado de recuperação dos atletas (Brandão et al., 2018; Horta, Bara Filho, Coimbra, Miranda, et al., 2019; Horta, Bara Filho, Coimbra, Werneck, et al., 2019; Horta et al., 2020; Lacerda et al., 2015; Lima et al., 2022; Pinto et al., 2016).

2.2. MONITORIZAÇÃO DO TREINO

O desporto profissional atual apresenta um aumento da carga de treino e os atletas são expostos calendarização massiva/congestionada de jogos e competições (Schwellnus et al., 2016; Soligard et al., 2016), onde o atleta por vezes está inserido em competições pelo seu clube desportivo e representando suas as seleções nacionais, fazendo que os intervalos de pausa entre as competições e diferentes épocas desportivas sejam cada vez mais curtos. Os principais clubes ou equipes desportivas de cada país estão envolvidos nas competições nacionais, competições continentais e mundiais ao mesmo tempo durante uma única época desportiva, fazendo que os atletas sejam submetidos a intervalos curtos entre os jogos.

Nesse contexto, um deficitário controle das cargas pode expor os atletas ao risco de lesões, *overreaching* e *overtraining*. Sendo assim, os treinadores e equipes técnicas devem planejar o treino e monitorar de forma precisa as cargas de treinamento e jogos, para minimizar os efeitos negativos do *overreaching* não-funcional, lesões ou doenças e potencializar o desempenho dos atletas (Brandão et al., 2018; Kellmann, 2010; Schwellnus et al., 2016; Soligard et al., 2016)

O treinamento desportivo é uma atividade sistematicamente organizada que através da sobrecarga visa proporcionar adequadas adaptações aos atletas, por meio de alterações morfológicas, metabólicas e psicológicas, com o objetivo de melhorar o desempenho competitivo (Brandão et al., 2018). O sucesso do treinamento dependente do equilíbrio entre a magnitude da carga de treinamento e um período de recuperação adequado para que acontecem os processos de super-compensação (de Freitas et al., 2015; Gabriel et al., 2015; Miloski et al., 2012; Nakamura et al., 2010). Da mesma forma, quando não há um equilíbrio entre a magnitude da carga e a adequada recuperação pode ocorrer um decréscimo (*overreaching* e/ou *overtraining*) do desempenho desportivo (Duarte et al., 2019; Gabriel et al., 2015).

Por muitos anos treinadores tem se interessado por quantificar o treino e jogos/competição com objetivo de ajustar o programa de treino e baseado nessas informações (McGuigan, 2017). Segundo McGuigan (2017), monitoramento do treino deve ter como resultado o desempenho do atleta, não havendo desempenho o programa de monitoramento perde seu sentido. Portanto, espera-se que o atleta apresente seu melhor estado de forma no dia de jogo (*match day*) ou em um período específico (competição alvo).

Vários fatores podem influenciar a periodização da carga de treino no período competitivo no desporto coletivo, sendo um problema comum para treinadores conseguir prescrever uma carga apropriada de treinamento. Isto porque, fatores como número de treinos, qualidade do adversário, jogos fora com deslocação, jogos em casa e quantidade de jogos na semana na semana irão contribuir para a definição da periodização da carga de treinamento (Kelly & Coutts, 2007).

Monitorar o atleta passou a ser fundamental no processo de preparação, e os programas desportivos de elite investem uma quantia substancial de valores em sistemas de monitorização de treino como: GPS, marcadores bioquímicos, acelerómetros e controladores de frequência cardíaca (Bourdon et al., 2017; McGuigan, 2017).

As ferramentas psicométricas como percepção subjetiva de esforço, questionário de bem-estar e salto com contra-movimento (CMJ), para o monitorar o treino, oferecem um resultado rápido e tem um baixo custo e são efetivas para o controle do treino (Kellmann, 2010). Nos estudos realizados por Bara Filho et al. (2013) a percepção subjetiva esforço (PSE) e os questionários de bem-estar oferecem referencias solidas sobre a resposta interna do indivíduo (carga interna) em relação do estresse/estímulo/treino (carga externa). Neste sentido, a PSE apresentou-se como um excelente método alternativo para que monitoramento seja realizado de maneira mais fidedigna e confiável para o controle e periodização das cargas de treino no voleibol. De acordo com Duarte et al. (2019) e Kellmann (2010) os questionários de bem-estar e fadiga também são métodos efetivos e de fácil aplicabilidade para monitoramento e controle do treino, e possibilitam os treinadores tomarem decisões mais adequadas no diz respeito a carga externa de treino (Gallo et al., 2016). O CMJ também é um método eficaz para identificar e monitorar a fadiga aguda e a fadiga neuromuscular de atletas (McLean et al., 2010).

O monitoramento do rendimento desportivo se eficaz permite uma readequação do planeamento e das cargas de treino possibilitando aos treinadores e staff que evitem os efeitos negativos do treino não adaptativo (McLean et al., 2010a).

2.3. CARGA EXTERNA E CARGA INTERNA

Segundo Bompa e Haff (2012), a carga de treino pode ser considerada como uma combinação de intensidade, duração e frequência de treinamento. Portanto, para que ocorram evoluções no desempenho desportivo é necessário planejar sessões de treino que tenham um aumento da carga de trabalho, que juntamente com períodos de recuperação adequados, esse equilíbrio entre estímulo/carga e recuperação fazem com que ocorra o processo de supercompensação (Figura 1), onde há melhora do estado de forma de uma atleta tanto físico como técnico (Bompa & Haff, 2012).

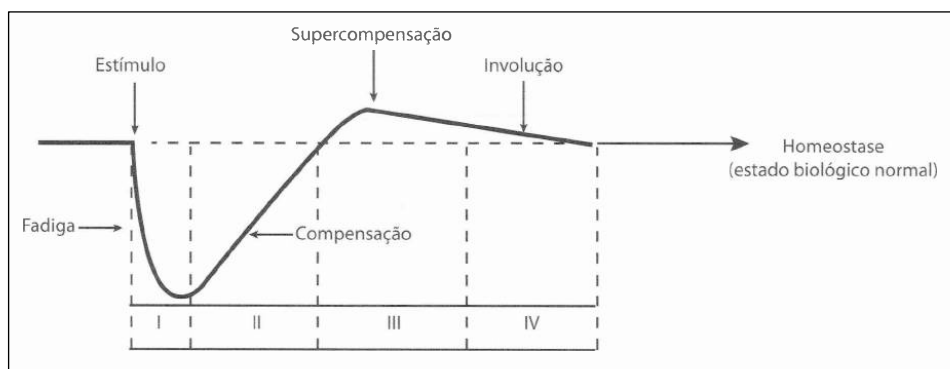


Figura 1. Ciclo de supercompensação (Bompa & Haff, 2012).

Em relação ao controle e monitoramento da carga de treino podemos considerar duas formas: a carga interna e a carga externa. A carga interna é caracterizada pelo estresse fisiológico e psicológico imposto durante o treinamento e/ou competição, enquanto a carga externa é a carga de trabalho exercida pelo atleta independentemente das características internas (Lima et al., 2020).

OS treinadores, por norma, utilizam parâmetros para controlar a carga externa, tais como o tempo de duração do treino/exercício, número de séries, execução e tempo de recuperação, número de repetições e quantidade de peso levantado em atividades resistidas (Andrade et al., 2014). No voleibol a carga externa pode ser quantificada pelo número de saltos; sendo essa habilidade a essencial para realização do jogo pois envolve e é determinante na qualidade de execução dos fundamentos que são relacionados a vitória no jogo, como o ataque, serviço, bloco e passe (Borin et al., 2010; Horta et al., 2017; Silva et al., 2014). Neste segmento, também os deslocamentos e o tempo (duração) de treino e jogo aparecem categorizados dentro da carga externa (Lima et al., 2020).

Segundo Lima et al. (2020) monitorar treinos e competições, no voleibol, não é fácil. Entretanto o número de estudos sobre a carga de treinamento no voleibol tem aumentado, indicando sua importância no planejamento de uma temporada de forma mais eficiente onde há um controle e ajustes contínuo do processo de treino. Segundo Andrade et al. (2014) e Rodríguez-Marroyo et al. (2014), existem divergências entre a percepção da carga de treino planeada por treinadores e a carga percebida pelos atletas, sendo necessárias maiores investigações nesse tema.

A carga interna, de acordo com Impellizzeri et al (2005) citado por Horta et al., (2017), traduz-se em adaptações induzidas pelo treinamento decorrentes do nível de estresse imposto pelo organismo. Para Lima et al. (2020), a carga interna é caracterizada por manifestações fisiológicas e psicológicas impostas pelo estresse durante o treinamento ou competição.

Para quantificar a carga interna de treino podem ser utilizados os seguintes parâmetros: frequência cardíaca (FC), *training impulses* (TRIMP), marcadores bioquímicos, PSE, PSE da sessão de treino (PSEst), monotonia, tensão (*strain*) e outras métricas (Pisa et. al, 2022).

No estudo realizado por Pisa et al. (2022), os autores concordam que o conhecimento da demanda física específica relacionada à carga externa no voleibol, e o que ela representa na carga interna, é importante para que os treinadores possam planejar o processo de preparação dos atletas de forma correta e eficiente para o melhor desempenho e reduzir o risco de lesões que podem comprometer todo o planejamento. Isto é relevante, principalmente, nos desportos coletivos onde a carga externa costuma ser semelhante para todos os atletas e os exercícios de treinamento podem não fornecer estímulos suficientes para a adaptação fisiológica da mesma forma para todos eles. A carga interna pode ser influenciada por fatores como lesão, doença, nível de condicionamento físico, função do atleta, estado psicológico e de recuperação. Consequentemente, esses fatores sugerem que para garantir que cada atleta receba o estímulo de treinamento adequado, eles têm que ser monitorados (Horta et al., 2017; Pisa, Zecchin, Gomes, Norberto, et al., 2022).

No estudo realizado por Horta et al. (2017), os autores concluem que o número de saltos verticais, assim como as características dos saltos, exerceram influência na carga interna dos atletas de voleibol de diferentes posições. Também a PSE tem-se mostrado um método efetivo e mais utilizado no voleibol para quantificar a carga interna de treino, sendo uma ferramenta de baixo custo e fácil aplicação (Bara Filho et al., 2013; Freitas et al., 2015; Lima et al., 2020; Pisa, et al., 2022).

O equilíbrio entre essas duas medidas de carga de trabalho, interna e externa, determinam o estado de fadiga experimentado pelo atleta (Pisa et al., 2022)

No voleibol masculino profissional as cargas de trabalho são definidas semanalmente de acordo com o número de sessões de treino, número de jogos, jogos fora ou casa e períodos de treinamento (Lima et al., 2020; Pisa et al., 2022).

2.4. FADIGA NEUROMUSCULAR

Atletas de voleibol profissionais normalmente fazem sessões bi-diárias de treinamento. Freitas et al. (2019) resumem as dimensões principais: treino físicos, técnicos e táticos. Por sua vez, Marques-Junior (2014) indica a fadiga como uma parte esperada e desejada do processo de treinamento de atletas e a mesma é dependente da tarefa que é realizada no treinamento.

Segundo McGuigan os “fisiologistas normalmente definem a fadiga como o declínio no pico de potência ou potência muscular em resposta ao exercício agudo, esta é uma definição bastante simplista. A fadiga é, na verdade, um fenômeno holístico afetado por muitos fatores os treinadores precisam considerar a fadiga no desempenho esportivo de forma mais holística, uma vez que afeta as capacidades físicas, técnica, tomada de decisão e psicologia dos atletas” (McGuigan, 2017, p. 56).

Os treinos técnicos de alta intensidade voleibol são baseados nos fundamentos preditores para vitória como ataque, bloco/disputa na rede e o serviço em suspensão, onde o do salto é determinante para que ocorra a um desempenho elevado em atividades dos atletas (Marcelino et al., 2010; Marques-Junior, 2019a; Sheppard, Gabbett, Luiz-Claudio et al., 2009; Silva et al., 2014; Wergin et al., 2020).

Segundo Komi (1984) durante a execução do salto ocorre uma pré-ativação/alongamento dos músculos extensores e em seguida uma fase de rápido encurtamento dos mesmos músculos extensores que representa o ciclo alongamento-encurtamento (CAE).

Para Komi et al. (1996), o CAE é uma forma eficaz e natural de função muscular - porém quando repetido com intensidade ou duração suficiente, pode levar a danos musculares e defeitos funcionais.

“As fases de contato com o solo de corrida, salto e salto etc. são exemplos do CAE para os músculos extensores da perna; fases semelhantes também podem ser encontradas para as atividades da parte superior do corpo. Consequentemente, é normal e esperado que os fenômenos de fadiga sejam explorados durante as atividades de CAE” (Nicol et al., 2006, p. 977).

Descobertas mostraram uma ativação reduzida durante a fase excêntrica dos exercícios CAE” (Rebelo, Pereira, et al., 2023). De acordo com Lovering e de Deyne (2004) as contrações excêntricas realizadas pela musculatura são responsáveis por produzir mais danos musculares quando comparadas com as contrações musculares concêntricas. Portanto podemos esperar num microciclo de voleibol altos níveis de fadiga, dor e dano muscular (Rebelo, Pereira, et al., 2023)

A fadiga neuromuscular pode ser resultado de alterações no nível do músculo, ou seja, fadiga periférica, ou da falha do sistema nervoso central em conduzir suficientemente os neurônios motores, ou seja, fadiga central (McGuigan, 2017)

A fadiga de baixa frequência é o resultado de ciclos repetidos de alta intensidade e alta força ou ações musculares excêntricas. No voleibol podemos entender os saltos dentro dos ciclos repetidos de CAE, portanto a fadiga de baixa frequência é de interesse dos treinadores (McGuigan, 2017). O uso de saltos verticais para avaliar a fadiga neuromuscular em atletas é uma abordagem comum e boas evidências agora apoiam sua eficácia (McGuigan, 2017).

2.5. BEM-ESTAR E SAÚDE

Nos desportos de elite os atletas são expostos as altas cargas de treino e participam em calendários competitivos congestionados (Soligard et al., 2016). Os atletas de voleibol precisam ter uma prestação extremamente regular durante o jogo e período competitivo e os mesmos são submetidos a diferentes tipos de pressão que podem gerar estresse tanto físico como psicológico. Tais condições podem ao mesmo tempo reduzir a performance, bem como alterar o estado de bem-estar dos atletas (Fry et al., 1991; Noce et al., 2008).

Entre as ferramentas subjetivas encontradas na literatura de voleibol, como as criadas ou descritas por Andrade et al. (2018), Berriel et al. (2020), Brandão et al. (2018), Debien et al. (2018), Horta, Bara Filho, Coimbra, Miranda, et al. (2019), Horta et al. (2020) e Timoteo et al. (2018), para monitorar as métricas de recuperação, fadiga, estresse, humor, dor muscular, sono

(duração ou qualidade), em atletas de voleibol, encontramos as seguintes: TQR, POMS, RESTQ-Sport, McLean e Hooper index.

De acordo com Soligard et al. (2016) as cargas esportivas e não esportivas impõem estresse aos atletas, alterando seu bem-estar físico e psicológico, sendo assim o controle das cargas de treino e jogos são importantes no desporto de elite, haja visto que evidências científicas indicam que um deficiente gerenciamento das cargas é o factor que aumenta o risco de lesões. Para Lane et al. (2004) respostas como diminuição do vigor e aumento da fadiga como resposta a altas cargas de treino são normais, mas os aspetos relacionados a perturbações do humor, em especial sintomas de depressão do humor, mesmo que pequenos, podem indicar uma resposta de má adaptação a carga de treino e os treinadores deveriam intervir quando os primeiros sintomas aparecem.

Nos estudos de Watson et al. (2020), realizado com atletas colegiais de basquete, onde foram comparados os dias sem lesão com os dias em que ocorreu uma lesão, foi identificado que nos dias que houve lesões os atletas apresentaram humor, fadiga, estresse, dor, qualidade do sono e duração do sono significativamente menores, ou seja pior, em relação aos dias anteriores a lesão. Entretanto, quando analisada a duração do sono separadamente com humor, fadiga, dor muscular, estresse e qualidade do sono, somente a duração do sono e dor muscular foram preditores significativos independentes de lesão.

Na literatura relacionada ao bem-estar na modalidade voleibol Haraldsdottir et al. (2021), identificou que as medidas subjetivas de bem-estar foram preditivas de lesões de durante uma temporada de atletas colegiais femininas. Além disso, foi constatado que o decréscimo de sono aumenta o risco de lesão. Adicionalmente, a dor muscular e humor também se apresentam como métricas preditivas de lesão no voleibol.

Nos estudos de Timoteo et al. (2018), com atletas de voleibol masculino, foram encontradas diferenças significativas entre grupos de atletas lesionados e não lesionados, com os lesionados (*overuse* ou por trauma) apresentaram maiores valores para ACWR (*acute chronic workload ratio*) e menores para TQR (qualidade total de recuperação) do que os atletas não lesionados.

Segundo Clemente et al., (2020), as maiores cargas de trabalho ocorrem durante a pré-época (i.e., primeiro 1/3 da época desportiva). O mesmo autor também identificou as piores respostas em relação a dor muscular, fadiga e sono durante essa fase dos treinos. Não se verificou associação significativa entre estresse e o período de pré-época. Esse resultado pode estar relacionado por ser um período de ênfase no treinamento e onde não há jogos oficiais, ou

seja, jogos grandes exigência física e emocional. Contudo, no mesmo estudo, também se verificou níveis de estresse elevados e uma baixa qualidade de sono, no último terço da temporada - no qual podemos considerar a fase final da época desportiva onde são disputados os jogos decisivos.

A carga semanal de trabalho na pré-época no estudo de Timoteo et al., (2018), foi significativamente maior do que o período competitivo. Também foi identificada uma maior ocorrência de lesões no período da pré-época do que no período competitivo. No estudo realizado por Andrade et al. (2018), os autores identificaram uma relação inversa entre a carga de treino e recuperação durante a pré-época, ou seja, se a carga aumenta diminui os valores de recuperação e o contrário também é verdadeiro, reforçando a necessidade de se monitorar os atletas de voleibol durante toda época desportiva. Os mesmos autores entendem que avaliar a recuperação faz parte do controle de treino e a mesma deve apresentar níveis ótimos durante os jogos da época desportiva.

Os treinadores devem utilizar as informações sobre o estado de bem-estar dos atletas como uma ferramenta auxiliar para ajustar as cargas da sessão de treino, viabilizando os atletas realizarem os treinos sem que haja uma sobrecarga e sem deixar de lado o planeamento da semana ou do dia treino (Bourdon et al., 2017; Duarte et al., 2019; Kellmann, 2010; Timoteo et al., 2017, 2018).

2.6. ASSOCIAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS

Associações entre medidas internas e externas da carga de treinamento e intensidade são importantes para entendermos a natureza dos efeitos do estímulo-resposta do treinamento e competição nos desportos coletivos (McLaren et al., 2018).

O estudo de Selmi et al. (2022) demonstrou que a intensificação do treino junto com a alta carga de treino aumentou a fadiga neuromuscular, marcadores de dano muscular e alterações do estado anabólico/catabólico entre jogadores profissionais de futebol.

Numa meta-análise realizada por McLaren et al. (2018) foram utilizadas como medidas de carga interna de treino a percepção subjetiva de esforço da sessão de treino (PSEst), percepção subjetiva de esforço da carga da sessão de treino (PSECst) e a medida de impulso de treino (TRIMP). Como medidas externas de carga do treino foram utilizadas a distância total, distancia coberta em alta velocidade, distancia total coberta em muito alta velocidade e acelerómetro de carga. As principais descobertas foram que as medidas de carga interna derivadas do esforço

percebido/PSE e da frequência cardíaca mostram associações positivas com as cargas externas derivadas da corrida, acelerômetro e intensidade durante treinamento e competição de esportes coletivos (McLaren et al., 2018).

Uma análise integrada de carga interna de treino (CIT) e CET, realizada por Pisa et al. (2022), permitiu perceber o estresse psicofisiológico experimentado por um atleta em relação ao estímulo da sessão de treino e também o estado de treinamento do atleta. Se para uma mesma carga externa, o atleta referenciar um aumento da carga interna, isso pode representar fadiga ou diminuição do condicionamento físico; e, se houver diminuição da carga interna para um mesmo estímulo de carga externa, podemos entender que houve um aumento da aptidão física (Clemente et al., 2019). De acordo com Bourdon et al. (2017) citado por Pisa et al. (2022), uma associação entre a carga externa e carga interna pode fornecer informações sobre a adaptação do atleta e capacidade de suportar o treinamento e atender às demandas físicas.

Num estudo realizado com jogadores de elite de Rugby por McLean et al., (2010) foi identificado que o estresse do jogo e os conteúdos de treinamento/carga externa estão associados a aumento da percepção de fadiga, dor muscular e desempenho do CMJ. Portanto, pequenas mudanças na carga relativa de treinamento durante a temporada podem ter um impacto significativo no estado de fadiga neuromuscular e psicométrica do jogador.

Na literatura relacionada ao voleibol, Freitas et al. (2014) realizou estudo com jogadores masculinos de voleibol de elite dividido em dois grupos durante um mesociclo de 25 dias com duas fases de distribuição das cargas. Portanto, a primeira fase de 11 dias ocorreu um aumento das cargas e 14 dias de retorno a carga normal de treino. Os principais achados deste estudo foram que no grupo submetido à intensificação deliberada da carga de treinamento, as escalas RESTQ-Sport compreendendo fadiga, lesões, queixas físicas e recuperação, e o TQR foram alterados após o período intensificado e retornaram aos níveis basais após a redução da carga. Essas variáveis não se alteraram no grupo que permaneceu treinando com cargas normais. Constatando os mesmos achados de outros autores que também identificaram que alterações nas cargas de treino dentro do microciclo alteram a percepção de bem-estar dos atletas.

De acordo com Lima et al. (2020) em relação à associação entre carga interna e externa, pequenas correlações positivas foram encontradas entre a PSE e a PSE-st e o número de saltos.

Outro estudo de Lima et al. (2022), identificou associações entre as variáveis de bem-estar e a duração do treinamento. Em suma, foram identificados coeficientes de correlação, positiva, elevados entre sono e duração da partida, e entre estresse e volume semanal. Também se identificaram correlações positivas moderada entre fadiga e duração da partida, entre o sono

e volume semanal, entre DOMS e duração da partida, e entre estresse e treinamento de força, treinamento de voleibol e duração da partida.

2.7. OBJETO DE ESTUDO

2.7.1. OBJETIVOS

Quantificar e analisar as cargas interna e externa de treinamento, a fadiga neuromuscular e bem-estar auto-percecionado de um mesociclo competitivo de uma equipe profissional de voleibol masculino. Adicionalmente, o presente estudo também teve como objetivo comparar as respostas de diferentes medidas percetivas de bem-estar, fadiga neuromuscular e carga de treinamento, e verificar se existem associações significativas entre as variáveis.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

3.1. MÉTODO

Foi realizado um estudo experimental atendendo às recomendações da Declaração de Helsinque produzida pela Associação Médica Mundial para pesquisa com humanos (World Medical Association, 2008). Os consentimentos informados dos participantes foram obtidos. Além disso, todos os procedimentos seguiram os padrões éticos estabelecidos para a medicina esportiva (Harriss, MacSween, & Atkinson, 2019).

3.2. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A escolha da população alvo da pesquisa foram atletas masculinos de voleibol, profissionais e participantes do plantel de um clube da primeira divisão do campeonato nacional português.

3.3. PARTICIPANTES

Os dados da amostra foram obtidos de 15 jogadores profissionais de voleibol masculino com idade média de $28,51 \pm 5,39$ anos; estatura: $193,19 \pm 9,87$ cm; massa corporal: $88,46 \pm 13,18$ kg. Todos os participantes eram jogadores da primeira Divisão Portuguesa de Voleibol – Liga UNA Seguros. Os critérios de inclusão foram a participação regular na maioria dos treinos (80% dos treinos semanais) e a realização de pelo menos metade da duração de uma partida.

3.4. INSTRUMENTOS

3.4.1. VERT

Para coleta do número de saltos foi utilizado a unidade de movimento inercial (IMU) desenvolvida e comercializada pela VERT (Mayfonk Athletic, Fort Lauderdale, FL, EUA). O equipamento é amplamente utilizado por equipes de voleibol profissionais, universitárias e seleções nacionais.

A IMU demonstrou ter excelente confiabilidade (Skazalski et al., 2018b), validade (Brooks et al., 2018) e precisão (Charlton et al., 2017) no voleibol.

Para utilização do dispositivo em treino e jogos o atleta insere a unidade inercial, que mede 6x3x0,5cm (Figura 2), numa cinta elástica que fica ajustada a altura da crista ilíaca do atleta (Figura 3). Os dispositivos ficam conectados via Bluetooth com Smartphone ou tablet para a transmissão dos dados para a aplicação VERT (Figura 4). A unidade inercial marca a hora e calcula o deslocamento vertical de cada salto.



Figura 2. Unidade de movimento inercial.



Figura 3. Cinto elástico para fixar o dispositivo.



Figura 4. Interface da aplicação VERT.

3.4.2. *QUESTIONÁRIO DE BEM ESTAR-SAÚDE*

Para a pesquisa foi utilizado o questionário de bem-estar adaptado de McLean et al. (2010b), no qual é possível para monitorar fadiga, recuperação, estresse, dor muscular e percepção do sono.

O questionário contém seis itens diferentes que são: fadiga, qualidade de sono, tempo de sono, dor, humor e stress. Foi utilizado, um aplicativo desenvolvido pela XPS Network Sideline Sports, para inserir os dados de resposta ao questionário e facilitar o acesso individualizado de cada atleta à ferramenta (Figura 5). A escala das respostas foi de -3 a 3, sendo valor 3 para melhor resposta e -3 para pior resposta.

Sleep Time	Mood
☐ 9+ hours	☐ Very Pleasant
☐ 8 hours	☐ Pleasant
☐ 7 hours	☐ Fairly Pleasant
☐ 6 hours	☐ Neutral
☐ 5 hours	☐ Fairly Unpleasant
☐ 4 hours	☐ Unpleasant
☐ 0-3 hours	☐ Very Unpleasant
Soreness	Stress
☐ Very Good	☐ Very Calm
☐ Good	☐ Calm
☐ Fairly Good	☐ Fairly Calm
☐ Neutral	☐ Neutral
☐ Fairly Tight/Sore	☐ Fairly Anxious
☐ Tight/Sore	☐ Anxious
☐ Very Tight/Sore	☐ Very Anxious

Figura 5.Interface da aplicação XPS.

3.4.3. *PERCEÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO*

Foi utilizada PSE que é um método não invasivo, económico e eficiente em termos de tempo para monitorar a carga de treino (Rebelo, Rafael Pereira, et al., 2023).

A PSE foi inserida na aplicação XPS Network para que os atletas pudessem responder individualmente por meio de um tablet ou seus smartphones. Para classificação da PSE foi utilizada uma escala de 0 a 10, sendo 10 a classificação máxima para intensidade de dificuldade do treino e 0 a classificação mínima (Figura 6).

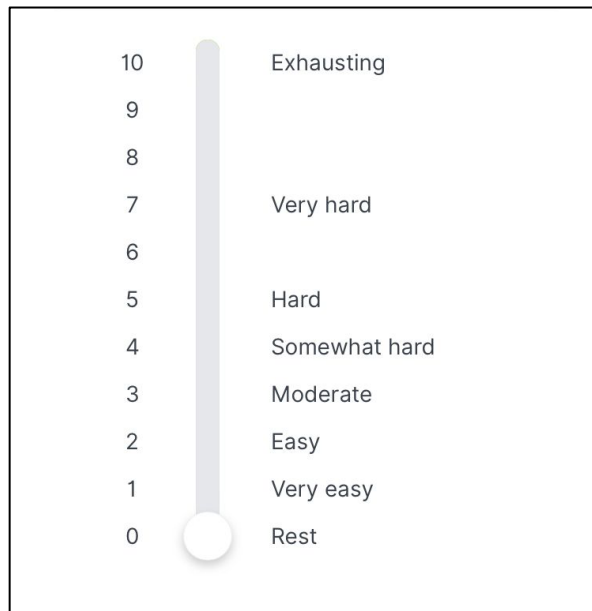


Figura 6. Interface da aplicação XPS para PSE.

3.4.4. SALTO COM CONTRA-MOVIMENTO

O teste do salto com contra-movimento foi realizado em um tapete de contato desenvolvida pela Chronojump Boscosystem (Figura 7).



Figura 7. Chronojump Boscosystem.

3.5. PROCEDIMENTOS

Para avaliar a carga de treino, fadiga neuromuscular e a percepção do bem-estar dos atletas foi realizado um estudo não interventivo, ou seja, não houve intervenções durante a sessão de treino. Os dados foram recolhidos durante um período de cinco semanas/microciclos do mesociclo competitivo da temporada anual com início em julho de 2021 e término em Maio de 2022. Durante o mesociclo competitivo houve cinco jogos.

Para análise estatística foram considerados apenas os dados dos treinos e jogos de voleibol, as sessões de treino físico não foram consideradas para análise. Para o cálculo do tempo total das sessões de treinamento foram considerados o aquecimento, parte principal e fase de volta a calma.

Os dados de treinamento nas semanas competitivas, foram analisados em relação ao número de dias que antecedem o dia do jogo ou “*match day*”. Os dias que antecedem o dia de jogo foram nomeados dia de jogo menos (-) ou *match day* (-).

Na semana com apenas um jogo, a equipe treinou de seis a cinco dias, que dividiu-se (Figura 8) em MD-6, MD-5, MD-4, MD-3, MD-2, MD -1 semelhante ao estudo realizado por Malone et al. (2015) com jogadores de futebol, e o dia após o jogo o foi chamado de dia do jogo (+1).

<i>Microciclo competitivo com um jogo na semana.</i>							
Dia da semana	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM
Dia de jogo	MD -5	MD -4	MD -3	MD -2	MD -1	JOGO	MD +1

Figura 8. Microciclo competitivo com um jogo na semana.

As análises deste trabalho, tiveram como base os diferentes ciclos de periodização existentes e foram divididos em períodos específicos – microciclo e mesociclo (Haff & Haff, 2012). De acordo com Haff e Haff (2012) os mesociclos são constituídos de duas a seis semanas e cada mesociclo é dividido em microciclos individuais, onde a duração mais comum é de uma semana.

No presente estudo, foi observado um mesociclo com um total de cinco microciclos com duração de uma semana cada.

3.5.1. QUANTIFICAÇÃO DA CARGA DE TREINO

Os dados de carga interna de treinamento foram obtidos através da PSE e foram coletados 15 a 20 minutos após cada sessão de treinamento e jogo. Foi utilizada uma escala de 0 a 10, e solicitado aos atletas classificarem a sua PSE dentro da escala, tendo como base para a resposta para a seguinte pergunta “Quão difícil foi o seu treino?”. Foi atribuído um valor 0 toda vez que houve dia de descanso no dia de jogo +1.

As respostas foram individuais por meio da aplicação XPS instalada em cada smartphone dos atletas, que classificaram sua PSE selecionando uma pontuação, e essa informação foi salva no perfil individual do jogador dentro do aplicativo. Essa individualização da resposta da PSE teve como objetivo minimizar fatores que podem influenciar a classificação PSE de um jogador (Impellizzeri et al., 2004), como pressão dos colegas e replicar as classificações de outros jogadores.

Os valores individuais da PSE foram multiplicados pela duração/tempo da sessão de treino e forneceram um valor de PSE da sessão de treino (PSEst) (Impellizzeri et al., 2004). Para se obter os valores da carga interna de treino semanal total (CITs), foram somadas todas as CIT de todas as sessões de treino durante aquela semana. Foram obtidos também os valores para monotonia e tensão. A monotonia é calculada como a carga diária dividida pelo desvio padrão da carga diária, e a tensão é calculada como o produto da monotonia pela carga.

Para coleta dos dados da carga externa de treino foi utilizado o VERT, como já referenciado é uma Unidade de movimento inercial (IMU), que segundo Skazalski et al. (2018b) tem um bom nível de confiabilidade entre dispositivos para obtenção dessas métricas, tem validade segundo Brooks et al. (2018) e precisão de acordo com Charlton et al. (2017), no voleibol. Os atletas utilizaram individualmente o VERT em todos os treinos e jogos do mesociclo para recolha dos dados do número e altura dos saltos realizados, que posteriormente os dados foram utilizados para calcular a carga externa. Os dispositivos foram inseridos em cintos elásticos fornecido pelo fabricante e cada atleta ajustou a altura do cinto da maneira mais confortável possível para não interferir no seu rendimento desportivo. Os dispositivos foram conectados a um tablet via Bluetooth, e todos os saltos foram registados individualmente, com data, hora e a altura do salto.

Para se obter os valores da carga externa a mesma foi calculada como o produto da contagem de saltos e a energia cinética média, medida em quilojoules (kj) (Charlton et al., 2017) (figura 9).

A carga externa de treino semanal total (CETst), é foi constituída pela soma das CET de todas as sessões de treinamento durante aquela semana.

Carga externa=	$CET = n^{\circ} \text{ total de saltos} \times \text{Energia cinética (KJ)}$
Energia Cinética=	$EC = \left(\frac{1}{2} \times \text{massa corporal} \right) \times (vfnm^2)$
Velocidade final média=	$Vfnm = \sqrt{2g \times \text{média altura de salto}}$
Média de altura de salto=	$MAS = \frac{\text{soma da altura de todos os saltos}}{n^{\circ} \text{ total de saltos}}$

Figura 9. Fórmula de calculo da CET

3.5.2. QUANTIFICAÇÃO DA FADIGA NEUROMUSCULAR

Para quantificar a fadiga neuromuscular, foi utilizado o teste CMJ, que foi realizado uma vez por semana, antes da sessão de treinamento do MD-1 durante o mesociclo.

Os atletas já tinham experiência em realizar o teste anteriormente, os atletas foram instruídos de acordo com (Barker et al., 2018) executar saltos de esforço máximo com as mãos nos quadris durante todo o movimento para limitar a influência da parte superior do corpo no desempenho do salto. O CMJ foi realizado em uma plataforma de contato da Chronojump e cada atleta teve 3 tentativas, com 90 segundos de descanso entre elas.

Os valores médios de altura de salto e pico de potência foram calculados com o método de Sayers et al. (1999), a média das 3 tentativas foi usada para análise, segundo Claudino et al. (2017) os resultados médios dos saltos são mais sensíveis na detecção de efeitos de fadiga e supercompensação.

3.5.3. QUANTIFICAÇÃO DO BEM-ESTAR AUTO-PERCEPCIONADO

Foi utilizado o questionário de bem-estar adaptado de McLean et al. (2010b) para monitorar fadiga, recuperação, estresse, dor muscular e percepção do sono.

Durante todas as manhãs do mesociclo, aproximadamente 30 minutos após acordar, os atletas responderam aos 6 itens do questionário através dos próprios smartphones, utilizando a aplicação XPS, e a escala para as respostas foram de -3 a 3.

3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para as análises estatísticas realizadas no trabalho foi usando o Statistical Package for Social Science (V. 27.0, SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) e a significância estatística foi estabelecida com um nível alfa de 0,05. Os dados descritivos são apresentados como média e desvio padrão (DP). Análise descritiva foi utilizada para descrever e caracterizar a amostra e os testes de Shapiro-Wilk e Levene foram utilizados para avaliar a suposição de normalidade e homocedasticidade, respectivamente. Uma análise da variância das medidas repetidas com um ajuste post hoc de Bonferroni foi usada, uma vez que as variáveis obtiveram distribuição normal (Shapiro-Wilk > 0,05), para comparar os 5 microciclos e comparar dias mais distantes do jogo.

A magnitude do efeito (ES) foi calculada padronizando os coeficientes de acordo com o desvio padrão entre os sujeitos. A magnitude dos efeitos foi avaliada usando os seguintes critérios: <0,2 = trivial, 0,2 a 0,6 = pequeno, 0,6 a 1,2 = moderado, 1,2 a 2,0 = grande e > 2,0 = muito grande (Hopkins et al., 2009). As associações entre as duas variáveis contínuas foram testadas com a correlação de Pearson, enquanto as associações entre duas variáveis ordinais ou uma variável ordinal e uma contínua foram testadas com a correlação de Spearman.

CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Em relação a carga interna de treino foi observado que a PSEs foi maior no microciclo 5 do que nos microciclos 1 e 4, quando comparamos os dois microciclos (Tabela 1) observamos um ES moderado. No microciclo 1 a CITs apresentou um valor significativamente inferior ($p<0,05$) comparados aos valores encontrados nos microciclos 2, 3 e 5, e foi identificado um ES grande para os mesmos valores. Um ES moderado foi observado para CITs entre os microciclos 4 e microciclos 2 e 5. No microciclo 3 a CITs foi significativamente maior ($p<0,05$) do que o microciclo 4 apresentando um ES grande. Os valores da tensão e monotonia aumentaram ao longo dos quatro microciclos onde notou-se um ES grande para muito grande do microciclo 4 para os microciclos 1,2, e 3.

Com relação a CETs foi observado um padrão ondulatório no mesociclo, nos microciclos 1,2,3 houve um aumento progressivo dessa métrica, no microciclo 4 um decréscimo e no microciclo 5 aumentou os valores da CETs. O microciclo 3 apresentou valores elevados e estatisticamente significativos para CETs quando comparado com os microciclos 1 e 4.

Para as métricas altura de salto e pico de potencia analisadas através do CMJ, foi observado um ES pequeno entre os microciclos, e as mesmas não apresentaram diferenças estatisticamente significativas (Tabela 2). Em relação ao questionário de bem-estar, para item stress foi identificado um ES pequeno e moderado quando comparamos os microciclos 2, 3 e 4. No microciclo 2 foi observada associação entre CETs e PSEs ($\rho=0,628$, $p<0,05$), e entre CETs e CMJ pico de potência ($r=0,697$, $p<0,05$), microciclo 3 ($r=0,591$, $p<0,05$) e microciclo 5 ($r=0,663$, $p<0,01$).

Foram também encontradas associações entre CETs e a qualidade de sono no microciclo 1 ($\rho=-0,747$, $p<0,01$) e no microciclo 2 ($\rho=-0,703$, $p<0,05$) e entre CETs e fadiga no microciclo 2 ($\rho=-0,789$, $p<0,01$) e 5 ($\rho=-0,612$, $p<0,05$).

No microciclo 4 a dor muscular foi associada com a tensão ($\rho=-0,695$, $p<0,01$) e a monotonia ($\rho=-0,575$, $p<0,05$). No mesmo microciclo e igualmente no microciclo 2 foram identificadas associações entre a tensão e humor ($\rho=-0,534$, $p<0,05$), e monotonia e CMJ pico de potência ($r=-0,681$, $p<0,05$).

Tabela 1. Média para carga de treino durante 5 microciclos.

Microciclo	Sessão de treino	Duração do treino (min)	Carga interna de treinamento				Carga externa de treinamento
			PSEst (AU)	CITs (AU)	Tensão (AU)	Monotonia (AU)	CETs (kJ)
1	3	80.00 ± 14.14	4.00 ± 0.68 ^a	1229.00 ± 247.74 ^{†, ‡, #, c, f, m}	524.05 ± 118.26 ^{†, §, c, f, j, l}	2.13 ± 0.62 ^{§, a, e, i, k}	12195.14 ± 3810.77 ^{†, #, e, g, l}
2	6	77.50 ± 13.46	4.22 ± 1.19 ^{g, k}	1939.00 ± 815.31 ^{d, h}	807.63 ± 212.5 ^{§, d, i, k}	2.46 ± 0.67 ^{§, i, k}	12779.81 ± 6655.26 ^{#, e, g, l}
3	6	87.50 ± 10.31	4.05 ± 0.74 ^l	2188.13 ± 693.36 ^{§, i}	855.11 ± 249.43 ^{i, k}	2.59 ± 0.73 ^{§, i}	18328.99 ± 8358.20 ^{§, h, k}
4	3	80.00 ± 7.07	3.94 ± 0.57 ^l	1347.19 ± 185.92 ^{#, m}	1894.08 ± 892.58 ^l	5.61 ± 2.51 ^m	11144.92 ± 3648.12 ^m
5	4	90.00 ± 10.61	4.65 ± 1.21	2017.50 ± 646.24	993.42 ± 665.26	2.69 ± 1.34	16903.30 ± 5633.89

*AU = unidades arbitrárias; PSEst = Percepção subjetiva de esforço; CITs = Carga interna de treino semanal; CETs = Carga externa de treino semanal.

† Sinal representa diferenças significativas para microciclo 2 ($p < 0.05$).

‡ Sinal representa diferenças significativas para microciclo 3 ($p < 0.05$).

§ Sinal representa diferenças significativas para microciclo 4 ($p < 0.05$).

Sinal representa diferenças significativas para microciclo 5 ($p < 0.05$).

a Sinal representa pequeno effect sizes para microcycle 2 ($0.2 \leq d < 0.6$)

b Sinal representa moderado effect sizes para microciclo 2 ($0.6 \leq d \leq 1.2$)

c Sinal representa grande effect sizes para microcycle 2 ($1.2 \leq d \leq 2.0$)

d Sinal representa pequeno effect sizes para microcycle 3 ($0.2 \leq d < 0.6$)

e Sinal representa moderado effect sizes para microciclo 3 ($0.6 \leq d \leq 1.2$)

f Sinal representa grande effect sizes para microciclo 3 ($1.2 \leq d \leq 2.0$)

g Sinal representa pequeno effect sizes para microciclo 4 ($0.2 \leq d < 0.6$)

h Sinal representa moderado effect sizes para microciclo 4 ($0.6 \leq d \leq 1.2$)

i Sinal representa grande effect sizes para microciclo 4 ($1.2 \leq d \leq 2.0$)

j Sinal representa muito grande effect sizes para microciclo 4 ($d > 2.0$)

k Sinal representa pequeno effect sizes para microciclo 5 ($0.2 \leq d < 0.6$)

l Signals represent moderado effect sizes para microciclo 5 ($0.6 \leq d \leq 1.2$)

m Sinal representa grande effect sizes para microciclo 5 ($1.2 \leq d \leq 2.0$)

Tabela 2. Média para fadiga neuromuscular e bem-estar durante 5 microciclos.

Microciclo (Sessão de treino)	CMJ		Questionário de bem-estar					
	Altura de salto (cm)	Pico potencia (w)	Fadiga	Qualidade de sono	Tempo de sono	Dor	Humor	Stress
1 (3)	46.75±6.29 ^{b, d}	4777.16±621.61 ^{b, d}	0.84± 0.67 ^{a, b}	1.54 ± 0.65 ^{a, b}	1.89 ± 0.51 ^{b, d}	0.57±0.84 ^b	1.46 ± 0.69 ^{a, b}	1.56 ± 0.73 ^{a, b}
2 (6)	46.62±5.42 ^{b, d}	4676.03±718.06	0.95 ± 0.79	1.55 ± 0.57 ^{a, b}	1.94 ± 0.44 ^{a, d}	0.60± 1.34	1.50 ± 0.60 ^a	1.55 ± 0.66 ^{a, c}
3 (6)	47.24±7.21 ^{b, d}	4770.33±646.47 ^b	1.06 ± 0.83	1.78 ± 0.64 ^d	1.84 ± 0.50 ^b	0.74± 1.11	1.68 ± 0.74 ^d	1.89 ± 0.51 ^d
4 (3)	44.46±6.09	4626.18±647.55	1.04 ± 1.04	1.77 ± 0.76 ^d	2.01 ± 0.60 ^d	0.83± 1.38	1.60 ± 0.75 ^d	1.94 ± 0.67 ^d
5 (4)	44.97±7.06	4652.16±637.80	0.94 ± 0.89	1.58 ± 0.47	1.69 ± 1.06	0.66± 1.08	1.37 ± 0.93	1.48 ± 1.11

*CMJ = Counter movement jump

a Sinal representa pequeno effect sizes para microciclo 3 ($0.2 \leq d < 0.6$)b Sinal representa pequeno effect sizes para microciclo 4 ($0.2 \leq d < 0.6$)c Sinal representa moderado effect sizes para microciclo 4 ($0.6 \leq d < 1.2$)d Sinal representa pequeno effect sizes para microciclo 5 ($0.2 \leq d < 0.6$)

A PSEst diminuiu gradativamente no decorrer da semana (Tabela 3), e foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre MD-5 e MD-3, MD-2, e MD-1 ($p<0,05$), com um ES moderado para grande.

O MD-1 registou um valor de PSE baixo, o qual apresentou diferenças estatisticamente significativas quando comparado com os MD-5, MD-4, MD-3 ($p<0,05$) e com um ES grande.

Foi observado que CIT seguiu a mesma tendência da PSE, apresentando o valor mais baixo da semana no MD-1, houve diferenças estatisticamente significativas quando comparado com MD-6, MD-5, MD-4, MD-3, MD-2, e MD ($p<0,05$) e um ES moderado para muito grande.

No MD-5 foi identificado o maior valor para CET, o qual apresentou diferenças estatisticamente significativas para MD-6, MD-1, e MD ($p<0,05$) e um ES grande. Ambas as sessões de treino MD-6 e MD-1 registaram os menores valores de CET. O MD-1 apresentou um valor estatisticamente significante baixo ($p<0,05$) e com um ES grande para CET quando comparado com os valores observados nos MD-5 e MD-2.

No dia pós-jogo, o MD+1, a percepção dos atletas para fadiga que é um dos itens do questionário de bem-estar, apresentou valores maiores quando comparado aos MD-6, MD-5, MD-3, MD-2, MD-1, e MD com ES pequeno (Tabela 4).

Outro item do questionário referente a qualidade de sono, obteve piores valores de resposta na percepção dos atletas nos MD-1 e MD+1, quando comparados com MD-6, MD-5, MD-3, e MD-2 com um ES pequeno.

Com relação a dor muscular os atletas registaram menos dores musculares no MD do que no MD+1 ($p<0,05$) com um ES pequeno.

Para os itens do questionário humor e stress os valores foram melhores no MD-6 do que no MD-3, MD-2, e MD+1 com um TE pequeno.

Foram encontradas associações entre o CET e qualidade de sono MD-4 ($\rho=-0,577, p<0,01$) e MD3 ($\rho=-0,733, p<0,05$).

Tabela 3. Média para carga de treino durante MD minus.

	n	Duração (min)	PSEs (AU)	CIT (AU)	CET (kJ)
MD-6	2	67.50 ± 7.50	4.33 ± 0.94 ^{b, f, l, p, s}	303.75 ± 56.17 ^{†, §, ¶, d, g, j, q, s}	2885.12 ± 913.98 ^{†, #, c, f, i, m, s}
MD-5	2	97.50 ± 7.50	5.30 ± 1.35 ^{§, #, ¶, i, m, q, t}	522.50 ± 131.09 ^{§, #, ¶, e, j, n, r, t}	4613.27 ± 1246.83 ^{¶, ††, f, h, k, q, u}
MD-4	3	90.00 ± 12.25	5.18 ± 1.60 ^{¶, h, m, q, t}	468.59 ± 155.54 ^{¶, i, q, r, s}	3748.89 ± 1386.72 ^{††, k, p, t}
MD-3	5	87.00 ± 6.00	4.47 ± 0.78 ^{#, ¶, m, p, t}	389.86 ± 69.69 ^{#, ¶, m, r}	3943.38 ± 1253.30 ^{k, p, u}
MD-2	5	84.00 ± 12.00	3.51 ± 0.53 ^s	302.63 ± 45.15 ^{¶, q, s}	4358.98 ± 1253.31 ^{¶, ††, q, u}
MD-1	5	75.00 ± 9.49	3.65 ± 0.70	231.05 ± 46.78 ^t	3044.49 ± 955.01 ^t
MD	5	90.00 ± 28.46	3.74 ± 1.35	374.22 ± 171.21	2438.62 ± 1005.53

*AU = unidades arbitrárias; PSEs = Perceção subjctiva de esforço semanal; CIT = Carga interna de treino; CET = Carga externa de treino.

† Sinal representa diferenças significativas para MD-5 ($p < 0.05$).

‡ Sinal representa diferenças significativas para MD-4 ($p < 0.05$).

§ Sinal representa diferenças significativas para MD-3 ($p < 0.05$).

Sinal representa diferenças significativas para MD-2 ($p < 0.05$).

¶ Sinal representa diferenças significativas para MD-1 ($p < 0.05$).

†† Sinal representa diferenças significativas para MD ($p < 0.05$).

‡‡ Sinal representa diferenças significativas para MD+1 ($p < 0.05$).

a Sinal representa pequeno effect sizes para MD-5 ($0.2 \leq d < 0.6$).

b Sinal representa moderado effect sizes para MD-5 ($0.6 \leq d < 1.2$).

c Sinal representa grande effect sizes para MD-5 ($1.2 \leq d < 2.0$).

d Sinal representa muito grande effect sizes para MD-5 ($d \geq 2.0$).

e Sinal representa pequeno effect sizes para MD-4 ($0.2 \leq d < 0.6$).

f Sinal representa moderado effect sizes para MD-4 ($0.6 \leq d < 1.2$).

g Sinal representa grande effect sizes para MD-4 ($1.2 \leq d < 2.0$).

h Sinal representa pequeno effect sizes para MD-3 ($0.2 \leq d < 0.6$).

i Sinal representa moderado effect sizes para MD-3 ($0.6 \leq d < 1.2$).

j Sinal representa grande effect sizes para MD-3 ($1.2 \leq d < 2.0$).

k Sinal representa pequeno effect sizes para MD-2 ($0.2 \leq d < 0.6$).

l Sinal representa moderado effect sizes para MD-2 ($0.6 \leq d < 1.2$).

m Sinal representa grande effect sizes para MD-2 ($1.2 \leq d < 2.0$).

n Sinal representa muito grande effect sizes para MD-2 ($d \geq 2.0$).

o Sinal representa pequeno effect sizes para MD-1 ($0.2 \leq d < 0.6$).

p Sinal representa moderado effect sizes para MD-1 ($0.6 \leq d < 1.2$).

q Sinal representa grande effect sizes para MD-1 ($1.2 \leq d < 2.0$).

r Sinal representa muito grande effect sizes para MD-1 ($d \geq 2.0$).

s Sinal representa pequeno effect sizes para MD ($0.2 \leq d < 0.6$).

t Sinal representa moderado effect sizes para MD ($0.6 \leq d < 1.2$).

u Sinal representa grande effect sizes para MD ($1.2 \leq d < 2.0$).

v Sinal representa pequeno effect sizes para MD+1 ($0.2 \leq d < 0.6$).

Tabela 4. Média para bem-estar durante MD minus.

	n	Fatigue (UA)	Sleep Quality (UA)	SleepTime (UA)	Soreness (UA)	Mood (UA)	Stress (UA)
MD-6	2	1.12 ± 0.77 ^{a, f, k, o, v}	1.62 ± 0.51 ^{e, o, v}	2.19 ± 0.60 ^{a, e, i, k, p, t, v}	0.65 ± 1.20 ^{e, s}	1.69 ± 0.75 ^{e, h, k, v}	1.85 ± 0.59 ^{a, f, h, k, s, v}
MD-5	2	0.85 ± 0.83 ^{e, h, s, v}	1.69 ± 0.90 ^{e, o, v}	1.96 ± 0.59 ^{h, o, s}	0.46 ± 1.11 ^{o, s}	1.58 ± 0.67 ^{e, v}	1.69 ± 0.69 ^e
MD-4	3	0.62 ± 0.84 ^{h, k, o, t}	1.89 ± 0.63 ^{h, k, p, s, v}	1.89 ± 0.52 ^{h, s}	0.36 ± 1.38 ^{h, k, o, s}	1.26 ± 1.06 ^{h, k, o, s}	1.32 ± 0.89 ^{h, k, o, s, v}
MD-3	5	1.01 ± 0.71 ^{k, s, v}	1.70 ± 0.58 ^{o, s, v}	1.76 ± 0.61 ^{k, v}	0.61 ± 0.84 ^s	1.53 ± 0.66	1.70 ± 0.54
MD-2	5	0.83 ± 0.58 ^{s, v}	1.66 ± 0.45 ^{o, s, v}	1.91 ± 0.53 ^{o, s}	0.64 ± 0.97 ^s	1.47 ± 0.60	1.70 ± 0.57
MD-1	5	0.90 ± 0.72 ^{s, v}	1.45 ± 0.76	1.80 ± 0.52 ^{s, v}	0.68 ± 1.09 ^s	1.60 ± 0.64 ^v	1.72 ± 0.73
MD	5	1.10 ± 0.74 ^v	1.56 ± 0.57	1.68 ± 0.61 ^v	0.94 ± 1.17 ^{††, v}	1.59 ± 0.60 ^v	1.71 ± 0.69
MD+1	4	0.61 ± 1.26	1.46 ± 0.85	1.93 ± 0.74	0.46 ± 1.37	1.34 ± 1.34	1.66 ± 0.77

*UA = Unidade arbitrárias.

† Sinal representa diferenças significativas para MD-5 ($p < 0.05$).‡ Sinal representa diferenças significativas para MD-4 ($p < 0.05$).§ Sinal representa diferenças significativas para MD-3 ($p < 0.05$).# Sinal representa diferenças significativas para MD-2 ($p < 0.05$).¶ Sinal representa diferenças significativas para MD-1 ($p < 0.05$).†† Sinal representa diferenças significativas para MD ($p < 0.05$).‡‡ Sinal representa diferenças significativas para MD+1 ($p < 0.05$).a Sinal representa pequeno effect sizes para MD-5 ($0.2 \leq d < 0.6$).b Sinal representa moderado effect sizes para MD-5 ($0.6 \leq d < 1.2$).c Sinal representa grande effect sizes para MD-5 ($1.2 \leq d < 2.0$).d Sinal representa muito grande effect sizes para MD-5 ($d \geq 2.0$).e Sinal representa pequeno effect sizes para MD-4 ($0.2 \leq d < 0.6$).f Sinal representa moderado effect sizes para MD-4 ($0.6 \leq d < 1.2$).g Sinal representa grande effect sizes para MD-4 ($1.2 \leq d < 2.0$).h Sinal representa pequeno effect sizes para MD-3 ($0.2 \leq d < 0.6$).i Sinal representa moderado effect sizes para MD-3 ($0.6 \leq d < 1.2$).j Sinal representa grande effect sizes para MD-3 ($1.2 \leq d < 2.0$).k Sinal representa pequeno effect sizes para MD-2 ($0.2 \leq d < 0.6$).l Sinal representa moderado effect sizes para MD-2 ($0.6 \leq d < 1.2$).m Sinal representa grande effect sizes para MD-2 ($1.2 \leq d < 2.0$).n Sinal representa muito grande effect sizes para MD-2 ($d \geq 2.0$).o Sinal representa pequeno effect sizes para MD-1 ($0.2 \leq d < 0.6$).p Sinal representa moderado effect sizes para MD-1 ($0.6 \leq d < 1.2$).q Sinal representa grande effect sizes para MD-1 ($1.2 \leq d < 2.0$).r Sinal representa muito grande effect sizes para MD-1 ($d \geq 2.0$).s Sinal representa pequeno effect sizes para MD ($0.2 \leq d < 0.6$).t Sinal representa moderado effect sizes para MD ($0.6 \leq d < 1.2$).u Sinal representa grande effect sizes para MD ($1.2 \leq d < 2.0$).v Sinal representa pequeno effect sizes para MD+1 ($0.2 \leq d < 0.6$).

CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A proposta do presente estudo foi quantificar e analisar a CIT, CET, fadiga neuromuscular e percepção de bem-estar de uma equipe masculina profissional de voleibol num mesociclo de cinco semanas, bem como analisar a associação entre as diferentes variáveis.

Os principais resultados encontrados na pesquisa foram um progressivo decréscimo da CIT do MD-5 para o MD-1 durante o microciclo ou semana de treino. Com relação a CET, está apresentou um padrão ondulatório, aumentando de MD-6 para MD-5, diminuindo de MD-5 para MD-4, aumentando de MD-4 para MD-2, e diminuindo de mais uma vez de MD-2 para MD-1. Novos resultados também foram encontrados em relação a outros estudos semelhantes, os quais indicam uma associação negativa entre a qualidade de sono e fadiga com CETs.

O estudo analisou o primeiro mesociclo do período competitivo de uma equipe profissional de voleibol masculino, composto pelas cinco primeiras semanas do período competitivo. Os microciclos deste mesociclo apresentaram valores relativamente altos CITs e CETs, indo de encontro com os estudos realizados por Andrade et al. (2018) e Clemente et al. (2020) que também encontraram valores elevados para as mesmas variáveis no início da época desportiva e que nos leva a entender que esses valores são comuns para uma equipa profissional de voleibol. O primeiro período competitivo tem como objetivo enfatizar o desenvolvimento físico dos atletas juntamente com desenvolvimento técnico individual e tático. Enquanto no segundo período competitivo o objetivo é manutenção dos ganhos físico e uma ênfase nas sessões específicas de treino técnico e tático.

Foram encontradas diferenças para CITs e CETs entre os microciclos e estas podem ser correlacionadas com deslocações realizadas para os jogos e os diferentes níveis de exigência de jogo (i.e., adversários de níveis diferentes). De acordo com Kelly e Coutts (2007) estes fatores podem influenciar no número de sessões de treino durante o período competitivo.

O interesse e objetivo dos treinadores é ter os atletas disponíveis no seu melhor estado de forma para MD (dia do jogo). No presente estudo foi observada uma distribuição em ondulatória das CITs e CETs entre os microciclos. Esse comportamento ondulatório das cargas é uma característica da periodização dos desportos coletivos onde podemos incluir voleibol (de Freitas et al., (2015); Horta et al, (2020); Miloski et al., (2012) onde, habitualmente, se faz uma adaptação das cargas no microciclo para que os atletas estejam nos seu melhor estado de forma para os jogos sem perder a sua condição física. Por exemplo, pode ser feito um aumento da

carga de treino nos microciclos nas semanas de jogo em que a equipa tem baixas possibilidades de perder os jogos e uma diminuição ou moderação da carga para jogos equilibrados onde a vitória depende também dos atletas se apresentarem no melhor estado de forma.

As componentes relevantes no monitoramento do treino, são a tensão e monotonia e estas variáveis aumentaram durante os microciclos. A monotonia, segundo Foster (1998), está relacionada ao início do processo de *overtraining* e é uma medida da variabilidade do treino diário. Cargas altas de treinos consecutivas podem gerar monotonia no processo de treinamento podendo aumentar o risco de lesões ou doenças nos atletas. De acordo com Fessi et al. (2016) a diminuição da monotonia esta associada a melhorias da aptidão física o que resulta numa melhor prontidão para o jogo e performance durante o jogo. No presente estudo podemos identificar no microciclo 2 uma associação ($p<0,05$) entre o aumento da monotonia e a redução do pico de potencia do CMJ, indo de encontro aos resultados de pesquisa dos autores acima citados. No entanto, são necessárias mais pesquisas neste tópico, principalmente com estudos com um período mais longo.

A tensão, segundo Foster (1998), quando associada a cargas altas de treinamento consecutivas pode aumentar o risco de lesões, doenças e o *overtraining*. Entretanto, quando identificamos baixos valores de carga de treino associado a altos valores de tensão, tal situação pode indicar que o programa de treino tem um estímulo muito baixo para induzir adaptações para melhora do desempenho. Uma das estratégias recomendadas na literatura para reduzir a tensão do treinamento, também identificada por Foster (1998), passa por alternar entre cargas altas e baixas de treinamento dentro da periodização/ programa de treino. Dentro dos resultados encontrados neste estudo, foi verificado um padrão ondulatório da CET nas sessões de treino da semana.

Em relação ao CMJ foram observadas pequenas mudanças na altura de salto entre os microciclos, porém essas alterações não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. O mesmo ocorreu no estudo realizado por Horta, Bara Filho, Coimbra, Miranda, et al. (2019) com atletas masculinos de voleibol de elite onde não foram observadas diferenças significativas na altura de salto no CMJ num período de seis semanas. São necessárias mais pesquisas com CMJ envolvendo atletas de voleibol de elite durante um período mais longo da época desportiva, assim podemos entender quais diferenças podem ou não ser observadas ao longo de um período competitivo completo em atletas profissionais de voleibol.

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para a maioria dos itens avaliados e relacionados ao bem-estar dos atletas. Esse resultado pode ser considerado

normal baseado no estudo realizado por Clemente et al. (2020), o qual identificou que apenas na última etapa do período competitivo os atletas de voleibol sinalizaram respostas de bem-estar piores nos questionários. O mesmo relato dos atletas ocorreu em períodos de viagens e jogos congestionados (Horta et al., 2020). O presente estudo analisou as respostas nas cinco primeiras semanas do período competitivo de uma temporada de uma equipa de voleibol profissional e neste mesociclo ocorreram apenas um jogo por semana. Sendo que os jogos não apresentaram uma oposição grande como mostram os resultados da PSEs do MD. Esse resultado nos mostra que o ideal seria acompanhar as variações que ocorrem na fadiga perceptiva, humor, estresse e qualidade de sono durante toda a época desportiva, ou seja, macrociclo completo. Mesmo com essa limitação, o presente estudo mostrou resultados ainda não encontrados na literatura indicando que a qualidade do sono e a fadiga foram negativamente associadas a CETs, pois as pesquisas realizadas no voleibol de elite Horta, Bara Filho, Coimbra, Miranda, et al. (2019) e Timoteo et al., (2017), só mostraram associações entre CIT e a percepção de bem-estar. Essa informação é extremamente relevante para treinadores, pois em mesociclos decisivos da época desportiva os atletas devem estar no seu melhor estado de forma. Portanto, além dos treinos técnicos e táticos, a recuperação dos atletas é extremamente importante e a qualidade de sono e fadiga estão inseridos nesse processo recuperativo. Sendo assim, monitorar e diminuir a CETs parece ser o ideal nesse momento para melhorar a qualidade de sono e diminuir a fadiga em atletas profissionais de voleibol.

Seguindo essa tendência de inovação com relação ao monitoramento das cargas e seus efeitos no voleibol de elite, a tecnologia IMU apresentou resultados promissores para monitorar métricas de salto, como altura do salto e contagem de saltos, estudos futuros deveriam explorar as associações de longo prazo entre dados da CET e percepção de fadiga e qualidade do sono.

No que diz respeito as sessões de treinamento, os atletas relataram piores respostas para item fadiga no dia após o jogo (MD+1). Uma resposta já esperada, pois, este dia ocorreu após o dia de jogo oficial (ou seja, MD). No dia de jogo a dor muscular também foi menor no MD, o que indicou que os atletas estavam prontos para o jogo que ocorreria mais tarde naquele dia.

Em relação ao item qualidade de sono do questionário de bem-estar, os atletas relataram piores respostas para esta variável no dia anterior ao jogo o (MD-1) e no dia pós-jogo (MD+1). No MD -1 uma pior qualificação para qualidade de sono pode estar correlacionada a ansiedade de uma situação pré-jogo que de acordo com Madrigal e Wilson (2017) e parece afetar os níveis de percepção de bem-estar dos atletas, que por sua vez ira afetar negativamente a qualidade de sono.

No que diz respeito a qualidade de sono no MD+1 os resultados igualmente pobres como no MD-1. Tratando de ser do sono pós-competição diferentes resultados foram encontrados na literatura. Por exemplo, no estudo realizado com jogadores de futebol de elite de Lalor et al. (2018), foi identificado que a competição esportiva não causavam alterações substanciais no comportamento do sono nos atletas. Em outro estudo realizado por Vitale et al. (2019), com jogadores profissionais de voleibol, foi identificado que o sono foi significativamente perturbado após uma partida. Os jogos realizados fora dos horários da rotina semanal de treino, especificamente os jogos noturnos podem ser o motivo de essencial para impactar de forma negativa as variáveis do sono em jogadores de desporto coletivo. Foi observado que o efeito negativo na qualidade de sono após a partida foi amenizado no dia posterior ao MD+1.

5.2. COMENTÁRIO DO TREINADOR

Os treinadores muitas vezes utilizam do seu conhecimento prático algumas vezes chamado de “*feeling*” para controlar e monitorar o treino. Entretanto, mesmo que esse conhecimento seja indispensável para o bom desenvolvimento de uma época desportiva, atualmente é possível controlar e monitorar o treino de forma mais precisa com instrumentos eficazes.

Controlar e monitorar o treino vai além de uma tendência atual do desporto profissional. É uma necessidade prática que busca desenvolver o melhor estado de forma dos atletas durante uma época desportiva, os quais na maioria das vezes estão inseridos num calendário competitivo congestionado com poucos intervalos de recuperação entre pré-época, treinos e os jogos. Com objetivo de evitar ao longo processo de treinamento *overtraining*, lesões e doenças os treinadores e staff técnico deveriam fazer um bom planeamento (periodização), ter ferramentas e estratégias bem definidas para monitorar e controlar o treino, assim como promover a recuperação dos atletas.

Uma reflexão importante a ser feita por mais que em algum momento seja óbvia, é ter clareza que o controle e o monitoramento caminham juntos, mas nunca serão a mesma coisa. O controle do treino por parte do treinador é aplicar os conteúdos técnico de acordo com o que foi planeado de acordo com as fases específicas.

O monitoramento do treino é o “core” da preparação, já que por meio dele é possível verificar e entender as respostas que ocorrem no treinamento em relação aos estímulos planeados (controle). Além disso, o facto de monitorar o treino oferece um feedback aos técnicos se mudanças são necessárias para no planeamento desempenho esportivo não seja deteriorado. Por exemplo, monitorar a monotonia e tensão são importantes nesse processo de tentar evitar perda de rendimento desportivo, como foi detetado nesse estudo onde a perda de pico de potencia foi associada ao aumento da monotonia. Da mesma forma que ao monitorar o bem-estar é possível obter respostas que vão alterar ou nortear o planeamento do microciclo bem como as sessões/unidades de treino. Por exemplo, um atleta ou vários são identificados com dificuldade no sono e dores musculares, é um alerta para aumento do risco de lesões e os mesmos podem se orientados para atividades recuperativas ou diminuimos o volume, intensidade ou densidade do treino técnico e tático.

A monitorização é de tal relevância no processo de treino que nesse estudo foi encontrado um resultado ainda não referenciado na literatura que é a associação negativa entre CET a qualidade do sono e a fadiga. Tal informação permite que os treinadores controlem a carga externa em momentos importantes da época sem que ocorram perdas na qualidade de sono e aumento fadiga, permitindo que os atletas estejam completamente disponíveis para os jogos.

A conscientização dos treinadores de como é importante controlar e monitorar o treino só traz benefícios ao processo total de treino onde treinador tem um papel determinante em fazer uma leitura correta das informações apresentadas e juntamente com o staff adaptar ou dar continuidade ao que foi planeado.

5.3. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O presente estudo apresenta algumas limitações. A pesquisa ou investigação foi realizada apenas com uma equipe de voleibol talvez se fossem investigadas outras equipes talvez fossem encontrados resultados diferentes ou até novos.

Outra limitação é não ter levado em consideração a individualidade tática, ou seja, as posições específicas de cada jogador no campo, o que poderia nos oferecer parâmetros para o monitoramento do treino por posição e também provavelmente resultados de acordo com a realidade de cada posição.

Com relação ao questionário de bem-estar para termos uma percepção mais fidedigna do item dor muscular, o ideal seria coletar os dados de diferentes zonas musculares, pois o voleibol nos treinos técnicos e táticos há uma repetição exaustiva da técnica que envolve grupo musculares específicos. Dessa forma, as coletas dos dados de dor muscular ofereciam informações mais precisa do que uma única pergunta generalizada. Estudos futuros deveriam analisar o impacto de um questionário que monitore a dor em diferentes locais musculares.

Esta investigação obteve algumas novidades como a relação entre os marcadores auto-percecionados, como a qualidade de sono e fadiga, com a carga externa de treino.

5.4. IMPLICAÇÕES FUTURAS

A sugestão para estudos futuros é analisar uma época inteira, sendo assim teríamos resultados de diferentes momentos da época desportiva como pré-época, período competitivos, decisão de Copas e play offs.

Outra sugestão é fazer estudos por posições e funções específicas de jogo. Exemplo, analisar e avaliar centrais, pontas, passadores, opostos e líberos, especificamente. Esses resultados por posição poderiam fornecer a treinadores possibilidades de programar e monitorar o treino de acordo com a especificidade da posição de jogo. Assim o controle e monitoramento da CIT e CET seriam mais precisos para as funções específicas jogo.

5.5. IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

O monitoramento do treino deve fazer parte do dia a dia de uma equipe de alto rendimento em treino e competição, e buscar parâmetros de controle baseados na literatura e na individualidade de cada atleta possibilita um planeamento mais adequado as cargas de treino possibilitando uma melhor performance durante a época desportiva. A utilização de um sistema de informação rápida e prática para informar o status de condições dos atletas para os treinos e jogos é altamente recomendada para que treinadores tenham conhecimento das condições de seus atletas. Abordagens como o uso de um sistema de semáforo (ou seja, verde para bom, amarelo para cautela e vermelho para perigo) para denotar o status de um atleta, podem ser úteis.

De acordo com os achados nesse estudo os treinadores devem estar atentos aos valores da CET, porque ela tem uma associação negativa com a qualidade do sono e fadiga dos atletas. Portanto, em períodos não competitivos quando há um aumento da CET treinadores podem pensar em aumentar o tempo de recuperação entre uma sessão e outra buscando que os atletas se apresentem no melhor estado de forma. Em períodos competitivos e decisivos da época desportiva os treinadores devem estar atentos com aumentos não programados da CET para que essa não interfira negativamente no melhor estado de forma dos atletas.

Outro ponto importante é perceber que as respostas dos questionários de PSE e bem-estar podem não representar a verdadeira percepção dos atletas em relação as variáveis, principalmente quando o atleta relata valores muito altos ou muito baixos. O processo de conscientização dos atletas em relação a importância de uma resposta verdadeira sobre a sua percepção do bem-estar e PSE deve ser desenvolvida com equipe para que essas respostas realmente possam ser utilizadas como parâmetros de controle e monitoramento do treino e competição.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES

6.1. CONCLUSÕES

Os microciclos apresentaram uma diminuição da CIT do MD+5 para MD-1 no decorrer da semana que antecedia o dia de jogo. Durante os microciclos foi identificado um padrão ondulatório para CET. A carga de treino foi menor no final de semana, mantendo a intensidade, mas o volume reduzido.

A monotonia do treino aumentou durante o mesociclo semana após semana. O microciclo 2 foi identificado uma associação entre o aumento da monotonia e diminuição do pico de potência no CMJ.

Foram observadas diferenças entre os microciclos para CITs e CETs entre os microciclos, tais resultados podem ser associados às deslocamentos realizadas pela equipa e os jogos disputados contra adversários de níveis diferentes e tais situações influenciam diretamente no número de treinos semanais e distribuições da carga no período competitivo.

O principal resultado de estudo foi identificar uma associação negativa entre a CET, a qualidade do sono e fadiga. Portanto, em períodos decisivos da época os treinadores devem estar atentos para que a CET não atinja valores elevados e prejudique o desempenho.

O presente estudo foi realizado através da análise de um mesociclo competitivo de cinco semanas, mas estudos envolvendo uma época completa seriam de extrema importância para que fossem observadas as respostas em diferentes momentos ao longo da época.

O estudo também aponta para importância de se monitorar e controlar as cargas de treino, fadiga neuromuscular e percepção de bem-estar durante o todo processo de treinamento e assim obter o melhor estado de forma possível dos atletas.

Gerson de Oliveira Amorim

Carga de treino, fadiga neuromuscular e bem-estar de atletas de elite de voleibol masculino durante um mesociclo da temporada desportiva

CAPÍTULO 7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaraz, A. G., Ruano, M. Á. G., & Papadopoulou, S. (2019). In Search for Volleyball Entertainment: Impact of New Game Rules on Score and Time-Related Variables. *Journal of Human Kinetics*, 70(1), 235–243. <https://doi.org/10.2478/HUKIN-2019-0046>
- Andrade, D. M., Fernandes, G., Miranda, R., Coimbra, D. R., Mauri', M., & Filho, M. G. B. (2018). Training Load And Recovery in Volleyball During A Competitive Season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(4), 1082–1088. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002837>
- Andrade, F. C. de, Nogueira, R. A., Coimbra, D. R., Dias, B. M., Freitas, V. H. de, & Bara Filho, M. (2014). Internal training load: perception of volleyball coaches and athletes. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 16(6), 638–647. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2014v16n6p638>
- Bara Filho, M. G., Andrade, F. C. de, Nogueira, R. A., & Nakamura, F. Y. (2013). Comparação de Diferentes Métodos de Controle da Carga Interna em Jogadores de Voleibol. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 19(2), 143–146.
- Barker, L. A., Harry, J. R., & Mercer, J. A. (2018). Relationships between countermovement jump ground reaction forces and jump height, reactive strength index, and jump time. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(1), 248. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002160>
- Berriel, G. P., Costa, R. R., da Silva, E. S., Schons, P., de Vargas, G. D., Peyré-Tartaruga, L. A., & Kruel, L. F. M. (2020). Stress and recovery perception, creatine kinase levels, and performance parameters of male volleyball athletes in a preseason for a championship. *Sports Medicine - Open*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00255-w>
- Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2012). *Periodização: Teoria e Metodologia do treinamento*. (5ª Edição). Phorte Editora.
- Borin, J. P., Dias, R. de Godoy., Leite, G. dos S., Padovani, C. R. P., & Padovani, C. R. (2010). Indicadores De Desempenho E Esforço Entre Técnico E. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 4(2), 123–130.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., & Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, 161–170. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2017-0208>

- Brandão, F. M., Da Cunha, V. F., Timoteo, T. F., Duarte, T. S., Dias, B. M., Coimbra, D. R., Miranda, R., & Bara Filho, M. G. (2018). Comportamento da carga de treinamento, recuperação e bem-estar em atletas profissionais de voleibol em semanas com e sem jogos. *Educación Física y Ciencia*, 20(4), e063. <https://doi.org/10.24215/23142561e063>
- Brooks, E. R., Benson, A. C., & Bruce, L. M. (2018). Novel technologies found to be valid and reliable for the measurement of vertical jump height with jump-and-reach testing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(10), 2838–2845. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002790>
- Charlton, P. C., Kenneally-Dabrowski, C., Sheppard, J., & Spratford, W. (2017). A simple method for quantifying jump loads in volleyball athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(3), 241–245. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.07.007>
- Claudino, J. G., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D. T., McGuigan, M., Tricoli, V., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2017). The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. Em *Journal of Science and Medicine in Sport* (Vol. 20, Número 4, pp. 397–402). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.011>
- Clemente, F. M., Mendes, B., Palao, J. M., Silvério, A., Carriço, S., Calvete, F., & Nakamura, F. Y. (2019). Seasonal player wellness and its longitudinal association with internal training load: study in elite volleyball. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 59(3), 345–351. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.18.08312-3>
- Clemente, F. M., Silva, A. F., Clark, C. C. T., Conte, D., Ribeiro, J., Mendes, B., & Lima, R. (2020). Analyzing the seasonal changes and relationships in training load and wellness in elite volleyball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(5), 731–740. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0251>
- Costa, G. de C. T., Ceccato, J. S., Evangelista, B. F. de B., Freire, A. B., Oliveira, A. S. de, Milistetd, M., Rodrigues, H. de A., & Ugrinowitsch, H. (2016). Tactic determinants of game practiced by middle attacker in men's volleyball. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 18(3), 371–379. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2016v18n3p371>
- de FREITAS, V. H. de, MILOSKI, B., & BARA FILHO, M. G. (2015). Monitoramento da carga interna de um período de treinamento em jogadores de voleibol. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 29(1), 5–12. <https://doi.org/10.1590/1807-55092015000100005>

- de Freitas, V. H., Nakamura, F. Y., Andrade, F. C. de, Pereira, L. A., Coimbra, D. R., & Bara Filho, M. G. (2014, Dezembro 28). Pre-competitive physical training and markers of performance, stress and recovery in young volleyball athletes. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 17(1), 31–40. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2015v17n1p31>
- Debien, P. B., Mancini, M., Coimbra, D. R., De Freitas, D. G. S., Miranda, R., & Bara Filho, M. G. (2018). Monitoring training load, recovery, and performance of brazilian professional volleyball players during a season. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(9), 1182–1189. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0504>
- Dopsaj, M. M., Copic, N., Nesic, G., & Sikimic, M. (2012). Jumping performance in elite female volleyball players relative to playing positions: a practical multidimensional assessment model. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 6(2), 61–69. <https://www.researchgate.net/publication/339843736>
- Duarte, T. S., Coimbra, D. R., Miranda, R., Toledo, H. C., Werneck, F. Z., de Freitas, D. G. S., & Bara Filho, M. G. (2019). Monitoring training load and recovery in volleyball players during a season. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 25(3), 226–229. <https://doi.org/10.1590/1517-869220192503195048>
- Fessi, M. S., Zarrouk, N., Di Salvo, V., Filetti, C., Barker, A. R., & Moalla, W. (2016). Effects of tapering on physical match activities in professional soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2189–2194. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1171891>
- Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30, 1164–1168.
- Freitas, V. H. de, Nakamura, F. Y., Miloski, B., Samulski, D., & Bara Filho, M. G. (2014). Sensitivity of Physiological and Psychological Markers to Training Load Intensification in Volleyball Players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13, 571–579. <http://www.jssm.org>
- Freitas, V. H. de, Ramos, S. P., Bara Filho, M. G., Freitas, D. G. S., Coimbra, D. R., Cecchini, R., Guarnier, F. A., & Nakamura, F. Y. (2019). Effect of cold water immersion performed on successive days on physical performance, muscle damage, and inflammatory, hormonal, and oxidative stress markers in volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(2), 502–513. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001884>
- Fry, R. W., Morton, A. R., & Keast, D. (1991). Overtraining in Athletes. *Sports Medicine*, 12(1), 32–65. <https://doi.org/10.2165/00007256-199112010-00004>

- Gabriel, J., Magela, S., Lais, L., Massari, R., Barreiros, P., Thiago, D., Duarte, S., Coimbra, D. R., Miranda, R., Gattás, M., & Filho, B. (2015). Monitoramento das cargas de treinamento e recuperação na pré-temporada do voleibol. *Coleção Pesquisa em Educação Física*, 14(2), 75-82.
- Gallo, T. F., Cormack, S. J., Gabbett, T. J., & Lorenzen, C. H. (2016). Pre-training perceived wellness impacts training output in Australian football players. *Journal of Sports Sciences*, 34(15), 1445–1451. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1119295>
- Garcia, R. M., Meireles, C. H. A. de, & Pereira, E. G. B. (2021, Outubro 10). Evolução e adaptação histórica do voleibol. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 26(281), 183–203. <https://doi.org/10.46642/EFD.V26I281.2842>
- Haff, G. G., & Haff, E. E. (2012). Training Integration and Periodization. Em J. R. Hoffman (Ed.), *NSCA's Guide to Program Design* (pp. 213–249). NSCA -National Strength & Conditioning Association.
- Haraldsdottir, K., Sanfilippo, J., McKay, L., & Watson, A. M. (2021). Decreased Sleep and Subjective Well-Being as Independent Predictors of Injury in Female Collegiate Volleyball Players. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(9). <https://doi.org/10.1177/23259671211029285>
- Hileno, R., Arasan, M., & García-de-Alcaraz, A. (2020). The Sequencing of Game Complexes in Women's Volleyball. *Frontiers in Psychology*, 11(April), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00739>
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. Em *Medicine and Science in Sports and Exercise* (Vol. 41, Número 1, pp. 3–12). <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Horta, T. A. G., Bara Filho, M., Coimbra, D. R., Werneck, F. Z., & Miranda, R. (2019, Outubro 1). Training load profile in high performance volleyball: a case study. *Revista Brasileira de Ciencias do Esporte*, 41(4), 419–426. <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2018.06.008>
- Horta, T. A. G., Bara Filho, M. G., Coimbra, D. R., Miranda, R., & Werneck, F. Z. (2019). Training Load, Physical Performance, Biochemical Markers, and Psychological Stress During a Short Preparatory Period in Brazilian Elite Male Volleyball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(12), 3392–3399. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002404>

- Horta, T. A. G., Bara Filho, M. G., Miranda, R., Coimbra, D. R., & Werneck, F. Z. (2017). Influência dos saltos verticais na percepção da carga interna de treinamento no voleibol. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 23(5), 403–406. <https://doi.org/10.1590/1517-869220172305172132>
- Horta, T. A. G., de Lima, P. H. P., Matta, G. G., de Freitas, J. V., Dias, B. M., Vianna, J. M., Toledo, H. C., Miranda, R., Timoteo, T. F., & Filho, M. G. B. (2020). Training load impact on recovery status in professional volleyball athletes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 26(2), 158–161. <https://doi.org/10.1590/1517-869220202602209364>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), 1042–1047. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000128199.23901.2F>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S. M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 583–592. <https://doi.org/10.1080/02640410400021278>
- Kellmann, M. (2010). Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(SUPPL. 2), 95–102. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01192.x>
- Kelly, V. G., & Coutts, A. J. (2007). Planning and monitoring training loads during the competition phase in team sport. *Strength and Conditioning Journal*, 29(4), 32–37. <https://doi.org/10.1519/00126548-200708000-00005>
- Komi, P. v. (1984). Physiological and Biomechanical Correlates of Muscle Function: Effects of Muscle Structure and Stretch-Shortening Cycle on Force and Speed. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 12(1), 81–120.
- Lacerda, R. P., Duarte, T. S., Reis Coimbra, D., Ferreira Timoteo, T., Miranda, R., Gattás, M., Filho, B., Carlos, J., & Marins, B. (2015). Comportamento da recuperação de atletas profissionais de voleibol em semanas com jogos e sem jogos. *Coleção Pesquisa em Educação Física*, 14(2), 1-8.
- Lalor, B. J., Halson, S. L., Tran, J., Kemp, J. G., & Cormack, S. J. (2018). No compromise of competition sleep compared with habitual sleep in elite australian footballers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(1), 29–36. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0776>

- Lane, A. M., Terry, P. C., Stevens, M. J., Barney, S., & Dinsdale, S. L. (2004). Mood responses to athletic performance in extreme environments. *Journal of Sports Sciences*, 22(10), 886–897. <https://doi.org/10.1080/02640410400005875>
- Lima, R. F., Silva, A., Afonso, J., Castro, H., & Clemente, F. M. (2020). External and internal Load and their Effects on Professional Volleyball Training. *International Journal of Sports Medicine*, 41(7), 468–474. <https://doi.org/10.1055/a-1087-2183>
- Lima, R. F., Silva, A. F., Afonso, J., Silva, R., de Oliveira Castro, H., & Clemente, F. M. (2022). Relationships between type and duration of training and well-being status of volleyball athletes. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 24. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2022v24e75672>
- Lovering, R. M., & de Deyne, P. G. (2004). Contractile function, sarcolemma integrity, and the loss of dystrophin after skeletal muscle eccentric contraction-induced injury. *Am J Physiol Cell Physiol*, 286, 230–238. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00199.2003>.-The
- Madrigal, L. A., & Wilson, P. B. (2017). Salivary hormone and anxiety responses to free-throw shooting competition in collegiate female basketball players. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 11(3), 240–253. <https://doi.org/10.1123/jcsp.2016-0034>
- Malone, J. J., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J. P., & Drust, B. (2015). Seasonal training-load quantification in elite English Premier League soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 489–497. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0352>
- Marcelino, R., Mesquita, I., Sampaio, J., & Cicero-Moraes, J. (2010). Estudo dos indicadores de rendimento em voleibol em função do resultado do set. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 24(1), 69–78.
- Marques-Junior, N. K. (2014). Periodização específica para o voleibol: atualizando o conteúdo. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Desporto*, 8(2), 453–484.
- Marques Junior, N. K. (2019a). Specific periodization for the volleyball: a training organization with ball and of the physical training. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 13(81), 58–69. <https://www.researchgate.net/publication/332879670>
- Marques Junior, N. K. (2019b, Janeiro). Specific periodization for the volleyball: a training organization with ball and of the physical training. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 58–69. <https://www.researchgate.net/publication/332879670>
- McGuigan, M. (2017). *Monitoring training and performance in athletes* (R. W. Earle, M. J. Zavala, K. Walsh, & P. Fortney, Eds.). Human Kinetics.

- McLaren, S. J., Macpherson, T. W., Coutts, A. J., Hurst, C., Spears, I. R., & Weston, M. (2018). The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(3), 641–658. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0830-z>
- McLean, B. D., Coutts, A. J., Kelly, V., McGuigan, M. R., & Cormack, S. J. (2010a). Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 367–383. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.3.367>
- McLean, B. D., Coutts, A. J., Kelly, V., McGuigan, M. R., & Cormack, S. J. (2010b). Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 367–383. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.3.367>
- Miloski, B., de Freitas, V. H., & Filho, M. G. B. (2012). Monitoramento da carga interna de treinamento em jogadores de futsal ao longo de uma temporada. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 14(6), 671–679. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2012v14n6p671>
- Mroczek, D., Wychowania, A., Kawczy, A., & Education, P. (2017). Relationships between motor abilities and volleyball performance skills in 15-year-old talent-identified volleyball players and volleyball performance skills in. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 9(1), 17–27.
- Nakamura, F. Y., Moreira, A., & Aoki, M. S. (2010). Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? *Revista da Educação Física/UEM*, 21(1), 1–11. <https://doi.org/10.4025/reveducfis.v21i1.6713>
- Nicol, C., Avela, J., & Komi, P. v. (2006). The Stretch-Shortening Cycle. *Sports Medicine*, 36(11), 977–999. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636110-00004>
- Nicol Komi, C. P., Horita -H Kyrdl, T., Takala, T., & Nicol, C. I. (1996). Reduced stretch-reflex sensitivity after exhausting stretch-shortening cycle exercise. Em *Eur J Appl Physiol* (Vol. 72). Springer-Verlag.
- Noce, F., Santos, I. C. dos, Samulski, D. M., Carvalho, S. L. F. de, Santos, R. V. T. dos, & Mello, M. T. de. (2008). Monitoring Levels of Stress Brazilian Female Volleyball Athlete: Case Study. *Revista de Psicologia del Deporte*, 17(1), 25–41.

- Penã, J., Guerra, J. R., Busca, B., & Serra, N. (2013). Which skills and factors better predict winning and losing in high-level men's volleyball? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(9), 2487–2493. <https://journals.lww.com/nsca-jscr>
- Pinto, J. C. B. de L., Araújo Junior, A. L. de, Honorato, R. D. C., Oliveira, R. S. C. de, & Mortatti, A. L. (2016). Estresse, recuperação e carga interna durante semana competitiva em universitários jogadores de voleibol. *Revista Brasileira de Ciencia & Movimento*, 35–43.
- Pisa, M. F., Zecchin, A. M., Gomes, L. G., Norberto, M. S., & Puggina, E. F. (2022). Internal load in male professional volleyball: a systematic review. Em *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* (Vol. 62, Número 11, pp. 1465–1473). Edizioni Minerva Medica. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.22.12885-9>
- Pisa, M. F., Zecchin, A. M., Gomes, L. G., & Puggina, E. F. (2022). External load in male professional volleyball: A systematic review. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 14(2), Article7. <https://doi.org/10.29359/bjhpa.14.2.07>
- Pisa, M., Zecchin, A., & Puggina, E. F. (2022). Vertical Jump as the Main External Load in Volleyball: It is Time to Change. *Clinical Case Reports International - Rehabilitation*, 1372–1372. <https://www.researchgate.net/publication/363659840>
- Rebelo, A., Pereira, J. R., Martinho, D. v., Amorim, G., Lima, R., & Valente-dos Santos, J. (2023). Training Load, Neuromuscular Fatigue, and Well-Being of Elite Male Volleyball Athletes During an In-Season Mesocycle. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1–9. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0279>
- Rebelo, A., Rafael Pereira, J., & Valente-Dos-Santos, J. (2023). Rating of Perceived Exertion in Professional Volleyball: A Systematic Review. *Journal of Human Kinetics*, 87, 143–155. <https://doi.org/10.5114/jhk/161614>
- Rodríguez-Marroyo, J. A., Medina, J., García-Lopez, J., García-Tormo, J. v., & Foster, C. (2014). Correspondence between training load executed by volleyball players and the one observed by coaches. *The Journal of Strength an Conditioning Research*, 28(6), 1588–1594.
- Sayers, S. P., Harackiewicz, D. V., Harman, E. A., Frykman, P. N., & Rosenstein, M. T. (1999). Cross validation of three jump power equations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(4), 572–577.
- Schwellnus, M., Soligard, T., Alonso, J. M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., Gabbett, T. J., Gleeson, M., Hägglund, M., Hutchinson, M. R., Van Rensburg, C. J., Meeusen, R.,

- Orchard, J. W., Pluim, B. M., Raftery, M., Budgett, R., & Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1043–1052. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096572>
- Selmi, O., Ouergui, I., Levitt, D. E., Marzouki, H., Knechtle, B., Nikolaidis, P. T., & Bouassida, A. (2022). Training, psychometric status, biological markers and neuromuscular fatigue in soccer. *Biology of Sport*, 39(2), 319–327. <https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2022.104065>
- Sheppard, J. M., Gabbett, T. J., Luiz-Claudio, A., & Stanganelli, R. (2009). An analysis of playing positions in elite men's volleyball: considerations for competition demands and physiologic characteristics. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1858–1866.
- Sheppard, J. M., Gabbett, T. J., & Stanganelli, L. C. R. (2009). An analysis of playing positions in elite men's volleyball: Considerations for competition demands and physiologic characteristics. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1858–1866. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b45c6a>
- Silva, A. F., Clemente, F. M., Lima, R., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). The effect of plyometric training in volleyball players: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(16). <https://doi.org/10.3390/ijerph16162960>
- Silva, M., Lacerda, D., & João, P. V. (2014). Game-related volleyball skills that influence victory. *Journal of Human Kinetics*, 41(1), 173–179. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0045>
- Skazalski, C., Whiteley, R., Hansen, C., & Bahr, R. (2018a). A valid and reliable method to measure jump-specific training and competition load in elite volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 28(5), 1578–1585. <https://doi.org/10.1111/sms.13052>
- Skazalski, C., Whiteley, R., Hansen, C., & Bahr, R. (2018b). A valid and reliable method to measure jump-specific training and competition load in elite volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 28(5), 1578–1585. <https://doi.org/10.1111/sms.13052>
- Soligard, T., Schweltnus, M., Alonso, J. M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., Gabbett, T., Gleeson, M., Häggglund, M., Hutchinson, M. R., Janse Van Rensburg, C., Khan, K. M.,

- Meeusen, R., Orchard, J. W., Pluim, B. M., Raftery, M., Budgett, R., & Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1030–1041. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096581>
- Timoteo, T., Debien, P. B., Miloski, B., Werneck, F. Z., Gabbett, T., & Bara Filho, M. G. (2018). Influence of workload and recovery on injuries in elite male volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(3), 791-796. doi: 10.1519/JSC.0000000000002754.
- Timoteo, T., Seixas, M. B., Debien, P., & Miloski, B. (2017). Impact of consecutive games on workload, state of recovery and well-being of professional volleyball players. *Journal of Exercise Physiology Online*, 20(3), 130-140.
- Vitale, J. A., Banfi, G., Galbiati, A., Ferini-Strambi, L., & La Torre, A. (2019). Effect of a night game on actigraphy-based sleep quality and perceived recovery in top-level volleyball athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 265–269. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0194>
- Watson, A., Johnson, M., & Sanfilippo, J. (2020). Decreased Sleep Is an Independent Predictor of In-Season Injury in Male Collegiate Basketball Players. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 8(11). <https://doi.org/10.1177/2325967120964481>
- Wergin, V. V., Beckmann, J., Gröpel, P., & Mesagno, C. (2020). Investigating cumulative effects of preperformance routine interventions in beach volleyball serving. *PLoS ONE*, 15(1), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228012>

Gerson de Oliveira Amorim

Carga de treino, fadiga neuromuscular e bem-estar de atletas de elite de voleibol masculino durante um mesociclo da temporada desportiva

8. APÊNDICE

8.1. ESTUDO PUBLICADO

Training Load, Neuromuscular Fatigue, and Well-Being of Elite Male Volleyball Athletes During a 5-Week In-Season Mesocycle

Int J Sports Physiol Perform. 2023 Feb 8;18(4):354-362. doi: 10.1123/ijsp.2022-0279. Print 2023 Apr 1.

Short title: Monitoring Professional Volleyball Athletes

Submission type: Research Article

Abstract

At elite level, volleyball players can train twice a day for multiple consecutive days. Most high-intensity bouts of exercise consist in jumping activities, such as spike jumps, jousts, or block jumps which are responsible for inducing muscle damage, high levels of fatigue, and muscle soreness. Therefore, the aim of the current study was to quantify and analyse the training loads, neuromuscular fatigue, and perceptual well-being of a 5-week in-season mesocycle carried out by a professional male volleyball team. Full data sets were obtained from 16 volleyball players (age: 28.51 ± 5.39 years; height: 193.19 ± 9.87 cm; body mass: 88.46 ± 13.18 kg). Training data were analysed in relation to the number of days away from the competitive one-match week (i.e., match day minus (MD-)). Internal training load (ITL), external training load (ETL), countermovement jump (CMJ) height and peak power, and wellness questionnaire responses were obtained from all athletes. Results indicated a progressively decrease of the ITL during the week (i.e., from MD-5 to MD-1) and by the undulatory pattern of the ETL during the week. Moreover, training monotony increased across the microcycles and was negatively associated with CMJ peak power. Finally, sleep quality and fatigue were negatively associated with weekly ETL. These results reinforce the need to monitor training load, neuromuscular fatigue, and perceptual well-being in professional volleyball teams during the in-season period. The authors recommend that training loads must be increased progressively to avoid negative performance effects such as nonfunctional overreaching at the beginning of the season.

Keywords: jump performance; monitoring; periodization; recovery; rating of perceived exertion; team sports

Highlights

- The aim of the current study was to quantify and analyse the training loads, neuromuscular fatigue, and perceptual well-being of a 5-week in-season mesocycle carried out by a professional male volleyball team.
- Internal training load decreased from MD-5 to MD-1, whereas an undulatory pattern emerged in the external training load data during the week.
- Training monotony increased across the microcycles and was negatively associated with CMJ peak power.
- Perceptual measures, such as sleep quality and fatigue were negatively associated with weekly external training load.

INTRODUCTION

Volleyball is a sport characterized by short high-intensity efforts interspersed between low-intensity periods and recovery time (Polglaze & Dawson, 1992). At elite level, volleyball players can train twice a day for multiple consecutive days (de Freitas et al., 2019). Most high-intensity bouts of exercise consist in jumping activities, such as spike jumps, jousts, or block jumps (Polglaze & Dawson, 1992; Sheppard, Gabbett, & Stanganelli, 2009). Jumps are characterized by a pre-activation (stretch) of the extensors' muscles, followed by a shortening phase of these same extensors' muscles which represents the stretch-shortening cycle (SSC) (Komi, 1984). Previous findings showed a reduced EMG activation during the eccentric phase of SSC exercises (Nicol, Komi, Horita, Kyröläinen, & Takala, 1996). In fact, eccentric muscle actions are responsible for inducing more muscle damage when compared with concentric muscle contractions (Lovering & De Deyne, 2004). Thus, high levels of fatigue, muscle soreness, and muscle damage are expected after a volleyball microcycle.

One of the major reasons high performance sports invests so much time in athlete monitoring strategies is to reduce the time lost to injury (Kellmann, 2010) and illness (Veugelaers, Young, Fahrner, & Harvey, 2016). Changes in cumulative training loads are related

to the risk of injury (Gabbett & Jenkins, 2011), whereas during heavy periods of training, athletes are at increased risk of developing illnesses (Svendsen, Gleeson, Haugen, & Tønnessen, 2015). Within the volleyball literature, one training microcycle have shown decreases in the neuromuscular performance and an increase in muscle soreness in professional male players (de Freitas et al., 2019). Furthermore, rises in weekly training loads were followed by increases in fatigue in professional male volleyball athletes (Freitas, Nakamura, Miloski, Samulski, & Bara-Filho, 2014).

It is easier to understand the monitoring of the athletes load by sub-dividing load into two different categories – internal and external (Halsen, 2014). Internal training load (ITL) refers to the physiological stress that a training session induces in the athlete (Impellizzeri, Rampinini, & Marcora, 2005). Measures such as heart rate (HR) and rating of perceived exertion (RPE) are the most common methods of monitoring internal load (Halsen, 2014). On the other hand, external training load (ETL) is defined as the physical work prescribed in the training plan (Impellizzeri et al., 2005). The most common method of monitoring external load is with time-motion analysis devices, such as GPS, accelerometers, or inertial motion units (IMUs) (Halsen, 2014). Questionnaires can be useful for monitoring athletes' levels of stress (Hopkins, 1991) and identifying those at greater risk of becoming injured (Saw, Main, & Gastin, 2016). Research has shown that athletes often have a mood disturbance while developing symptoms of overreaching and overtraining (Halsen, 2014). Therefore, assessing athlete's mood state and level of tension through tools such as the Profile of Mood States (POMS) and the Brunel Mood Scale (BRUMS) can be useful (Lane, Terry, Stevens, Barney, & Dinsdale, 2004). Wellness inventories, like the Hooper index (Hooper, Mackinnon, Howard, Gordon, & Bachmann, 1995), are also common if the goal is to gather as much information as possible about different metrics, such as fatigue, stress, sleep, or recovery.

Finally, low-frequency fatigue (i.e., resulted from high-force, high-intensity, or repeated stretch-shortening cycles muscle actions) is frequently a topic of interest while monitoring athletes (Fowles, 2006). Consequently, many research studies have established the reliability and validity of vertical jumps as an indicator of neuromuscular fatigue in athletes (Cormack, Mooney, Morgan, & McGuigan, 2013). Measures such as jump height, peak and mean power, and peak force are popular among coaches as they are valid methods to assess neuromuscular fatigue (Taylor, Chapman, Cronin, Newton, & Gill, 2012).

Therefore, the aim of the current study was to quantify and analyse the training loads, neuromuscular fatigue, and perceptual well-being of a 5-week in-season mesocycle carried out

by a professional male volleyball team. Furthermore, the present study also aimed to compare the responses of different perceptual well-being measures to neuromuscular fatigue and to training load to see if there were associations between the variables. The mesocycle corresponded to the first weeks of the national championship.

METHODS

Subjects

The experimental protocol fitted the recommendations from the Declaration of Helsinki produced by the World Medical Association for research with humans (WorldMedicalAssociation, 2008) and written informed consents were obtained from the participants. In addition, all procedures adhered to established ethical standards for sports medicine (Harriss, MacSween, & Atkinson, 2019). Full data sets were obtained from 16 professional male volleyball players (age: 28.51 ± 5.39 years; height: 193.19 ± 9.87 cm; body mass: 88.46 ± 13.18 kg). All participants were players from the first Portuguese Volleyball Division – Liga UNA Seguros. Inclusion criteria were regular participation in most of the training sessions (80% of weekly training sessions) or the completion of at least half the duration of a match.

Procedures

To study the training load, neuromuscular fatigue and perceptual well-being during volleyball, a non-interventional study was designed (i.e., no intervention during training) and data was collected over a 5-week period (5 microcycles) of competition in where 5 matches occurred during the 2021–2022 annual season. Only data from volleyball training sessions and matches were considered. Total minutes of training sessions included warm-up, main phase, and slow down phase. Gym sessions were not considered for analysis.

Training data were analysed in relation to the number of days away from the competitive one-match week (i.e., match day minus). In a week with only one match, the team typically trained six or five days a week (match day (MD) minus (-); MD-6; MD-5; MD-4; MD-3; MD-2; MD-1), plus one day after the match (MD+1). This approach was used before within team-sports context (Malone et al., 2015).

All analysis were based on the different periodization cycles that exist and were, therefore, partitioned into specific time periods – microcycle and mesocycle (Haff, 2012). Mesocycles usually last for two to six weeks in where each mesocycle is then broken down into individual microcycles where the most common duration is one week (Haff, 2012). In the present study, there were a total of five microcycles with a duration of one week each. All five microcycles corresponded to the same mesocycle.

Quantification of Training Load

Internal training load data were collected 15–20 min following each training session and match. Players were asked to provide an RPE rating using a 0-10 scale (a 0 was allocated every time there was a rest day on MD+1) and answered the question “How hard was your workout?” (Borg, 1970). Players were prompted for their RPE individually using a designed application (XPS Network, Sideline Sports, Iceland) on each athlete smartphone. The players selected their RPE rating by touching the respective score on their smartphones, which was then automatically saved under the player’s profile. This method helped minimise factors that may influence a player’s RPE rating, such as peer pressure and replicating other player’s ratings (Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004). Each individual RPE value was multiplied by the session duration to generate a session-RPE (s-RPE) value (Impellizzeri et al., 2004). The total weekly ITL (wITL), consisted in the sum of the ITLs of all training sessions during that week. Monotony (calculated as daily load divided by the daily load standard deviation) and strain (calculated as the product of monotony and load) were also obtained.

External training load data were collected with a commercially available IMU (Vert, Mayfonk Athletic, Fort Lauderdale, FL, USA) which has been found to have excellent inter-device reliability (Skazalski, Whiteley, Hansen, & Bahr, 2018), validity (Brooks, Benson, & Bruce, 2018), and precision (Charlton, Kenneally-Dabrowski, Sheppard, & Spratford, 2017) in volleyball. The IMU was inserted into an elastic waistband as recommended by the manufacturer. Each device was connected to a tablet via Bluetooth. All jumps were individually assigned, time-stamped, and recorded for jump height. External training load was calculated as the product of the jump count and the average kinetic energy, as measured in kilojoules (kJ) (Charlton et al., 2017). The total weekly ETL (wETL), consisted in the sum of the ETLs of all training sessions during that week.

Quantification of Neuromuscular Fatigue

Neuromuscular fatigue was assessed through the CMJ test, once a week, before MD-1 training session in a randomized order. All athletes were well familiarized with the testing procedures. All subjects were instructed to perform maximal effort jumps with hands remaining on hips throughout the movement to limit the influence of the upper body on jump performance (Barker, Harry, & Mercer, 2018). The CMJ was performed on a contact platform (Chronojump Boscosystem, Barcelona, Spain) and each athlete had 3 trials, with 90 seconds rest between them. The mean values of jump height and peak power calculated with the Sayers et al. equation (Sayers, Harackiewicz, Harman, Frykman, & Rosenstein, 1999) of the 3 attempts were used for analysis, as averaged jump results are more sensitive in detecting fatigue and supercompensation effects (Claudino et al., 2017).

Quantification of Perceptual Well-Being

A wellness questionnaire adapted from McLean et al. (McLean, Coutts, Kelly, McGuigan, & Cormack, 2010) was used to monitor fatigue, recovery, stress, muscle soreness, and sleep perception (Supplemental material). In each morning, approximately 30 min after waking up, athletes had to answer a questionnaire with 6 different items, in which answers were rated from -3 to 3 from the same smartphone application used to answer the RPE (XPS Network, Sideline Sports, Iceland).

Statistical Analysis

All analyses were performed using Statistical Package for Social Science (V. 27.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) and statistical significance was set at an alpha level of 0.05. Descriptive data are presented as means and standard deviations (SD). Descriptive statistics were used to describe and characterize the sample and the Shapiro-Wilk and the Levene tests were used to assess the assumption of normality and homoscedasticity, respectively. A repeated-measures analysis of variance with a post hoc Bonferroni adjustment was used once variables obtained normal distribution (Shapiro-Wilk > 0.05), to compare the 5 microcycles and to compare days away from the competitive match fixture. The effect size (ES) was calculated to determine the magnitude of the effects by standardizing the coefficients according to the appropriate between-subjects standard deviation. The magnitude of the effects was assessed using the following criteria: <0.2 = trivial, 0.2 to 0.6 = small, 0.6 to 1.2 = moderate, 1.2 to 2.0 = large, and >2.0 = very large (Hopkins, Marshall, Batterham, & Hanin, 2009). The associations between two continuous variables were tested with the Pearson product-moment correlation, whereas the

associations between two ordinal variables or one ordinal and one continuous variable were tested with the Spearman correlation.

RESULTS

Microcycle Analysis

For internal training load, the s-RPE was higher in microcycle 5 than in microcycles 1 and 4, with *moderate* ES observed in both comparisons (Table 1). In microcycle 1 the wITL was significantly lower ($p < 0.05$) than the values observed in microcycles 2, 3, and 5, with *large* ES identified. *Moderate* ES were also observed for wITL between microcycle 4 and microcycles 2 and 5. In microcycle 3 the wITL was significantly higher ($p < 0.05$) than in microcycle 4 with *large* ES. Strain and monotony values increased during the first four microcycles with *large* to *very large* ES noted from microcycle 4 to microcycles 1, 2, and 3. An undulatory pattern in the wETL can be observed as this metric increased during the first three microcycles, decreased in microcycle 4, and increased once again in microcycle 5. Microcycle 3 had the greatest wETL with statistically significant differences observed compared with microcycles 1 and 4. Only *trivial* to *small* ES were observed between microcycles concerning CMJ jump height and peak power with no statistically significant differences (Table 2). Regarding the wellness questionnaire, the stress item reported *small* and *moderate* effect sizes observed between microcycle 2 and microcycles 3 and 4, respectively.

There were associations between wETL and s-RPE in microcycle 2 ($\rho = 0.628, p < 0.05$), and between wETL and CMJ peak power in microcycles 2 ($r = 0.697, p < 0.05$), 3 ($r = 0.591, p < 0.05$), and 5 ($r = 0.663, p < 0.01$). Associations were found between wETL and sleep quality in microcycles 1 ($\rho = -0.747, p < 0.01$) and 2 ($\rho = -0.703, p < 0.05$) and between wETL and fatigue in microcycles 2 ($\rho = -0.789, p < 0.01$) and 5 ($\rho = -0.612, p < 0.05$). Muscle soreness was associated with strain ($\rho = -0.695, p < 0.01$) and monotony ($\rho = -0.575, p < 0.05$) in microcycle 4. Associations were also found between strain and mood ($\rho = -0.534, p < 0.05$), and monotony and CMJ peak power ($r = -0.681, p < 0.05$) in microcycles 4 and 2, respectively.

INSERT TABLE 1 AND TABLE 2 HERE

Training Sessions Analysis

The s-RPE gradually decreased over the training sessions during the week (Table 3). Statistically significant differences were observed between MD-5 and MD-3, MD-2, and MD-1 ($p < 0.05$), with *moderate* to *large* ES. In fact, MD-1 registered the lowest s-RPE value and had statistically significant differences compared to MD-5, MD-4, and MD-3 ($p < 0.05$), with *large* ES. Following the same tendency of s-RPE, MD-1 registered the lowest ITL value of the week with statistically significant differences compared to MD-6, MD-5, MD-4, MD-3, MD-2, and MD ($p < 0.05$), with *moderate* to *very large* ES. The ETL registered the greatest value on MD-5 which had statistically significant differences to MD-6, MD-1, and MD ($p < 0.05$) with *large* ES. Of the training sessions, both MD-6 and MD-1 registered the lowest ETL values. The ETL value on MD-1 was statistically significantly lower than those observed on MD-5 and MD-2 ($p < 0.05$) with *large* ES. On MD+1 the fatigue item of the wellness questionnaire showed that athletes were more fatigued compared with MD-6, MD-5, MD-3, MD-2, MD-1, and MD with *small* ES (Table 4). The sleep quality item had worse answers on MD-1 and MD+1, compared with MD-6, MD-5, MD-3, and MD-2 with *small* ES. Athletes had less muscle soreness on MD than on MD+1 ($p < 0.05$) with *small* ES. Mood and stress responses were better on MD-6 than on MD-3, MD-2, and MD+1 with *small* ES.

Associations were found between ETL and sleep quality on MD-4 ($\rho = -0.577, p < 0.01$) and MD-3 ($\rho = -0.733, p < 0.05$)

INSERT TABLE 3 AND TABLE 4 HERE

DISCUSSION

The purpose of the present study was to quantify and analyze the ITL, ETL, neuromuscular fatigue, and perceptual well-being of a professional volleyball team in a 5-week in-season mesocycle. Plus, the associations between the different variables were also assessed. The main findings of the study are related to a progressively decrease of the ITL during the week (i.e., from MD-5 to MD-1), whereas ETL have an undulatory pattern, increasing from MD-6 to MD-5, decreasing from MD-5 to MD-4, increasing again from MD-4 to MD-2, and decreasing one last time from MD-2 to MD-1. Plus, this study showed promising novel results and indicated that sleep quality and fatigue were negatively associated with wETL.

This study analyzed the first weeks of a competitive period of a professional male volleyball team. This specific mesocycle was characterized by microcycles with relatively high values of wITL and wETL. This is common in professional volleyball (Andrade, Fernandes, Miranda, Reis Coimbra, & Bara Filho, 2021; Clemente et al., 2020) since the first phase of the competitive period is described by a focus on the development of fitness components while the second phase comprises the most specific training sessions (technical and tactical skills) (Issurin, 2010). The wITL and wETL differences observed between microcycles are due to various travels made and games played against teams of different levels which will influence the number of training sessions during the competitive period (Miloski, de Freitas, Nakamura, de, & Bara-Filho, 2016). Since the main goal of coaches and practitioners is to have the athletes ready for MD, this wave distribution of wITL and wETL between microcycles can be applied. For example, this can be done by increasing training loads in microcycles in which the team has a low possibility of losing the game.

Both training strain and monotony also increased during the microcycles. Monotony is a measure of day-to-day training variability that has been found to be related to the onset of overtraining when monotonous training is combined with high training loads (Foster, 1998). Research shown that a decrease in monotony is associated with improvements in physical fitness (Fessi et al., 2016). The results of the present study somehow confirm this tendency, as increases in training monotony were associated with decreases in CMJ peak power, especially in microcycle 2 ($p < 0.05$). Nevertheless, more research is needed in this topic, particularly with studies with a longer time frame. When combined with high training loads, training strain can indicate a high risk of overtraining, illness, or injury (Foster, 1998). However, when coupled with low training loads, high values of strain might indicate that the training program is lacking the necessary stimulus to drive positive adaptations. In fact, one strategy that has been recommended to reduce training strain is alternating high and low training loads (Foster, 1998), and the results of this study show an undulatory pattern of the ETL within the training sessions of the week.

Albeit *small* changes were observed in CMJ height between microcycles, this was not reflected in statistically significant differences. This is in line with another study with elite male volleyball athletes, where the authors reported no differences in the CMJ height across a 6-week period (Horta, Bara Filho, Coimbra, Miranda, & Werneck, 2019). Research with a longer time-frame is needed to understand what differences (if any) can be observed across a complete competitive period of professional volleyball athletes.

There were no differences observed in most wellness items measured. This was expected since only during periods of congested travels and games (Horta et al., 2020), or in the last stage of the competitive period (Clemente et al., 2020) volleyball athletes report poorer well-being responses in questionnaires. The present study analysed the responses in the first weeks of an in-season of professional volleyball team which was characterized by one game per week. Besides, the opposition was not that challenging as the s-RPE results of the MD show. It should be interesting to see what fluctuations occur in perceptual fatigue, mood, stress, and sleep quality during a complete in-season macrocycle. Still, this study showed promising results and indicated that sleep quality and fatigue were negatively associated with wETL. Coaches should have that into consideration, especially in the most important mesocycles where every recovery detail (such as sleep quality and fatigue) matter. Therefore, decreases in wETL might be needed to improve sleep quality and decrease fatigue in professional volleyball players. To the best of the authors knowledge, this is a novel finding as research in professional volleyball has only shown associations between ITL and perceptual well-being (Horta et al., 2019; Timoteo et al., 2017). To continue this trending, and since IMU technology shows promising results to monitor jumping metrics, such as jump height and jump count, future studies should explore the long-term associations between ETL data and perceptual fatigue and sleep quality. Regarding the training sessions analysis, athletes reported worse responses on the fatigue item on MD+1. This was expected as this day occurred after a competitive match (i.e., MD). Muscle soreness was also lower on MD, which indicated that athletes were ready for the game that would occur later that day. Finally, volleyball athletes reported worse answers regarding the sleep quality item on MD-1 and MD+1. This could mean different things. First, anxiety of a pre-match situation seems to impact the well-being perception levels by professional athletes which, in the end, will negatively affect their sleep quality (Madrigal & Wilson, 2017). Secondly, the results on post-competition (i.e., MD+1) sleep are an object of controversy. Previous studies, for instance, reported that sport competition did not cause substantial disruption to sleep behaviour in elite footballers (Lalor, Halson, Tran, Kemp, & Cormack, 2018), whereas in a study with professional volleyball athletes sleep was significantly disrupted after a match (Vitale, Banfi, Galbiati, Ferini-Strambi, & La Torre, 2019). Late match start time might be the key factor that could significantly and negatively impact sleep variables for team sport players. Nevertheless, the negative impact that a competitive match might have in sleep quality was faded in the day after MD+1 (i.e., MD-6, or MD-4, or MD-3, depending on the week).

From a practical standpoint, most of the monitoring should occur as part of the normal training and competition process. When a mixed-methods approach (i.e., internal and external measures of training load, fatigue, and well-being) is taken in conjunction with appropriate statistical analyses, coaches can make informed decisions regarding the training process. Approaches such as the use of a traffic light system (i.e., green for good, yellow for caution, and red for danger) to denote an athlete's status can be useful. Moreover, wellness questionnaires responses can be misleading, particularly in athletes that regularly report high or low values, despite the scale often having a normal anchor. A practical recommendation to go around this problem is to compare each response in relation to the degree to which it is above or below normal. Coaches are advised to use a modification of the standard difference score that effectively converts the acute score to a standard deviation from the baseline (Pettitt, 2010).

Albeit the novel findings, the present study is not without limitations. Firstly, we investigated only one volleyball team and, therefore, the results may differ with other teams. Secondly, in volleyball, where the technical movements are frequently repeated, collecting muscle soreness data from different muscle sites might provide important information and a single question about this variable might mask soreness in some areas. Future studies should analyse the impact of a questionnaire that monitor different muscle sites soreness. Lastly, another limitation was the fact that the different game positions were not considered. However, this study presents some strengths, such as the integrative approach applied, which analysed the physiological, psychological, and performance parameters in the same athletes and team. Thus, our study brings some novelties and interesting results like the support to the relationship between perceptual well-being markers (i.e., sleep quality and fatigue) and training load parameters (i.e., ETL).

CONCLUSION

Volleyball training in professional athletes elicit meaningful changes in physiological and perceptual measures of well-being. These changes were evident by progressively decrease of the ITL during the week (i.e., from MD-5 to MD-1) and by the undulatory pattern of the ETL during the week. Moreover, training monotony increased during the microcycles and were associated with decreases in CMJ peak power. The wITL and wETL differences observed between microcycles are due to various travels made and games played against teams of different levels which will influence the number of training sessions during the competitive

period. Finally, the results of the present study indicated that sleep quality and fatigue were negatively associated with wETL. Research with a longer time-frame is needed to understand what differences can be observed across a complete competitive period of professional volleyball athletes.

These results reinforce the need to monitor training load, neuromuscular fatigue, and perceptual well-being in professional volleyball teams during the in-season period. The authors recommend that training loads must be increased progressively, avoiding negative performance effects such as nonfunctional overreaching at the beginning of the season. When looking into a microcycle, training load needs to be lower at the end of the week, maintaining training intensity and with reduced volume.

Disclosure Statement

No potential conflict of interest was reported by the authors.

REFERENCES

- Andrade, D. M., Fernandes, G., Miranda, R., Reis Coimbra, D., & Bara Filho, M. G. (2021). Training Load and Recovery in Volleyball During a Competitive Season. *J Strength Cond Res*, 35(4), 1082-1088.
- Barker, L. A., Harry, J. R., & Mercer, J. A. (2018). Relationships Between Countermovement Jump Ground Reaction Forces and Jump Height, Reactive Strength Index, and Jump Time. *J Strength Cond Res*, 32(1), 248-254.
- Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med*, 2(2), 92-98.
- Brooks, E. R., Benson, A. C., & Bruce, L. M. (2018). Novel Technologies Found to be Valid and Reliable for the Measurement of Vertical Jump Height With Jump-and-Reach Testing. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(10), 2838-2845.
- Charlton, P. C., Kenneally-Dabrowski, C., Sheppard, J., & Spratford, W. (2017). A simple method for quantifying jump loads in volleyball athletes. *J Sci Med Sport*, 20(3), 241-245.

- Claudino, J. G., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D. T., McGuigan, M., Tricoli, V., . . . Serrão, J. C. (2017). The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *J Sci Med Sport*, 20(4), 397-402.
- Clemente, F. M., Silva, A. F., Clark, C. C. T., Conte, D., Ribeiro, J., Mendes, B., & Lima, R. (2020). Analyzing the Seasonal Changes and Relationships in Training Load and Wellness in Elite Volleyball Players. *Int J Sports Physiol Perform*, 15(5), 731-740.
- Cormack, S. J., Mooney, M. G., Morgan, W., & McGuigan, M. R. (2013). Influence of neuromuscular fatigue on accelerometer load in elite Australian football players. *Int J Sports Physiol Perform*, 8(4), 373-378.
- de Freitas, V. H., Ramos, S. P., Bara-Filho, M. G., Freitas, D. G. S., Coimbra, D. R., Cecchini, R., . . . Nakamura, F. Y. (2019). Effect of Cold Water Immersion Performed on Successive Days on Physical Performance, Muscle Damage, and Inflammatory, Hormonal, and Oxidative Stress Markers in Volleyball Players. *J Strength Cond Res*, 33(2), 502-513.
- Fessi, M. S., Zarrouk, N., Di Salvo, V., Filetti, C., Barker, A. R., & Moalla, W. (2016). Effects of tapering on physical match activities in professional soccer players. *J Sports Sci*, 34(24), 2189-2194.
- Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc*, 30(7), 1164-1168.
- Fowles, J. R. (2006). Technical issues in quantifying low-frequency fatigue in athletes. *Int J Sports Physiol Perform*, 1(2), 169-171.
- Freitas, V. H., Nakamura, F. Y., Miloski, B., Samulski, D., & Bara-Filho, M. G. (2014). Sensitivity of physiological and psychological markers to training load intensification in volleyball players. *J Sports Sci Med*, 13(3), 571-579.
- Gabbett, T. J., & Jenkins, D. G. (2011). Relationship between training load and injury in professional rugby league players. *J Sci Med Sport*, 14(3), 204-209.
- Haff, G. G. (2012). Training integration and periodization. In J. Hoffman (Ed.), *NSCA's guide to program design* (pp. 213-249). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44(2), 139-147.
- Harriss, D. J., MacSween, A., & Atkinson, G. (2019). Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2020 Update. *Int J Sports Med*, 40(13), 813-817.

- Hooper, S. L., Mackinnon, L. T., Howard, A., Gordon, R. D., & Bachmann, A. W. (1995). Markers for monitoring overtraining and recovery. *Med Sci Sports Exerc*, 27(1), 106-112.
- Hopkins, W. G. (1991). Quantification of training in competitive sports. Methods and applications. *Sports Med*, 12(3), 161-183.
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*, 41(1), 3-13.
- Horta, T., Bara Filho, M. G., Coimbra, D. R., Miranda, R., & Werneck, F. Z. (2019). Training Load, Physical Performance, Biochemical Markers, and Psychological Stress During a Short Preparatory Period in Brazilian Elite Male Volleyball Players. *J Strength Cond Res*, 33(12), 3392-3399.
- Horta, T., Lima, P., Matta, G., Freitas, J., Miloski, B., Vianna, J., . . . Filho, M. (2020). Training load impact on recovery status in professional volleyball athletes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 26, 158-161.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-Based Training Load in Soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(6), 1042-1047.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S. M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 583-592.
- Issurin, V. B. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Med*, 40(3), 189-206.
- Kellmann, M. (2010). Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scand J Med Sci Sports*, 20 Suppl 2, 95-102.
- Komi, P. V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exerc Sport Sci Rev*, 12, 81-121.
- Lalor, B. J., Halson, S. L., Tran, J., Kemp, J. G., & Cormack, S. J. (2018). No Compromise of Competition Sleep Compared With Habitual Sleep in Elite Australian Footballers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(1), 29-36.
- Lane, A. M., Terry, P. C., Stevens, M. J., Barney, S., & Dinsdale, S. L. (2004). Mood responses to athletic performance in extreme environments. *J Sports Sci*, 22(10), 886-897; discussion 897.

- Lovering, R. M., & De Deyne, P. G. (2004). Contractile function, sarcolemma integrity, and the loss of dystrophin after skeletal muscle eccentric contraction-induced injury. *American journal of physiology. Cell physiology*, 286(2), C230-C238.
- Madrigal, L. A., & Wilson, P. B. (2017). Salivary Hormone and Anxiety Responses to Free-Throw Shooting Competition in Collegiate Female Basketball Players. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 11(3), 240-253.
- Malone, J. J., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J. P., & Drust, B. (2015). Seasonal Training-Load Quantification in Elite English Premier League Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 489-497.
- McLean, B. D., Coutts, A. J., Kelly, V., McGuigan, M. R., & Cormack, S. J. (2010). Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. *Int J Sports Physiol Perform*, 5(3), 367-383.
- Miloski, B., de Freitas, V. H., Nakamura, F. Y., de, A. N. F. C., & Bara-Filho, M. G. (2016). Seasonal Training Load Distribution of Professional Futsal Players: Effects on Physical Fitness, Muscle Damage and Hormonal Status. *J Strength Cond Res*, 30(6), 1525-1533.
- Nicol, C., Komi, P. V., Horita, T., Kyröläinen, H., & Takala, T. E. (1996). Reduced stretch-reflex sensitivity after exhausting stretch-shortening cycle exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 72(5-6), 401-409.
- Pettitt, R. W. (2010). The standard difference score: a new statistic for evaluating strength and conditioning programs. *J Strength Cond Res*, 24(1), 287-291.
- Polglaze, T., & Dawson, B. (1992). The physiological requirements of the positions in state league volleyball.
- Saw, A. E., Main, L. C., & Gastin, P. B. (2016). Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. *Br J Sports Med*, 50(5), 281-291.
- Sayers, S. P., Harackiewicz, D. V., Harman, E. A., Frykman, P. N., & Rosenstein, M. T. (1999). Cross-validation of three jump power equations. *Med Sci Sports Exerc*, 31(4), 572-577.
- Sheppard, J. M., Gabbett, T. J., & Stanganelli, L. C. (2009). An analysis of playing positions in elite men's volleyball: considerations for competition demands and physiologic characteristics. *J Strength Cond Res*, 23(6), 1858-1866.

- Skazalski, C., Whiteley, R., Hansen, C., & Bahr, R. (2018). A valid and reliable method to measure jump-specific training and competition load in elite volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(5), 1578-1585.
- Svendsen, I. S., Gleeson, M., Haugen, T. A., & Tønnessen, E. (2015). Effect of an intense period of competition on race performance and self-reported illness in elite cross-country skiers. *Scand J Med Sci Sports*, 25(6), 846-853.
- Taylor, K.-L., Chapman, D., Cronin, J., Newton, M., & Gill, N. (2012). Fatigue Monitoring in High Performance Sport: A Survey of Current Trends. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 20, 12-23.
- Timoteo, T., Seixas, M., Falci, M., Debien, P., Miloski, B., Miranda, R., & Filho, M. (2017). Impact of consecutive games on workload, state of recovery and well-being of professional volleyball players. *Journal of Exercise Physiology Online*, 20, 130-140.
- Veugelers, K. R., Young, W. B., Fahrner, B., & Harvey, J. T. (2016). Different methods of training load quantification and their relationship to injury and illness in elite Australian football. *J Sci Med Sport*, 19(1), 24-28.
- Vitale, J. A., Banfi, G., Galbiati, A., Ferini-Strambi, L., & La Torre, A. (2019). Effect of a night game on actigraphy-based sleep quality and perceived recovery in top-level volleyball athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 265-269.
- WorldMedicalAssociation. (2008). Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *WMJ*, 54, 122-125.