

Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

2023

Análise da carga interna e externa e seus efeitos agudos e crônicos em atletas profissionais de voleibol do sexo masculino.



PPGRDF
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
REABILITAÇÃO E DESEMPENHO FUNCIONAL
FMRP-USP

Marcel Frezza Pisa

TESE



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

MARCEL FREZZA PISA

**Análise da carga interna e externa e seus efeitos agudos e crônicos em
atletas profissionais de voleibol do sexo masculino**

Ribeirão Preto

2023

MARCEL FREZZA PISA

Análise da carga interna e externa e seus efeitos agudos e crônicos em atletas profissionais de voleibol do sexo masculino

Versão Original

Tese apresentada ao Programa de Reabilitação e Desempenho Funcional da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Educação Física

Orientador: Prof. Doutor Enrico Fuini Puggina

Ribeirão Preto

2023

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Assinatura: _____ Data ____/____/____

Catálogo da Publicação

Serviço de Documentação da Faculdade de Medicina

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Pisa, Marcel Frezza

Análise da carga interna e externa e seus efeitos agudos e crônicos em atletas profissionais de voleibol do sexo masculino. Ribeirão Preto, 2023.

109 p. : il. ; 30 cm

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Área de concentração: Educação Física.

Versão Original

Orientador: Puggina, Enrico Fuini

1. Voleibol. 2. Carga Interna. 3. Carga Externa. 4. Efeito Agudo. 5. Efeito Crônico.

Nome: Marcel Frezza Pisa

Título: Análise da carga interna e externa e seus efeitos agudos e crônicos em atletas profissionais de voleibol do sexo masculino

Tese apresentada ao Programa de Reabilitação e Desempenho Funcional da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo exigido para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Educação Física

Orientador: Prof. Doutor Enrico Fuini Puggina

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha família, aos meus pais Geraldo e Silvana por todo suporte em toda minha vida e durante toda a jornada acadêmica, desde a graduação, passando pelas especializações e pós graduações, sempre me apoiando e incentivando a buscar mais conhecimento.

À minha nova família que está se formando, minha noiva Letícia por toda paciência, apoio, companheirismo durante todo o processo e a nossa filha Sofia que veio como um lindo presente, transformando nossos dias e trazendo felicidade para nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente aos meus pais, *Geraldo e Silvana*, por todos os esforços realizados para que eu e meus irmãos conseguíssemos concluir nossas graduações em nível superior e, posteriormente, pelo apoio recebido durante os anos de pós graduação. A minha irmã mais velha, *Lícia*, por ser a primeira Doutora na família e servir como exemplo e ao meu irmão *Samuel* por sempre mostrar, mesmo sem saber, novas possibilidades. À minha noiva *Letícia* pela paciência nos momentos de ausência, por todo apoio durante a jornada e a nossa filha *Sofia* por ser o combustível em nossas vidas e por toda felicidade que nos proporciona. Aos meus sogros *Ricardo e Márcia* que me acolheram neste último ano e contribuíram diretamente para que esse trabalho pudesse ser concluído.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Doutor *Enrico Fuini Puggina*, por me acompanhar desde o mestrado, por ser peça fundamental para o ingresso no programa de doutorado, por todo conhecimento e oportunidades compartilhados e pela compreensão em todos os momentos atribulados em virtude da rotina de trabalho realizada em conjunto com as demandas da pós graduação. O senhor tem toda minha admiração tanto profissional quanto pessoal e nunca esquecerei as indisposições que enfrentou para meu ingresso no programa.

Ao amigo *Matheus Norberto*, preparador físico da equipe Vôlei Ribeirão que foi peça fundamental para que essa pesquisa fosse possível com uma equipe de 1ª divisão à nível nacional. Agradeço o treinador da equipe, *Marcos Pacheco*, por me permitir fazer parte do dia-a-dia da equipe durante o período da pesquisa e permitir que os atletas participassem das coletas mesmo estando em período competitivo da temporada.

Aos colegas de grupo de estudos (GEDEFITE) pelo auxílio intelectual durante as discussões dos temas de pesquisa e contribuição na confecção dos estudos que compõe esta tese, em especial ao *Arthur Zecchin e Ricardo Bizam Filho (Janela)* pelo auxílio nas coletas e nas demandas de estudo.

Não poderia deixar de agradecer a todos os atletas que, voluntariamente, se disponibilizaram a participar das coletas e sempre foram solícitos nas intervenções realizadas.

Agradeço, também, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), ao Programa de Pós Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional (PPGRDF) da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP/USP) por toda estrutura fornecida, pelo excelente corpo docente e disciplinas oferecidas que contribuíram diretamente para a conclusão deste trabalho.

Sem a participação destes este trabalho seria apenas um devaneio. Agradeço imensamente a todos, sem vocês nada disso seria possível.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino.”

(Sigmund Freud)

Pisa, MF. Análise da carga interna e externa e seus efeitos agudos e crônicos em atletas profissionais de voleibol do sexo masculino. [Tese]. Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. 2023. 108f

RESUMO

O processo de treinamento esportivo envolve a combinação e manipulação do volume, intensidade, densidade e frequência do treino. Recentemente, essas variáveis foram agrupadas em um único marcador denominado de carga de treinamento (CT), sendo posteriormente desmembrado em carga interna (CI) e carga externa (CE). A melhora da performance esportiva depende do balanço entre a potenciação e a fadiga e, o efeito da carga de treinamento pode ser analisado na sua manifestação aguda ou crônica. Porém, não se tem registros sobre o efeito da CT aguda ou acumulada no desempenho físico dos atletas e se o aumento ou a redução da CT tem o potencial de afetar o desempenho motor. A presente tese foi dividida em três estudos com o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre as CIs e CEs experienciadas por atletas profissionais de voleibol masculino, e analisar os efeitos agudos e crônicos sobre desempenho motor e recuperação. **Estudo 1** - Os objetivos desta revisão sistemática foram (a) sintetizar os valores de CI do voleibol publicados na literatura, (b) verificar a aplicabilidade de diferentes ferramentas para quantificação e monitoramento das variáveis e (c) analisar a similaridade das cargas de treinos e jogos. As ferramentas mais utilizadas para a análise da CI no voleibol são a percepção subjetiva de esforço (PSE), carga da sessão (sPSE). Os estudos analisados indicam que a variação da dinâmica da carga dentro da semana é necessária para permitir a recuperação correta do atleta e a adaptação aos esforços exigidos no voleibol. **Estudo 2** - Os objetivos desta revisão sistemática foram (a) identificar os valores de CE no voleibol descritos na literatura e (b) verificar a aplicabilidade de diferentes métodos de quantificação e monitoramento dessas variáveis durante sessões de treino e jogos. 12 estudos foram incluídos na revisão. As ferramentas mais utilizadas para análise da CE são a gravação de vídeo e posterior contagem de saltos e a utilização de unidade de medidas inerciais. O bloqueador central apresenta maior carga de saltos mais altos, os opostos realizam mais saltos perto da altura máxima, os levantadores têm uma alta demanda de saltos de altura média e as sessões que envolvem bloqueio ou ataque apresentam maior carga de salto. **Estudo 3** - O objetivo deste estudo foi verificar os efeitos agudos e crônicos das CIs e CEs no desempenho motor e estado de recuperação em atletas profissionais de voleibol com a investigação e comparação em dois momentos distintos da temporada. A CI de 11 atletas profissionais foi monitorada durante 7 semanas e nas semanas 3 e 7 foram realizadas análises de CE, estado de recuperação e testes motores antes e após as sessões de treino. Houve efeito da quantidade e frequência de saltos verticais na altura de salto em algumas sessões e influência da CT acumulada no desempenho motor. Conclui-se que os resultados de salto vertical são sensíveis às flutuações da CT e pode proporcionar dados de estado de treinamento, recuperação e a redução da CT em momentos específicos da temporada é eficaz para permitir a recuperação física.

Palavras-chave: Voleibol; Carga Interna; Carga Externa; Efeito Agudo; Efeito Crônico

Pisa, MF. Internal and external load analysis and its acute and chronic effects in professional male volleyball athletes. [Thesis]. Ribeirão Preto. University of São Paulo, Ribeirão Preto Medical School. 2023. 108p

ABSTRACT

The sports training process involves the combination and manipulation of training volume, intensity, density, and frequency. Recently, these variables have been grouped into a single marker called training load (TL) and broken down into internal load (IL) and external load (EL). Improving sports performance depends on the balance between potentiation and fatigue, and the effect of training load can be analyzed in its acute or chronic manifestation. However, there is no record of the effect of acute or accumulated TL on athletes' physical performance and whether increasing or reducing TL has the potential to affect motor performance. This thesis was divided into three studies with the aim of deepening the knowledge of the IL and EL experienced by professional male volleyball players and analyzing the acute and chronic effects on neuromuscular performance and recovery. **Study 1** - The objectives of this systematic review were (a) to synthesize the IL values of volleyball published in the literature, (b) to verify the applicability of different tools for quantifying and monitoring the variables, and (c) to analyze the similarity of training and game loads. The most commonly used tools for IL analysis in volleyball are the rating of perceived exertion (RPE) and session RPE (sRPE). The studies analyzed indicate that varying the load dynamics within the week is necessary to allow the athlete's proper recovery and adaptation to the demands of volleyball. **Study 2** - The objectives of this systematic review were (a) to identify the EL values in volleyball described in the literature and (b) to verify the applicability of different methods for quantifying and monitoring these variables during training sessions and games. Twelve studies were included in the review. The most commonly used tools for EL analysis are video recording and subsequent jump counting and the use of inertial measurement units. Middle blockers have a higher load of higher jumps, opposites perform more jumps near the maximum height, setters have a high demand for medium-height jumps, and sessions involving blocking or attacking show higher jump load. **Study 3** - The aim of this study was to investigate the acute and chronic effects of IL and EL on neuromuscular performance and recovery status in professional volleyball athletes, with investigation and comparison at two distinct times in the season. The IL of 11 professional athletes was monitored for 7 weeks, and in weeks 3 and 7, EL, recovery status, and motor tests were conducted before and after training sessions. There was an effect of the quantity and frequency of vertical jumps on jump height in some sessions, and the accumulated TL influenced motor performance. It is concluded that vertical jump results are sensitive to TL fluctuations and can provide data on training status and recovery. Reducing TL at specific times during the season is effective in allowing physical recovery.

Keywords: Volleyball; Internal Load; External Load; Acute Effect; Chronic Effect.

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CI – Carga Interna

CE – Carga Externa

CT – Carga de Treino

CTTS – Carga Total de Treino Semanal

CTST – Carga Total Semanal de Treino

CTSC – Carga de Treino Semanal Crônica

CTP – Carga de Treino do Período

RCAC – Razão de Carga Aguda/Crônica

PSE – Percepção Subjetiva de Esforço

sPSE / sPSE-CT – Carga Interna da sessão baseada na PSE

Mnt – Monotonia

TQR – *Total Quality Recovery*

EBE – Escala de Bem Estar

CMJ – *Counter Movement Jump*

FC – Frequência Cardíaca

FC_{max} – Frequência Cardíaca Máxima

Trimp – *Training Impulses*

UA – Unidades Arbitrárias

UMI – Unidade de Medidas Inerciais

P1 – Período 1

P2 – Período 2

FIVB – Federação Internacional de Voleibol

LV – Indica o jogador que atua na posição de Levantador

PT - Indica o jogador que atua na posição de Ponta/Ponteiro

OP - Indica o jogador que atua na posição de Oposto

BC - Indica o jogador que atua na posição de Bloqueador Central

LB - Indica o jogador que atua na posição de Líbero

$\Delta\%$ - Delta percentual – diferença percentual entre dois valores

K⁺ - Potássio

Ca²⁺ - Cálcio

Pi – Fosfato Inorgânico

O₂ – Oxigênio

PCr – Fosfocreatina

RCL – Regulatória de Cadeia Leve

PPA – Potenciação Pós Ativação

APPA – Aumento da Performance Pós Ativação

HSP – *Heat Shock Protein*

ÍNDICE DE TABELAS

ESTUDO I

Tabela 1. Síntese dos estudos incluídos nesta revisão.....34

Tabela 2. Descritivo das cargas internas de treino e jogo.....41

ESTUDO II

Tabela 1. Síntese dos estudos incluídos nesta revisão.....61

Tabela 2. Descritivo da carga externa relacionada a quantidade de saltos realizados em treinos e jogos oficiais.....64

ESTUDO III

Tabela 1. Valores de carga interna dos períodos 1 e 2.....78

Tabela 2. Dados de carga interna e externa das semanas de testes (semanas 3 e 7)80

Tabela 3. Dados dos testes motores realizados pré e pós sessões de treino.....81

ÍNDICE DE FIGURAS

ESTUDO I

Figura 1. Busca e seleção dos estudos.....	32
---	----

ESTUDO II

Figura 1. Busca e seleção dos estudos.....	58
---	----

ESTUDO III

Figura 1. Delineamento experimental da pesquisa.....	74
---	----

Gráfico 1. Análise do efeito agudo e crônico da carga de treinamento no desempenho motor dos atletas.....	82
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Caracterização da Modalidade	16
1.2 Evolução no controle das variáveis do treinamento.....	17
1.3 Potenciação e fadiga.....	20
2. OBJETIVOS.....	24
2.1 Objetivos da Tese.....	24
2.2 Objetivos Específicos.....	24
3. APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS.....	25
3.1 ESTUDO I.....	26
3.2 ESTUDO II.....	53
3.3 ESTUDO III.....	70
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
5. CONCLUSÕES.....	99
6. REFERÊNCIAS	100
7. ANEXOS.....	106
7.1 ANEXO I - Comprovante de aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa.....	106
7.2 ANEXO II - Comprovante de publicação do Estudo I.....	107
7.3 ANEXO III - Comprovante de publicação do Estudo II.....	108
7.4 ANEXO IV - Comprovante de submissão do Estudo III.....	109

1. INTRODUÇÃO

1.1. Caracterização do voleibol

O voleibol foi inventado em 1895 por William G. Morgan na Associação Cristã de Moços (ACM) de Holyoke, Massachusetts nos Estados Unidos. Inicialmente chamado de "mintonette", Morgan buscava criar um esporte que fosse menos violento do que o basquetebol e pudesse ser jogado em ambientes fechados. Para isso, buscou referências na rede do tênis, que foi elevada até superar a altura da cabeça de um homem, na habilidade de utilizar as mãos do handebol, a bola do basquete e os *sets*, antes chamados de entradas, do beisebol. O jogo evoluiu rapidamente, se espalhou pelos colégios da ACM ao redor do mundo, principalmente na Ásia e, logo ganhou popularidade em escolas e clubes esportivos (1).

As regras originais do voleibol eram simples, com uma rede baixa e um número ilimitado de jogadores por equipe. No entanto, ao longo do tempo, as regras foram aprimoradas para promover a competitividade e a segurança dos jogadores. Em 1916, foram estabelecidas as primeiras regras oficiais, padronizando a altura da rede e limitando o número de jogadores em seis por equipe. Desde então, as regras continuaram a evoluir, abordando aspectos como a delimitação de três toques, rotações e substituições (2,3).

O sistema de pontuação no voleibol também passou por mudanças ao longo do tempo. Inicialmente, os jogos eram decididos em 21 pontos, depois em 15 pontos com apenas o time que sacava podendo pontuar. No entanto, em 1998, o sistema de pontuação mudou para o *rally point system*, onde pontos são concedidos a cada jogada, independentemente da equipe que está sacando. Ficou estabelecida a disputa em melhor de 5 *sets*, sem limitação de tempo como em outros esportes, sendo os 4 primeiros *sets* de 25 pontos e o quinto *set* de 15 pontos, conhecido como *set* desempate ou *tie break*. Essa mudança tornou o jogo mais dinâmico, emocionante e imprevisível (3).

As posições de jogo no voleibol são divididas em levantadores, atacantes pelo lado esquerdo (pontas/ponteiros), atacantes pelo direito (opostos), bloqueadores centrais e líberos. Cada posição exerce funções diferentes com padrões de movimento diferentes (4), por exemplo, como observado por Shepard *et al.*, (5) pelas características antropométricas

diferentes e frequência diferente de saltos de ataque e bloqueio por *set* entre as diferentes posições.

Embora o tamanho da quadra de voleibol possa ser considerado pequeno com 81 m² em cada campo de jogo, os jogadores percorrem cerca de 1757 ± 462 metros em um jogo com 4 *sets* (6), realizando deslocamentos curtos e rápidos, representados pela característica dos *rallies*, que tem duração média de 4 a 10 segundos (7). Essa demanda associada a duração das partidas (60 a 90 minutos) sugere que os atletas de voleibol devem ter o sistema energético da via da creatina fosfato e o sistema glicolítico bem desenvolvidos, bem como a capacidade oxidativa (8,9). Considerando a especialização das diferentes posições de jogo no voleibol e as diferentes funções dos jogadores, é provável que existam diferentes características fisiológicas entre as posições dos jogadores (5).

O fato de haver uma rede dividindo ao meio a quadra, além da especificidade de suas regras que, por exemplo, não permitem que o atleta segure a bola, faz com que o esporte seja caracterizado por golpes na bola, deslocamentos multidirecionais e variedade de saltos verticais, trazendo características únicas, como a velocidade do jogo, a habilidade de atacar a bola com força e precisão e a importância da comunicação entre os jogadores. Além disso, o esporte valoriza a agilidade, a resistência física e a capacidade de adaptação às situações de jogo em constante mudança (2).

1.2. Evolução no controle das variáveis do treinamento

Na história do treinamento esportivo, os objetivos do treinamento sempre estiveram voltados para melhorar ou manter a performance física. Para isso, diferentes estratégias de treinamento e tipos de sessões de treino foram desenvolvidas ao longo dos anos (10). No século XX, os principais achados sobre o treinamento físico se desdobraram sobre a relação do treinamento com melhora da força muscular, levando à melhora de várias medidas de saúde, aptidão física e não prejudicando a velocidade ou a amplitude de movimento articular (11). A partir desses achados, duas principais respostas de interesse tornaram-se alvos: o desempenho físico e os resultados relacionados à saúde (12). O balanço entre a melhora do desempenho físico e a manutenção das condições de saúde são importantes para preparar atletas para as frequentes e substanciais exigências de uma

temporada de treinamento e competição (13).

O processo de treinamento esportivo envolve a combinação e manipulação do volume de treinamento, intensidade e frequência (14), recentemente essas variáveis foram agrupadas em um único marcador denominado de “carga de treinamento” (CT) (15). A quantidade de estresse fisiológico e biomecânico que é experienciado e tolerado pelos atletas direciona as adaptações induzidas pelo treinamento e adaptações positivas no desempenho físico tem sido observadas quando são empregadas cargas de treinamento moderadas a altas (16). Por outro lado, cargas altas ou não toleradas pelo atleta, quando utilizadas durante certo período de tempo, podem aumentar a probabilidade de fadiga acumulada, prejudicar o bem-estar e aumentar o risco de lesão ou doença (17,18). Nesse sentido, para a melhora da performance esportiva o estímulo ao qual o atleta é exposto deve ser suficiente para exceder a capacidade física atual, mas, não tão alto ao ponto de ocasionar danos à saúde física, fisiológica e mental, sendo essencial a progressão gradual da carga (19).

Incrementos agudos ou crônicos no desempenho físico são objetivos do treinamento tanto na área esportiva quanto na área clínica. As melhorias crônicas resultam da implementação de métodos de treinamento a longo prazo, geralmente por meio de estratégias de periodização do treinamento (20). Por outro lado, melhorias agudas podem ser desencadeadas pelo uso de uma ampla variedade de estratégias físicas ou psicológicas antes e durante de sessões de treinamento ou competições esportivas (21).

Nos últimos anos, para o melhor entendimento dos efeitos da carga de treino, termos como carga interna (CI) e carga externa (CE) foram introduzidos na ciência dos esportes (16). Resumidamente, CE de treinamento pode ser definida como o esforço físico efetivamente realizado pelo atleta durante o treino, correspondendo a “o que o atleta faz/fez” e que pode ser observado e quantificado. O conceito de CI de treinamento pode ser entendido como as respostas internas experienciadas pelo atleta durante a sessão de treinamento ou jogo, e pode ser avaliada por medidas fisiológicas, bioquímicas e psicológicas (22).

Ambas medidas fornecem diferentes informações para treinadores e cientistas do esporte, sendo assim, entender a relação entre medidas de CI e CE é importante para o entendimento da natureza da dose-resposta nas adaptações aos estímulos de treinamento e

das competições em esportes individuais ou coletivos (12,23,24). Cientistas do esporte tem se empenhado para melhor entender os efeitos da CT e em como manipular os esforços realizados durante a temporada de treinamento nas manifestações da performance, saúde, bem estar e lesões (25,26).

A análise da relação entre a CI e a CE relacionada à quantidade de saltos realizados nas sessões de treino de voleibol apresenta correlação pequena a moderada (27–29). O voleibol é um esporte que exige diferentes tipos de saltos e movimentações que apresentam demandas fisiológicas e bioquímicas distintas, além disso, fatores como carga cognitiva, a intervenção do treinador e a relação de intermitência dos esforços influenciam a intensidade percebida na sessão (30,31) e podem explicar as divergências na relação da quantidade de saltos verticais e a sua representação na CI.

A duração e a densidade da sessão parecem influenciar tanto a percepção subjetiva de esforço (PSE) quanto a carga de treino da sessão (sPSE) e em sessões mais longas, os valores de sPSE não refletem aumento proporcional da fadiga, possivelmente pela diminuição da densidade dos estímulos com maior tempo de recuperação. Portanto, embora, no planejamento semanal algumas sessões apresentem maior duração, os jogadores conseguem se recuperar melhor durante a sessão pela menor densidade apresentada. Assim, os valores de sPSE não podem não revelar aumento da fadiga proporcional ao aumento da duração do treinamento (27). Outra questão a ser investigada é se a CI monitorada pela sPSE apresenta relação com a fadiga neuromuscular dos atletas (28).

O efeito da CT pode ser analisado na sua manifestação aguda (29) ou crônica (32,33). Adaptações crônicas são alcançadas devido a acumulação dos efeitos agudos das sessões de treino, por isso, monitorar os efeitos agudos permite avaliar se esses resultados indicam uma adaptação crônica ou apenas um efeito agudo transitório positivo ou negativo. Para verificar essa tendência, um período de descanso (poucos dias à uma semana) pode ser adicionado durante as avaliações. Outra maneira de verificar efeitos agudos negativos e não crônicos é mensurar a fadiga antes e após o treino, entendendo essa medida como uma integração entre um efeito agudo/crônico com fatores individuais e contextuais. A diferença entre a fadiga pré e pós treino representa o efeito agudo do treinamento (22).

1.3. Potenciação e Fadiga

No voleibol, a altura de salto vertical é uma importante medida de performance, sendo relacionada ao sucesso em ações de ataque, bloqueio, saque e levantamento (34,35). Estratégias de aquecimento e ativação muscular podem aumentar, de forma aguda, a capacidade de salto vertical (36). Esse fenômeno pode ser influenciado por diversas vias como pelo aumento da sensibilidade ao cálcio (Ca^{2+}) em associação com a fosforilação da miosina regulatória cadeia leve (RCL) em fibras tipo II, aumentando o recrutamento de unidade motoras de alto limiar, alternado padrões de ativação neural, modificando o ângulo de penação, transmitindo força para tendões, ossos (37,38) e aumentando a temperatura muscular (39) em um fenômeno conhecido como potenciação pós ativação (PPA) e/ou aumento da performance pós ativação (APPA) (21).

A fosforilação da miosina RCL causa uma modificação na conformação das pontes cruzadas, levando as cabeças globulares a se aproximar mais dos filamentos finos de actina. Essa proximidade aumenta a probabilidade de interação entre as proteínas contráteis, o que, por sua vez, pode resultar em um maior número de conexões entre os filamentos e, como consequência, um aumento na geração de tensão (40). A fosforilação da miosina RCL é mediada pela enzima quinase da miosina RCL, que é ativada pelo complexo cálcio/calmodulina, que, por sua vez, é formado quando o Ca^{2+} é liberado pelo retículo sarcoplasmático (RS). Por isso, acredita-se que o Ca^{2+} tenha um importante papel na potenciação da atividade muscular (38).

A PPA é definida como uma resposta contrátil muscular aumentada para um determinado nível de estimulação após uma contração voluntária intensa, que é medida como a força máxima de contração evocada pela estimulação elétrica supra máxima (41). A PPA possui tempo de efeito curto, geralmente menor que 3 minutos, e pico de desempenho entre 6 a 10 minutos (21), por isso, o papel do PPA no desempenho esportivo tem sido recentemente debatido com a proposta de um termo alternativo, denominado aumento da performance pós-ativação (APPA) (42). A utilização do termo APPA está associado ao aumento voluntário de desempenho em contrações musculares realizadas sem a necessidade de confirmação pelos métodos clássicos de PPA (21) e advém de outros potenciais

mecanismos como o aumento da temperatura muscular, aumento da quantidade de água, aumento no recrutamento de unidades motoras e aumento da excitabilidade ou sincronia de disparo dos neurônios motores em intervalos de tempo mais longos (> 5 minutos) (21,42), estando, portanto, mais associado a realidade da melhora de desempenho no ambiente da prática esportiva.

A melhora aguda da performance física pode ser entendida como manifestação dos efeitos da PPA e/ou APPA. Enquanto a PPA é mensurada após estímulo de alta intensidade seguido de verificação por estimulação elétrica, a APPA pode ser verificada quando há melhora na performance, geralmente, advindas de aumento na taxa de desenvolvimento de força ou força durante contrações dinâmicas de maior velocidade, sem ser necessário a confirmação por estimulação elétrica, sendo característico uma janela de ação mais longa que na PPA (21).

É importante citar que atletas de voleibol profissional realizam, geralmente, de 60 a 120 saltos por sessão de treino. O grande número de repetições de esforços máximos ou próximos do máximo, pode provocar um alto grau de fadiga neuromuscular e/ou central, que pode levar a redução da capacidade do músculo para realizar ações voluntárias e necessitando de longos períodos de recuperação (~ 48 horas) (43,44). O nível de fadiga do atleta é a representação da quantidade acumulada de fadiga durante os vários dias anteriores, enquanto as medidas agudas refletem o caos interno e os ajustes fisiológicos provenientes da tarefa fatigante (45).

A fadiga neuromuscular pode estar relacionada a diversas alterações nos processos fisiológicos que controlam o sistema nervoso central (SNC) ou a função muscular. No entanto, geralmente é avaliada medindo as forças musculares voluntárias e as evocadas artificialmente durante contrações musculares isométricas. A fadiga neuromuscular periférica se refere a deficiências que ocorrem no músculo distal à junção neuromuscular durante o exercício. Essa deficiência pode ser quantificada como uma redução na resposta de contração involuntária em repouso quando estimulada pelo tecido nervoso. Por outro lado, a fadiga neuromuscular central é causada pela incapacidade do SNC de ativar o músculo até o nível necessário durante a contração voluntária e isso também pode ser quantificado como uma redução na ativação voluntária (43,45).

Sobre a fadiga periférica, Wan et al. (46) apontam alguns fatores do metabolismo muscular que podem contribuir para a instalação da fadiga como o aumento da concentração de Ca^{2+} , amônia, potássio (K^+), fosfato inorgânico (Pi) e redução da disponibilidade de oxigênio (O_2). O aumento de K^+ extracelular e diminuição intracelular provoca despolarização sustentada da membrana sarcoplasmática, diminui o potencial de ação e a velocidade de condução. O acúmulo de Pi dificulta a transição das pontes cruzadas, aumenta a liberação de Ca^{2+} no RS e diminui a sensibilidade ao Ca^{2+} . A diminuição da disponibilidade de O_2 pode contribuir para a instalação da fadiga mais rapidamente pela diminuição da taxa de ressíntese da fosfocreatina (PCr) mas, seu reestabelecimento ocorre de maneira rápida (< 30 segundos) após a reperusão sanguínea (43).

A fadiga central provoca diminuição da contração muscular voluntária e está relacionada com a fadiga do motoneurônio (43,45,46). A ativação repetitiva leva a diminuição da excitabilidade da entrada sináptica excitatória, ao aumento de disparo dos nervos aferentes III e IV e a diminuição de disparo dos fusos musculares, esses fatores aumentam a inibição pré-sináptica e diminuem o disparo do motoneurônio (46). Por outro lado, a contração muscular aumenta a expressão de substâncias envolvidas na adaptação do organismo ao estresse da fadiga. Uma dessas substâncias são as proteínas de choque térmico (*heat shock protein*, HSP), com destaque para a HSP25 que está diretamente envolvida na estabilização da estrutura muscular e reparo de proteínas musculares danificadas, bem como na diminuição da apoptose das células musculares (47)

A melhora da performance depende do balanço entre a potenciação e a fadiga, assim, só haverá aumento de desempenho quando a APPA exceder a fadiga, se o oposto ocorrer, a performance diminuirá (40). Esse paradigma é representado no modelo *fitness-fatigue*, onde a preparação do atleta pode ser avaliada com base nos principais efeitos posteriores do treino: aptidão física e fadiga, e, nesse modelo, sugere-se que a aptidão física e a fadiga demonstram uma relação inversa. Portanto, nos mostra que estratégias que maximizam a aptidão física e minimizam a fadiga terão maior potencial para otimizar a preparação do atleta (48). Neste modelo, o estresse neuromuscular e metabólico está diretamente ligado a especificidade do exercício, se o atleta está cansado a ponto de não conseguir executar o exercício (salto vertical) com a mesma qualidade, no entanto, ele

ainda pode realizar outros exercícios que exijam outros movimentos ou demandas metabólicas (49).

Nesse sentido, o treinamento no voleibol deve ser direcionado para otimizar a altura de salto e a resistência aos esforços intermitentes, promovendo adaptações metabólicas e estruturais que permitam manter o desempenho físico até o final das partidas, retardando o aparecimento da fadiga (35).

Os aumentos progressivos na carga durante as semanas de treinamento, provavelmente, proporcionarão acúmulo excessivo de fadiga e sobrecarregarão o sistema neuroendócrino. Este cenário reduz o estímulo à adaptação e leva à concentrações hormonais circulantes adversas (50). No entanto, redução na carga de treino em conjunto com um ambiente anabólico ideal pode, potencialmente, melhorar o desempenho do atleta (51).

Pesquisadores tem se dedicado a verificar as CTs realizadas no voleibol masculino profissional, para tanto, tem-se utilizando diversos delineamentos experimentais. Uma forma de análise utilizada é monitorar a CT em relação aos dias anteriores ou posteriores ao dia do jogo. No voleibol, foram observados padrões semanais de carga com as maiores CT sendo realizadas entre 2 a 3 dias antes do jogo e CT menor no dia anterior ou no dia do jogo, possivelmente, para permitir a recuperação adequada e preparar os atletas para o melhor desempenho durante o jogo (26,27,52,53). Porém, não se tem registros sobre o efeito da CT realizada (aguda) ou acumulada (crônica) no desempenho físico dos atletas e se o aumento ou a redução da CT em relação ao dia do jogo está surtindo o efeito esperado.

Sendo assim, a análise e o entendimento dos efeitos agudos e crônicos da CT realizada pelos atletas no desempenho motor se apresenta como uma forte possibilidade de acompanhamento das adaptações advindas do processo de treino, haja vista que, no voleibol atual o desempenho físico na realização de saltos verticais e deslocamentos multidirecionais é fator decisivo para o sucesso nas ações de jogo e para o resultado da partida. Desta maneira, este trabalho se dedicou a buscar as respostas para as seguintes perguntas: Qual a carga interna típica experienciada por jogadores profissionais de voleibol e quais métodos são utilizados para seu monitoramento? Qual a carga externa típica experienciada em por jogadores profissionais de voleibol e quais métodos são utilizados para seu monitoramento? Quais os efeitos agudos e crônicos da carga de treino sobre o

desempenho motor e estado de recuperação dos atletas?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo da Tese

Aprofundar o conhecimento sobre as cargas internas e externas experienciadas por atletas profissionais de voleibol masculino e analisar os efeitos agudos e crônicos sobre desempenho motor e recuperação dos atletas.

2.2. Objetivos Específicos

a) Sintetizar os valores de carga interna no voleibol masculino profissional presentes na literatura científica;

b) Verificar a aplicabilidade de diferentes ferramentas para quantificação e monitoramento dessas variáveis durante as sessões de treino e jogos de voleibol;

c) Analisar se há similaridade entre as cargas internas de treino e jogo, assim, servindo como parâmetro para guiar o planejamento do treinamento esportivo;

d) Identificar os valores de carga externa no voleibol masculino profissional descritos na literatura científica;

e) Verificar se há semelhança entre a carga externa realizada nos treinos e nos jogos;

f) Verificar a aplicabilidade dos diferentes meios de quantificação e monitoramento dessas variáveis durante os treinos e jogos;

g) Verificar os efeitos agudos e crônicos das cargas internas e externas no desempenho motor atletas profissionais de voleibol masculino;

h) Verificar os efeitos agudos e crônicos das cargas internas e externas no estado de recuperação de atletas profissionais de voleibol masculino;

i) Analisar a relação entre a carga externa realizada e a carga interna relatada pelos atletas.

3. APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS

Para a apresentação desta tese foi escolhido o modelo escandinavo a fim de enfatizar os temas que serão tratados de forma direta e acessível. Este modelo segue uma estrutura lógica e organizada com foco na contribuição original da pesquisa, destacando as perguntas centrais e as lacunas no conhecimento existente e quais serão as implicações práticas ou teóricas dos resultados obtidos.

Neste contexto, serão apresentados 3 artigos dos quais 2 se encontram publicados em revistas de seletiva política editorial e podem ser acessados pelos seus DOI (*Digital Object Identifier*) e 1 artigo que já se encontra submetido a revista *Research Quarterly for Exercise and Sport*, fator de impacto 2,6 e aguarda o parecer dos revisores e a decisão editorial. Optei por apresentar os 3 artigos na língua materna em virtude da facilidade de acesso as informações e a disseminação do conhecimento.

As perguntas centrais que nortearam a presente tese são as seguintes: “Qual a carga interna típica experienciada por jogadores profissionais de voleibol e quais métodos são utilizados para seu monitoramento?” (Estudo I), “Qual a carga externa típica experienciada em por jogadores profissionais de voleibol e quais métodos são utilizados para seu monitoramento? (Estudo II) e “Quais os efeitos agudos e crônicos da carga de treino sobre o desempenho motor e estado de recuperação dos atletas?” (Estudo III).

Esta linha de raciocínio segue a lógica de conhecer e identificar padrões de carga de treinamento na modalidade e, possivelmente, servir de parâmetro a ser seguido por treinadores e entusiastas da modalidade e, após melhor entendimento sobre a carga de treinamento no voleibol, verificar o efeito desta no desempenho motor e prontidão atlética, haja vista, que estas variáveis fazem total diferença no resultado da modalidade que, atualmente, demanda esforços de alta intensidade durante todo o jogo.

3.1. ESTUDO I

Carga interna no Voleibol masculino profissional: uma revisão sistemática.

Autores: Marcel Frezza Pisa^a, Arthur Marques Zecchin^a, Leonardo Gaspar Gomes^b, Matheus Norberto^c e Enrico Fuini Puggina^{ab}.

^aPrograma de Pós Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Brasil.

^bEscola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Brasil.

^cPrograma de Pós Graduação em Ciências da Saúde Aplicadas ao Sistema Locomotor. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Brasil.

DOI: 10.23736/S0022-4707.22.12885-9.

Fator de Impacto: 1,7

Link: <https://www.minervamedica.it/en/journals/sports-med-physical-fitness/article.php?cod=R40Y2022N11A1465>

Resumo

Os objetivos desta revisão sistemática são (a) sintetizar os valores de carga interna do voleibol publicados na literatura, (b) verificar a aplicabilidade de diferentes ferramentas para quantificação e monitoramento das variáveis e (c) analisar a similaridade das cargas de treinos e jogos. Esta revisão seguiu as recomendações PRISMA e a busca por artigos foi realizada nas bases de dados Pubmed/NCBI, SportDiscus via EBSCOhost, SciELO e na Biblioteca Brasileira de Teses. 26 estudos cumpriram os critérios e foram incluídos na revisão. As ferramentas mais utilizadas e indicadas para a quantificação, monitoramento e avaliação da carga interna no voleibol são a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE), Percepção Subjetiva de Esforço da Sessão (sPSE) e outras métricas derivadas destes dados. As sessões de treinamento de voleibol variam de 4 a 7 na escala de Borg e sessões com maior quantidade de saltos apresentam carga maior. Os valores de sPSE variam de 51,92 (UA) a 627 (UA) e apresentam cinética ondulatória intra e entre semanas. Valores maiores de carga total da semana são observados no período preparatório do que no período competitivo e os questionários de bem estar e de recuperação se mostram sensíveis ao

aumento das cargas. No voleibol masculino profissional a carga de treinamento parece ser planejada com variações de acordo com o período da temporada e dias da semana. A variação da dinâmica da carga dentro da semana é necessária para permitir a recuperação correta do atleta e a adaptação aos esforços exigidos no voleibol e o aumento da carga entre as semanas pode ser monitorado pela razão de carga aguda/crônica.

Palavras-chave: Voleibol, Desempenho Esportivo, Carga Interna, Percepção Subjetiva de Esforço

Introdução

A prática do voleibol requer muitos esforços físicos nos treinamentos e nos jogos, esses esforços geram diferentes estímulos e, conseqüentemente, adaptações físicas e fisiológicas. Esses esforços podem ser entendidos como a carga relacionada a prática do voleibol. A carga de treino (CT) ou de jogo é entendida em diferentes formas, incluindo a carga externa (CE) que está relacionada com as demandas motoras e a carga interna (CI) que está relacionada com as respostas psicofisiológicas dos atletas para realizar determinada CE (1).

A CE no voleibol é caracterizada pela combinação da repetição de saltos verticais e deslocamentos multidirecionais para cobrir distâncias curtas que exigem potência de membros inferiores e agilidade (2). Esses movimentos tem característica intermitente de alta intensidade e curta duração intercalados com períodos de descanso curtos (3) e são realizados durante longas partidas (4).

A CE pode ser obtida por meio da análise de quantificação de esforços, como número de saltos realizados (5), distância percorrida (6), saltos/minuto, intensidade de salto, descanso entre saltos e unidades arbitrárias (UA) de salto (4). As ferramentas mais utilizadas para quantificação de CE são a gravação da sessão de treino ou jogo em vídeo com contagem manual ou semiautomática dos saltos e a distância percorrida (5–7) e, mais recentemente, o uso de unidades de medidas inerciais (UMI) como acelerômetros e giroscópio sozinhos ou junto com a gravação de vídeo (8).

Contudo, as adaptações induzidas pelo treinamento dependem do estresse fisiológico relativo (carga interna) experienciado pelo atleta (9). A CI pode ser quantificada de diferentes maneiras, como a frequência cardíaca (FC) (10) impulsos de treino (*Trimp*) (11), marcadores bioquímicos (12), percepção subjetiva de esforço (PSE), carga da sessão (sPSE), monotonia, estresse e outras métricas (13). Neste sentido, o equilíbrio entre essas duas medidas de carga determina o estado de fadiga experienciado pelo atleta (14).

O método de *Trimp* é baseado na mensuração da FC com a utilização de um frequencímetro. Primeiramente, foi proposto por Banister (15) e, posteriormente, adaptado por Stagno *et al.* (16) e Edwards (17). Nesse método o tempo de permanência em cada zona de FC, durante cada sessão, é multiplicado por fatores de correção, conforme proposto por Edwards (17): zona 1 – 50 – 60% FC_{max} = fator 1; zona 2 – 60 - 70% FC_{max} = fator 2; zona 3 – 70 – 80% FC_{max} = fator 3; zona 4 – 80 – 90% FC_{max} = fator 4; zona 5 – 90 – 100% FC_{max} = fator 5;

O método da PSE utiliza uma escala de esforço com valores de 0 a 10 ou de 6 a 20, onde 0 ou 6 correspondem a nenhum esforço e 10 ou 20 ao esforço máximo. Aproximadamente 30 minutos após o final de cada sessão, o atleta é questionado e indica quão difícil foi a sessão de treino (13). Para obter o valor da sPSE, o valor da PSE é multiplicado pela duração em minutos da sessão para calcular a carga da sessão. Com esses dados, outras métricas podem ser calculadas como a carga total semana de treino (CTST) que corresponde à soma de todas as cargas de treino da semana; a carga de treino semanal crônica (CTSC), que corresponde média móvel da carga de treino experienciada nas 4 semanas prévias; a razão de carga semanal aguda/crônica (RCAC), que corresponde à CTST dividida pela CTSC; a monotonia semanal de treino (Mnt), cujo valor representa a média de todas as cargas realizadas em todas as sessões da semana dividida pelo desvio padrão (DP) e; o Estresse semanal de treino (*Strain*), que é obtido pela multiplicação da CTST pela monotonia (18).

O conhecimento da demanda física específica relacionada com a CE no voleibol e o que isto representa na CI é um subsídio importante para os treinadores serem capazes de correta e eficientemente planejar o processo de preparação dos atletas para o melhor desempenho e, possivelmente, evitando o aparecimento de lesões que podem comprometer todo o planejamento (19). Isto é relevante, em particular, em esportes coletivos onde a CE

é, frequentemente, similar para todos os atletas e os esforços realizados no treinamento podem não provocar estímulo ou recuperação suficientes para a adaptação fisiológica para todos da mesma maneira. Junto a isso, a CI pode ser influenciada por fatores como lesões, doença, nível de condicionamento físico, estado psicológico e de recuperação, conseqüentemente, estes fatores sugerem que para ter certeza de que cada atleta recebeu o estímulo adequado de treinamento a CI deve ser monitorado e controlada (20).

O sucesso no processo de treinamento e, conseqüentemente, nos jogos de voleibol depende de ajustes que equilibrem a magnitude e distribuição da CT e da recuperação (21). Para a distribuição da CT dentro do planejamento, fatores como a dificuldade do oponente que será enfrentado, jogos dentro ou fora de casa e o número de dias de treino entre os jogos influencia a decisão dos treinadores e representam um problema comum na determinação das cargas durante a fase competitiva (22).

Analisando a CI no voleibol masculino profissional, Duarte *et al.* (23) observou que a sPSE variou de 129 à 784 (UA) durante a temporada de treinamento e Horta *et al.* (24) observou que a CTST variou de 2.981 à 5.942 (UA). A respeito da distribuição da CI em uma temporada de treinamento de voleibol, Clemente *et al.* (25) encontraram que a CTST apresenta distribuição ondulatória e que semanas com cargas maiores tiveram correlação forte com dor muscular de início tardio (DMIT), fadiga e piora na qualidade de sono. Mendes *et al.* (26) encontraram que no período preparatório, semanas regulares e congestionadas apresentam diferenças na CTST e na escala de bem estar dos atletas. Isto está em concordância com o que foi observado em outros esportes como basquetebol (25), *rugby* (27) e futebol (28). Neste sentido, valores de CI variam de acordo com as características, objetivos, duração da sessão de treino e período da temporada, portanto, estabelecer valores de referência para a CI no voleibol masculino profissional é importante para o correto planejamento da temporada.

A quantidade de pesquisas sobre esse tópico tem crescido nos últimos 20 anos e considerando a necessidade de melhor entendimento sobre as cargas relacionadas ao voleibol masculino profissional, os objetivos desta revisão sistemática são (a) sintetizar os valores de CT presentes na literatura científica, (b) verificar a aplicabilidade de diferentes ferramentas para quantificação e monitoramento dessas variáveis durante as sessões de

treino e jogos de voleibol e (c) analisar se há similaridade entre as cargas de treino e jogo, assim, servindo como parâmetro para guiar o planejamento do treinamento esportivo.

Aquisição de Evidências

Esta revisão sistemática foi produzida seguindo as recomendações da declaração PRISMA. A busca por publicações foi conduzida de 28 de março à 20 de maio de 2020 nas bases de dados PubMed/NCBI, SportDiscus via EBSCOhost, SciELO e na Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações utilizando acrônimo PICO para organizar os descritores de busca para pesquisas não clínicas. Foram utilizados os seguintes descritores: (((volleyball OR “indoor Volleyball” [Title]) AND (“physical performance” OR “physical demand” OR “training load” OR “workout load” OR “training dose” OR “load quantification” OR “physiological demand” OR “physiological stress” OR “game load” OR “match load” OR “internal load” OR “workload” OR “rate of perceived exertion” OR “training impulses” OR trimp OR “heart rate”) AND (training OR game OR match OR match-play)))) e seus pares na língua portuguesa.

O *software* Mendeley Desktop (Mendeley Ltd. New York, NY, USA) foi utilizado para a organização das referências bibliográficas, identificação de duplicidades e inspeção dos estudos selecionados.

Seleção dos Estudos

Na busca inicial, um total de 210 artigos e 8 teses foram encontrados (Figura 1). Utilizando o *software* para o gerenciamento das referências as duplicidades foram excluídas, restando 74 estudos com resumo disponível para leitura. 2 avaliadores independentes conduziram a elegibilidade dos estudos e quando houve discordância um terceiro avaliador foi consultado. A elegibilidade seguiu os seguintes critérios de inclusão: (a) artigos originais; (b) resumos disponíveis para leitura; (c) amostra composta por atletas profissionais do sexo masculino; (d) publicações em revistas com processo de revisão por pares; (e) período de publicação de janeiro de 2000 até maio de 2022; (f) teses e dissertações; (g) publicações em inglês e português; (h) estudos que incluíram, pelo menos,

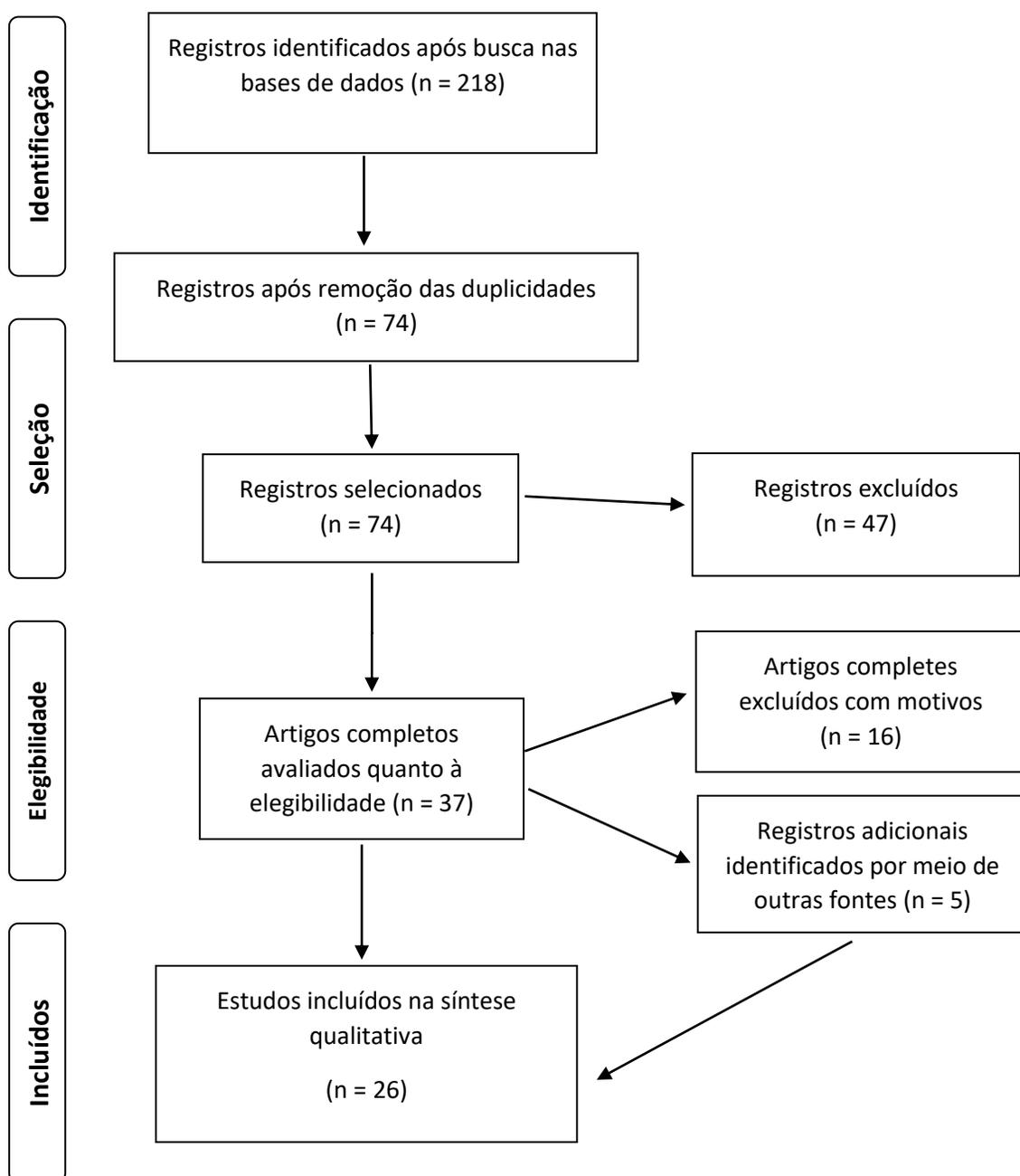
a quantificação de uma variável relacionada com CI no voleibol masculino profissional; e os critérios de exclusão: (a) estudos com atletas do sexo feminino; (b) estudos com atletas amadores ou jovens; (c) resultados obtidos em testes de campo ou laboratório que não caracterizam uma situação real de treino ou jogo; (d) estudos com vôlei de praia ou vôlei sentado; (e) artigos sem categorização da amostra.

Optamos pelo período selecionado (jan./2020 à mais/2022) por compreender o período após as principais mudanças nas regras do voleibol realizadas pela Federação Internacional de Voleibol (FIVB) em 1998 com a inclusão do líbero e a mudança na contagem de pontos (6,29).

Após a seleção dos estudos, foi utilizado o coeficiente de Kappa (Cohen'd) para determinar o grau de concordância no risco do viés de avaliação na elegibilidade dos estudos. O resultado mostrou boa concordância entre os avaliadores ($k = 0,87$; 95% CI [0,80 - 0,93], percentual de concordância = 93,03%) e 37 estudos foram selecionados para leitura completa. Um avaliador realizou a leitura dos estudos. 16 estudos foram retirados, 6 destes eram teses ou dissertações e optamos por incluir seus resultados publicados em artigos científicos e 10 estudos não cumpriram os critérios de inclusão após a leitura detalhada. Na inspeção das referências mais 5 artigos, que não foram alcançados pela estratégia de busca, foram identificados e incluídos. No total, 26 estudos cumpriram os critérios de inclusão para esta revisão.

Síntese de Evidências

A partir de 2013 há um aumento na publicação de estudos investigando as cargas no voleibol, com ênfase no período entre 2017-2020, que contabiliza 69,2% (18) dos estudos incluídos. Nesse cenário, pesquisadores do Brasil (61%) e Portugal (15%) se destacam com a maior quantidade de pesquisas sobre o assunto. Esses países são, atualmente, o 1º e o 54º colocados no ranking de seleções da FIVB (30). Os estudos incluídos nesta revisão sistemática agrupam dados de 381 atletas profissionais masculinos e seus os principais resultados podem ser vistos na tabela 1.

Figura 1: Busca e seleção dos estudos.

A extração dos dados foi realizada pelo mesmo avaliador e o *software* GetData Graphic Digitizer (versão 2.26.0.20) foi utilizado para extração de dados de gráficos quando estes não estavam apresentados no texto ou em tabelas. Devido a heterogeneidade dos métodos e desenhos dos estudos foi utilizado a análise estatística descritiva dos dados optando pela abordagem qualitativa e quantitativa.

Qualidade Metodológica

Os estudos selecionados foram avaliados a respeito do risco de viés e seu peso foi verificado na contribuição para os resultados da presente revisão. Critérios específicos de avaliação, previamente utilizados em outras revisões sistemáticas (31,32) foram utilizados para o desenho deste estudo. Os pontos foram alocados com base em quão bem cada critério foi atingido, até o a pontuação máxima de 9 pontos possíveis (baixo risco de viés).

Nenhum estudo foi excluído devido à baixa pontuação (< 4). 2 estudos (7,7%) atingiram 6 pontos, 4 estudos (15,4%) atingiram 7 pontos, 19 estudos (73%) atingiram 8 pontos e 1 (3,8%) atingiu 9 pontos.

Resultados

Análise da Carga Interna no Voleibol

As ferramentas mais utilizadas para quantificar, monitorar e avaliar a CI podem ser conferidas na tabela 1. Entre as ferramentas para quantificação da CI, análise do *Trimp* nas zonas de FC (10,11,23,33) e a sPSE proposta por Foster *et al.* (13) são as mais utilizadas. Na sPSE o valor da PSE é multiplicado pela duração da sessão e o resultado é dado em unidades arbitrárias (UA). Para analisar a dinâmica em um certo período e a relação com cargas realizadas previamente outras métricas são largamente utilizadas como a CTST, CTSC, RCAC, Mnt e *strain* (11,18, 23,26,34–45).

Avaliações utilizando escala de bem estar e estado de recuperação são, geralmente, utilizadas em conjunto com estas ferramentas, medidas e métricas para melhor entendimento da repercussão da CI, prontidão física e psicológica do atleta.

Tabela 1 – Síntese dos estudos incluídos nesta revisão.

Autores	População	N	Contexto	Ferramentas, medidas e métricas	Resultados
González <i>et al.</i> (33)	1ª divisão Espanha	30	Jogos Oficiais	FC e lactato	As zonas de maior concentração de lactato estão entre 2-8 mmol nos bloqueadores centrais e 0-4 mmol nos líberos.
Lehnert <i>et al.</i> (10)	Atletas profissionais Rep. Checa	6	Treino	FC	Foi confirmado que os valores médios de FC de todo o grupo não dão uma visão adequada da carga de determinados jogadores e podem ser uma fonte de erro no controle do treinamento.
Bara Filho <i>et al.</i> (11)	1ª divisão Brasil	15	Treino	PSE e <i>Trimp</i>	Os esforços no voleibol estão entre 50 a 80% da FC _{máx} . A PSE é mais aplicável em esforços de alta intensidade e curta duração do que a FC.
Andrade <i>et al.</i> (21)	1ª divisão Brasil	15	Treino	PSE	Boa concordância entre a intensidade proposta pelo treinador e a carga percebida pelos atletas. Não houve diferença na CI entre os atletas.
Freitas <i>et al.</i> (44)	1ª divisão Brasil	16	Treino	PSE, sPSE, CTTS, Mtn e <i>strain</i> , RESTQ-Sports, TQR e análises bioquímicas	O desempenho no CMJ não é uma variável sensível à fadiga causada pela intensificação das CTs durante um período pré-competitivo no voleibol, enquanto CK, TQR e RESTQ-Sport mostraram-se medidas sensíveis.
Freitas <i>et al.</i> (34)	1ª divisão Brasil	12	Treino	PSE, sPSE, CTTS, Mtn e <i>strain</i> ,	O programa de treinamento permitiu a progressão de cargas com monotonia abaixo de 2,0.
Faria (12)	1ª divisão Brasil	14	Treino	PSE e sPSE, TQR, Escala de Bem Estar e análises bioquímicas	Os efeitos da CI indicam que o microciclo de redução gradual deve ser desenhado de 1 a 2 microciclos para promover efeitos imuno hormonais satisfatórios no período competitivo
Peñailillo <i>et al.</i> (36)	Seleção Chile	12	Jogos Oficiais	PSE e análises bioquímicas	PSE de jogo é “forte” ou “muito forte” (6-7) na escala de Borg. Há correlação entre os níveis de testosterona pós-jogo e a PSE e jogos de 5 <i>sets</i> aumentam os níveis de cortisol.
Horta <i>et al.</i> (5)	1ª divisão Brasil	15	Treino	PSE e sPSE	O número de saltos verticais bem como as características dos saltos influencia a CI de atletas de voleibol de diferentes posições. Porém, o salto vertical por si só pode não refletir o estresse imposto ao corpo do atleta.
Horta <i>et al.</i> (41)	1ª divisão Brasil	15	Treino	PSE, sPSE e CTTS	Verificou-se que os atletas titulares apresentaram maior CI quando comparados ao grupo de atletas considerados jogadores reservas.

Clemente <i>et al.</i> (43)	1ª divisão Portugal	13	Treino	PSE, sPSE, CTTS e questionário Hooper	O uso da CTTS e a escala de bem-estar apresentam correlação moderada à forte da pré-temporada para o meio da temporada. A combinação de diferentes métodos para monitorar a percepção e o estado de bem-estar do atleta deve ser usada ao longo da temporada.
Mendes <i>et al.</i> (26)	1ª divisão Portugal	13	Jogos Oficiais e Treino	PSE, sPSE e questionário Hooper	Semanas preparatórias, regulares e congestionadas mostraram diferenças na CT e no bem-estar dos jogadores. As variáveis CI, recuperação e desempenho físico mudaram significativamente ao longo de uma temporada profissional de voleibol. Apesar da diminuição da CI durante o principal período competitivo, a correta distribuição da CI semanal parece ser muito importante para garantir a melhor recuperação dos atletas
Debien <i>et al.</i> (3)	1ª divisão Brasil	15	Treino	PSE, sPSE e CTTS, Mtn, strain e TQR	Os jogadores lesionados experimentaram valores mais elevados de RCAC e pior recuperação que os atletas saudáveis. Além disso, o rápido aumento no CTTS e a menor recuperação foram associados a uma maior propensão a lesões.
Timoteo <i>et al.</i> (39)	1ª divisão Brasil	14	Jogos Oficiais e Treino	PSE, sPSE, RCAC, Mtn, strain, TQR e taxa de lesão	Este estudo mostrou uma relação inversa entre CT e estado de recuperação no PP. Estes resultados reforçam a importância do monitoramento de CT e estado de recuperação em equipes profissionais de voleibol durante toda a temporada.
Nogueira <i>et al.</i> (35)	1ª divisão Brasil	15	Treino	PSE, sPSE, CTTS e TQR	Um PP curto no voleibol leva ao aumento da CT, do nível de CK e do estresse psicológico. A CT esteve relacionada ao aumento da CK, sugerindo dano muscular sem aumento do desempenho físico.
Horta <i>et al.</i> (24)	1ª divisão Brasil	12	Treino	PSE, sPSE, RESTQ-Sports e análises bioquímicas	Este estudo mostrou que a medição de CI além da CE pode fornecer informações valiosas sobre a relação da carga com o tendão patelar nesta população.
Rabello <i>et al.</i> (37)	1ª e 2ª Liga Holandesa	18	Jogos Oficiais e Treino	PSE, sPSE e CTTS	A CI variou ao longo da temporada, indicando cargas maiores no PP em relação ao PC no voleibol. Considera-se que a recuperação dos atletas variou de acordo com as cargas e características do período.
Duarte <i>et al.</i> (45)	1ª divisão Brasil	14	Treino	PSE, sPSE, CTTS, TQR e escala de Bem Estar	

Duarte <i>et al.</i> (23)	1ª divisão Brasil	15	Treino	PSE, sPSE e <i>Trimp</i>	O método <i>Trimp</i> provou ser eficaz para o controle da CT durante o treinamento tático. Porém, foi limitado quando comparado ao treinamento técnico. Assim, a utilização da PSE apresenta-se como um método mais confiável nos diferentes tipos de treinamento técnico no voleibol.
Ramos (38)	1ª divisão Brasil	14	Treino	PSE, sPSE, CTTS, Mtn, TQR e análises bioquímicas	Semanas congestionadas tiveram maior CI em comparação com semanas normais, sem diferença nas respostas hormonais. Atletas com menor variação semanal na TQR apresentaram melhor resultado no CMJ.
Faria <i>et al.</i> (40)	Atletas profissionais Brasil	28	Treino	PSE e sPSE	Treinamentos específicos em quadra como treinamento técnico e técnico-tático promoveram maior CI nos atletas do que musculação, principalmente por meio da variável volume.
Lima <i>et al.</i> (4)	1ª divisão Portugal	8	Treino	PSE e sPSE	As maiores CE e CI foram registrados no DJ-2. Enquanto isso, as cargas mais baixas foram registradas no DJ-1. Foram encontradas pequenas correlações positivas entre PSE e sPSE e o número de saltos.
Horta <i>et al.</i> (42)	1ª divisão Brasil	9	Treino	PSE, sPSE, CTTS, TQR e POMS	A CT e o estado de recuperação apresentaram comportamento linear. Os resultados demonstram o processo de acompanhamento do treino realizado, uma vez que a equipa apresentou os seus melhores resultados em termos de estado de fadiga e índice de energia no ponto mais importante da temporada no PCII.
Clemente <i>et al.</i> (18)	1ª divisão Portugal	13	Treino	PSE, sPSE, CTTS, RCAC, Mtn, <i>strain</i> e questionário Hooper	A variável carga apresentou correlação mais forte com marcadores de bem-estar e, no caso particular do segundo terço da temporada, apresentou correlações quase perfeitas com DMIT, sono, fadiga e estresse. A carga aguda pode ser um fator determinante nas variações do bem-estar.

Legenda: CE = carga externa, CI = carga interna, CK = creatina quinase, CMJ = *counter movement jump*, CT = carga de treino, CTTS = carga total de treino semanal, DJ = dia do jogo, DMIT = dor muscular de início tardio, FC = frequência cardíaca, PC = período competitivo, PP = período preparatório, POMS = perfil do estado de humor, PSE = percepção subjetiva de esforço sPSE = percepção subjetiva de esforço da sessão, RCAC = razão de carga aguda/crônica, RESTQ-Sport = *Recovery-Stress Questionnaire for Athletes*, TQR = escala *Total Quality Recovery*, *Trimp* = *training impulses*.

Frequência Cardíaca

Na avaliação da FC Lehnert *et al.* (10) observaram que a FC média variou de 81,1% a 83,1% em treino de jogos simulado com regras modificadas e de 74,8% a 76,9% em treino de jogo simulado com regras oficiais. Bara Filho *et al.* (11) encontraram uma melhor correlação entre a PSE e o *Trimp* proposto por Edwards (1993) do que o proposto por Stagnoi *et al.* (16).

Foi observado que durante o treino técnico-tático, os atletas passaram 25,6% do tempo na zona 1 da FC, 35,8% na zona 2, 26,8% na zona 3, 10,8% na zona 4 e 1% na zona 5. Duarte *et al.* (23) identificaram que no treino técnico os atletas passam maior parte do tempo na zona 2 da FC, na zona 3 em treinos de recepção e nas zonas 3 (35%) e 4 (25%) em treinos táticos. Bara Filho *et al.* (11) e Duarte *et al.* (23) monitoraram 15 atletas por 27 e 8 semanas, respectivamente, enquanto Lehnert *et al.* (10) apenas 6 atletas por 2 semanas.

Carga de treino e de jogo

PSE e suas métricas derivadas se destacam como as ferramentas mais utilizadas nos estudos de CI no voleibol., sendo largamente utilizadas para monitorar a CI em treinos e jogos (23 estudos). Os resultados desta revisão mostram que a CI em jogos, frequentemente, é considerada dentro do cálculo dos valores da CTST e raramente aparece separada ou como uma maneira de comparação de cargas. Os dados dos 345 atletas desta revisão estão apresentados na tabela 2.

A PSE das sessões de treino analisadas foi caracterizada por esforços que variaram entre 3 e 7 na escala de Borg CR10 e 13,9 na escala 6-20. Na pesquisa de Nogueira *et al.* (35), a PSE permaneceu entre 4 e 5 mesmo quando as sessões de treino programadas pelo treinador deveriam ser “fáceis” (< 3) ou “intensas” (> 5).

Analisando os diferentes tipos de sessões de treino, Horta *et al.* (5) encontraram valores de PSE de $3,8 \pm 0,9$ em sessões de treino de “bloqueio + precisão de levantamento” à $6,0 \pm 1,6$ em sessões de treino “tático + precisão de ataque”. Na pesquisa de Faria *et al.* (40), houve diferença ($p < 0,05$) na média da PSE entre sessões de treinamento com pesos

(4.25 ± 0.71), treino técnico (4.47 ± 1.16) e tático (4.96 ± 1.11), mas sem diferenças entre os treinos técnicos e táticos.

A PSE de jogo observada por Penailillo *et al.* (36) foi de $6,4 \pm 1,1$ em jogos de 3 sets e $7,1 \pm 1,6$ em jogos de 5 sets e Mendes *et al.* (26) observaram que jogos em semanas congestionadas tem, significativamente, valor maior de sPSE (364,71 UA) comparados com jogos em semanas regulares (252,97 UA).

Os valores de sPSE encontrados variaram de 51,92 (26) a 627 (UA) (5). Caracterizando as sessões de treinamento, Duarte *et al.* (23) encontraram valores maiores de sPSE em sessões de treino de “bloqueio” ($502,89 \pm 93,93$ UA), “passe-recepção” ($474,68 \pm 156,87$ UA), “tático” ($474,53 \pm 123,7$ UA) e menores em sessões de treino de “defesa” ($259,92 \pm 131,02$ UA). Faria *et al.* (40) constataram diferença ($p < 0,05$) entre sessões de treino “técnico” ($414,11 \pm 234,96$ UA) e “tático” ($395,19 \pm 188,21$ UA) comparado com sessões de treino de força ($242,03 \pm 54,73$ UA). Essa diferença também foi observada na duração das sessões ($88,81 \pm 30,29$ vs $90,20 \pm 26,53$ vs $56,66 \pm 7,46$ minutos, respectivamente).

Sobre a distribuição da sPSE dentro da semana, Mendes *et al.* (26) encontraram valores significativamente maiores ($p < 0,05$) em sessões de treino no dia anterior ao jogo em semanas regulares (304,74 UA) do que em semanas congestionadas (204,40 UA). Ramos (38) observou CTST maior ($p < 0,001$) em semanas congestionadas (6.050 ± 197 UA) comparada com semanas regulares (4.667 ± 456 UA), sem diferença para a Mtn. Os maiores valores de sPSE foram observados em sessões de treino 5 dias antes do jogo (396,54 UA) ou 1 dia após o jogo (399,60 UA) em semanas regulares e 2 dias após o jogo (361,51 UA) em semanas congestionadas. Lima *et al.* (4) encontraram diferença ($p < 0,04$) entre a PSE entre sessões de treino 2 ou 3 dias antes do jogo, embora diferenças entre a sPSE não foram observadas.

Carga Total Semanal de Treino

A CTST quando analisada por um longo período ou durante a temporada inteira de treinamento apresenta distribuição ondulatória e o período inicial ou preparatório (PP) apresenta cargas maiores do que o período competitivo (PC). No estudo de Clemente *et al.*

(43) a CTST variou durante as 36 semanas da temporada competitiva com valores que variaram de $3.185,0 \pm 1.20,6$ (UA) no segundo mês à $1.666,5 \pm 374$ (UA) no último mês. No estudo de Debien *et al* (3) a CTST média foi de 3.733 ± 1.228 (UA) e pico de 5.017 ± 1.006 (UA) na semana 17, demonstrando uma dinâmica ondulatória durante as 36 semanas da temporada. As maiores cargas foram observadas no PP (PP1 = 3.748 ± 472 ; PP2 = 4.588 ± 558 UA) comparadas ao PC (PC1 = 2.858 ± 472 ; PC2 = 3.728 ± 650 UA, $p < 0.05$). Essa distribuição das cargas foi similarmente observada em outros estudos (21,34,39,45).

Por outro lado, Horta *et al.* (24) não encontraram diferença na CTST entre 3 mesociclos durante um período de 19 semanas, com valor médio de CTST de $3.206 \pm 685,5$ (UA), variando de 4.682 (UA) na semana 9 a 1.892 (UA) na semana 11, embora a PSE do PC1 tenha sido maior ($4,41 \pm 0,62$, $p < 0,05$).

Dados interessantes foram apresentados no estudo de Horta *et al.* (41) que mostrou que jogadores titulares apresentam valores maiores de PSE e CTST ($p < 0,05$) comparados com os reservas para o mesmo volume de treinamento, mesmo quando a titularidade ainda não havia sido definida.

Outras métricas relevantes

A RCAC é uma métrica que reflete os incrementos realizados na carga e indica se a CT atingida na semana atual foi proporcional as cargas realizadas nas 4 semanas anteriores e nos estudos analisadas a RCAC variou entre 1,1 a 1,7 (43), 1,0 a 1,14 (39) e média de 1,06 (3).

A Mnt e o *strain* refletem a distribuição da carga dentro da semana e esses valores podem auxiliar os treinadores a melhor entender a magnitude da CT. A Mnt apresenta valores maiores, geralmente, em períodos de treinamento muito intenso em todos os dias da semana. Clemente *et al.* (43) observaram Mnt de 4,3 e Freitas *et al.* (44) 2,5 nos PPs. Interessantemente, no estudo de Clemente *et al.* (43) a Mnt foi maior que 3,4 nos três períodos da temporada, Em contraponto, Freitas *et al.* (34) observaram Mnt entre 1,1 e 1,4 durante 22 semanas de treinamento e Timoteo *et al.* (39) Mnt de 1,31 a 1,4 em 27 semanas.

O *strain* é o produto da sPSE x Mnt e foram observados nos estudos valores variando de 1.924,4 a 2.802,7 (34), 4.674,76 a 5.586,33 (43), em média 5.364,0 (3) e 19.006 (UA) em uma semana de treino muito intensa (44).

Discussão

Com os estudos analisados foi possível verificar que o uso da PSE e sPSE (13) são os métodos e medidas mais utilizadas para quantificação de CI no voleibol masculino profissional. Na análise de dados da PSE foi possível identificar que as sessões de treinamento de voleibol são caracterizadas por esforços moderados a fortes (4 a 7) na escala de Borg CR10 e que sessões de treino “técnico-tático” com maior quantidade de saltos de bloqueio e ataque apresentam maiores valores de PSE.

Os valores de PSE por posição de jogo podem diferir (41) ou não (35) entre os atletas, o que pode estar relacionado às características da amostra, do treino, diferenças nas funções por posição de jogo (2) e a PSE dos atletas pode estar acima ou abaixo daquela planejada, o que deve ser vista com atenção pelos treinadores. Quando os atletas treinam com uma CI menor que a planejada pelo treinador pode indicar um erro no planejamento e comprometer as adaptações ao treinamento, enquanto quando a PSE se apresenta maior do que a planejada pode indicar baixo aptidão física para a tarefa e aumentar o risco de lesão (3).

A respeito das posições de jogos e a PSE, atletas das posições de oposto (OP) e ponta (PT) apresentam valores maiores de PSE durante as sessões de treino mesmo quando realizam menos saltos verticais comparados às outras posições (5). Este fato pode ser atribuído às características das funções do PT, responsável junto com o líbero (LB) pela recepção do saque adversário, uma tarefa que exige grande controle motor e fator de concentração. O OP executa movimentos de ataque com deslocamentos mais longos, frequentemente realiza ataques saltando a partir da zona de defesa e recebe um grande volume de bolas de contra-ataque (2) e, ainda, realiza saltos mais próximos a altura máxima de salto (8,46). Outros fatores como demanda cognitiva, intervenção do treinador e CT acumulada devem ser considerados na análise dos valores de CI (4).

Tabela 2 - Descritivo das cargas internas de treino e jogo.

	Jogo			Treino								
	PSE / sPSE (UA)			PSE			sPSE (UA)			CTTS (UA)		
	3 sets	4 sets	5 sets	Média	DP	Variação	Média	DP	Variação	Média	DP	Variação
Penailillo <i>et al.</i> (36)	6,4 ± 1,1		7,1 ± 1,6									
Mendes <i>et al.</i> (26)		308,84 ± 326,24					320,6	370,2	51,9 – 399,6			
Duarte <i>et al.</i> (23)							397,9	137,6	129,0 – 784,0			
Andrade <i>et al.</i> (21)				4,44	1,48	3,82 – 4,91						
Lima <i>et al.</i> (4)				6,35	1,98	5,59 – 6,79	494,5	311,3	455,8 – 586,0			
Horta <i>et al.</i> (5)				5,50	1,70	3,80 – 6,00	627,0	226,0				
Faria <i>et al.</i> (40)				4,56	0,99	4,25 – 4,96	350,4	159,3	242,0 – 414,1			
Faria, (12)				3,82	0,82	3,80 – 4,48	575,5	209,9	244,6 – 953,3	3.736,8	1.100,5	2.796,3 – 4.317,3
Horta <i>et al.</i> (42)				4,13	0,55					3.206,0	685,5	1.892,0 – 4.682,0
Horta <i>et al.</i> (5)				5,25	0,18					3.844,0	135,0	2.735,7 – 4.938,2
Timoteo <i>et al.</i> (39)				4,41	2,20					3.349,9	2.371,9,	1.341,4 – 5.365,8
Clemente <i>et al.</i> (25)							359,9	243,6	231,2 – 411,3	3.050,5	856,3	1.666,5 – 3.185,0
Horta <i>et al.</i> (41)										4.241,7	915,5	2.981,0 – 5.942,0
Debien <i>et al.</i> (3)										3.733,0	1.228,0	1.644,8 – 5.027,0
Nogueira <i>et al.</i> (35)										3.017,7	945,4	1.078,4 – 4.412,0
Freitas <i>et al.</i> (44)										2.014,7	476,7	1.435,0 – 2.870,0
Freitas <i>et al.</i> (34)										3.162,0	454,7	1.764,0 – 4.427,0
Clemente <i>et al.</i> (18)										1.790,9	363,1	686,0 – 2.620,0
Ramos, (38)										2.611,0	748,9	1.528,4 – 4.246,2
Duarte <i>et al.</i> (45)										5.358,5	326,5	
Rabelo <i>et al.</i> (37)*				13,9	0,70	13,6 – 14,1				3.832,3	648,2	
										8.735,4	1.992,1	7.433,0 – 10.437,0

* autores utilizaram a Escala de Borg 6-20.

Legenda: CTTS = carga total de treino semanal, DP = desvio padrão, PSE = percepção subjetiva de esforço, sPSE = percepção subjetiva de esforço da sessão, UA = unidades arbitrárias.

Embora o número de saltos seja importante para avaliação do estresse orgânico imposto pela CE nos atletas (4,5), outras variáveis como deslocamentos multidirecionais, acelerações, desacelerações (2), tarefas cognitivas e demandas por tomada de decisão (4) devem ser levados em consideração para uma análise mais aprofundada. Provavelmente, devido a isso, sessões de treino de técnica de bloqueio, saque e recepção e treino tático apresentam valores de sPSE maiores comparados com treinos de defesa e de força (12,23).

Em relação a sPSE, os valores obtidos são fortemente influenciados pela duração da sessão (37,40) e, em menor proporção, pelo número de saltos verticais realizados, devido à possibilidade de haver uma relação inversa entre a duração da sessão e a frequência dos saltos, levando a uma diminuição da densidade de carga em sessões mais longas (4).

A CTST, em geral, apresenta cinética ondulatória durante a temporada de treinamento. Essa característica está baseada na tentativa de adaptar estímulos de treinamento a curtos períodos de preparação e longos períodos de competição (47). A sPSE e CTST média variaram entre os estudos analisados devido a heterogeneidade entre os protocolos de pesquisa e, por isso, permanece incerto qual seria a CI acumulada típica para atletas de voleibol. A variação dos resultados pode ser explicada pela diferença de países e equipes onde as pesquisas foram realizadas, temporadas, períodos da temporada, tempo de observação (1 a 36 semanas), as características neuromusculares e aptidão cardiorrespiratória dos atletas (48).

Nos estudos analisados as sessões no início da semana até dois dias antes do dia do jogo, geralmente, são planejadas para ter os maiores valores de sPSE (26), PSE e quantidade de saltos (4,49). Essa característica de redução de CT no final da semana ou antes do dia do jogo, pode ser considerado um *tapering*, que é uma estratégia normal em desportos com longos períodos de competição (50) e esse tipo de distribuição contribui para manter a Mnt < 2 (51). Sobre isso, Clemente *et al.* (43) observou Mnt acima de 3,4 durante toda a temporada e isto foi amplamente correlacionado com DMIT, fadiga e piora nos indicadores de qualidade do sono. No estudo de Timoteo *et al.* (39) houve maior incidência de lesões quando a Mnt ficou por volta de 1,4 e o *strain* por volta de 5.600 (UA).

De acordo com Freitas *et al.* (34) quando a CTST é mantida acima de 4.000 (UA) por semanas consecutivas no voleibol, promove aumento da fadiga e distúrbio nos marcadores bioquímicos comparada com cargas consideradas como normais (~2.000 UA).

No voleibol, jogos em semanas congestionadas apresentam valores maiores de sPSE do que em semanas regulares (26), o que pode ser observado também na CTST (38). A acumulação de jogos aumenta significativamente o *strain*, a fadiga, piora a qualidade do sono em diversos dias da semana e pode explicar o aumento de relatos de DMIT em semanas congestionadas. Além disso, a diminuição da CTST parece não ser suficiente para prevenir distúrbios no bem-estar do atleta em comparação com semanas não congestionadas (26).

De acordo com Clemente *et al.* (43) a competição é um pico de estímulo para os atletas devido às características do estresse físico e psicológico, por isso, devem ser incluídas no processo de monitoramento da CT. Fatores como oponentes melhor ranqueados, viagens longas e poucos dias para treinar impactam diretamente no estresse dos atletas e devem ser considerados no planejamento da CT. Da mesma maneira, jogos contra adversários de mesmo nível que representam uma disputa direta por posições na tabela de classificação ou adversários mais fracos devem servir de parâmetro para planejamento da CT e dias de recuperação para otimizar o desempenho de jogo (22).

Saltos verticais, acelerações e desacelerações são esforços típicos no voleibol e junto com períodos específicos de intensificação da CT, como no PP, promovem acumulação de dano muscular, fadiga (52) e a acumulação de fadiga parece ser sensível aos resultados de questionários de estresse, recuperação e a marcadores bioquímicos, como a creatina quinase (CK). Mas, valores aumentados de CK indicando dano muscular parecem não afetar o desempenho de salto vertical (5,38,44), possivelmente por resistência ao dano muscular induzida pela adaptação a rotina de treinamento do voleibol (53). Os estudos analisados mostram que o PP, podendo ser no início ou no meio da temporada, apresenta cargas maiores em comparação ao PC (3,18,21,39,43,45), devido a isso o controle de carga deve ser rigorosamente realizado nesse período.

Os questionários de bem estar e escala de recuperação para avaliação do estado de recuperação dos atletas são sensíveis às variações na CT durante a temporada e podem auxiliar na redução de ocorrência de lesões. Em períodos em que as maiores CTs são

observadas, resultados negativos também são observados na escala de recuperação e no bem estar dos atletas (3,18,21,43–45,54), especialmente quando o *strain* maior que 6.000 (UA) e Mnt por volta de 1,5 são observados. Esses resultados estão em acordo com o que é sugerido na literatura como sendo altos valores de *strain* (> 6.000 UA), Mnt (~ 2) e RCAC ($> 1,5$) (51,55,56).

Os resultados dos questionários devem ser interpretados com cuidado, desde que eles podem indicar a piora no estado de recuperação, má adaptação ao treinamento e queda no desempenho do atleta em certos períodos, o que parece não ser sensível aos resultados de desempenho de salto vertical (5,38,44) e não conseguem ser atenuado pelo uso de estratégias de recuperação como a crioterapia (57).

Grande parte dos esforços realizados no voleibol ficam entre 50 a 80% da FC_{max} (11,23), entretanto, devido à característica intermitente do esporte como a maioria dos esforços sendo de alta intensidade e curta duração ($\sim 6s$) com intervalos de recuperação ($\sim 27s$) entre as ações (58), esses esforços não estão diretamente relacionados à FC (59). Assim, o monitoramento pela FC parece ser uma ferramenta menos efetiva para quantificar a CI no voleibol e a utilização da PSE e sPSE é sugerida como mais apropriada para essa análise (11,23).

Sobre as limitações desta revisão, a mais importante se relaciona com a heterogeneidade exposta pelos diferentes desenhos de estudos e modelos de treinamento, tornando impossível determinar uma CI típica experienciada pelos atletas. Devido à falta de dados de CI de jogos no voleibol profissional não foi possível afirmar se os valores de carga de jogo equivalem ou não aos valores de CI das sessões de treino, o que permitiria entender se a demanda física e fisiológica do jogo estava sendo atendida no treino. No estudo de Penailillo *et al.* (36), os valores de PSE do jogo ficaram, ligeiramente, acima dos valores médios encontrados nas sessões de treino, mas, como o jogo envolve aspectos psicofisiológicos que vão além do estresse causado nas sessões de treino, não foi possível afirmar se o jogo apresenta CI maior que o treino com a análise de apenas um estudo.

Outra limitação está relacionada aos métodos para quantificar a CI. Todos os estudos buscam o “padrão ouro” para mensura a CI, mas isso é difícil de alcançar. Portanto, quaisquer tentativas de quantificar a CI ou estresse fisiológico são limitadas porque não existe uma fonte de comparação absoluta, precisa e objetiva (59). Sobre as limitações da

análise pela sPSE, a principal está relacionada à diferenciação entre sessões curtas e intensas e sessões longas de intensidade moderada ou baixa que podem apresentar o mesmo valor final de sPSE (60). Por essa razão, é indicado que sejam feitas associações entre a CI e CE. Essa associação pode permitir compreender a capacidade do atleta ou equipe em suportar sessões de treino e/ou competição e, longitudinalmente, pode fornecer informações sobre a adaptação à CT (61,62).

Como pontos fortes temos que esta é a revisão sistemática sobre CI onde houve maior abrangência de estudos, diferentes métodos, medidas e métricas, diferentes períodos de análise e, com isso, foi possível ter uma visão global das características da CI no voleibol profissional masculino.

Conclusões

Como aplicação prática desta revisão sistemática, temos que o uso da PSE, sPSE e as métricas derivadas mostram-se como métodos mais utilizados e eficazes para quantificar a CI, devido ao seu baixo custo, fácil aplicação e grau de confiabilidade.

No voleibol masculino profissional a CT parece ser planejada com variações de acordo com o período da temporada e de acordo com os dias da semana antes e após aos jogos. Para esse planejamento é importante saber que as sessões de treino com exercícios que envolvem “bloqueio + tático” e “ataque + tático” apresentam maior quantidade de saltos, maior CI e devem ser pensados dentro da programação semanal.

A variação da dinâmica da CI dentro da semana é necessária para permitir a recuperação correta e adaptação do atleta aos esforços do voleibol, esse parâmetro pode ser monitorado pela Mnt com valores recomendados por volta de 2,0. O aumento da CI entre as semanas pode ser monitorado pela RCAC e é indicado que os valores fiquem entre 0,8 a 1,5. Quando esses parâmetros não são seguidos há aumento do risco de doenças e lesões, por essa razão, monitorar a repercussão da CI por meio de questionários de bem estar e escala de estado de recuperação parecem ser uma boa estratégia para ser adotada pelos treinadores.

Este trabalho não foi apoiado por nenhuma agência financiadora.

Os autores não possuem conflitos de interesse que possam influenciar o resultado da pesquisa.

Referências

1. IMPELLIZZERI, Franco M.; RAMPININI, Ermanno; MARCORA, Samuele M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Science*, [S. l.], v. 23, n. 6, p. 583–92, 2005. DOI: 10.1080/02640410400021278.
2. SHEPPARD, Jeremy M. The competitive, physiological and trainable aspects of vertical jump performance: a serie of studies on the strenght and conditioning of elite volleyball players. 2009. Edith Cowan University, Austrália, 2009.
3. DEBIEN, Paula B.; MANCINI, Marcelly; COIMBRA, Danilo R.; DE FREITAS, Daniel G. S.; MIRANDA, Renato; BARA FILHO, Mauricio G. Monitoring Training Load, Recovery, and Performance of Brazilian Professional Volleyball Players During a Season. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Estados Unidos, v. 13, n. 9, p. 1182–1189, 2018. DOI: 10.1123/ijsp.2017-0504.
4. LIMA, Ricardo Franco; SILVA, Ana; AFONSO, Jose José; CASTRO, Henrique; CLEMENTE, Filipe Manuel. External and internal Load and their Effects on Professional Volleyball Training. *International Journal of Sports Medicine*, Alemanha v. 41, n. 7, p. 468-474, mai.2020. DOI: 10.1055/a-1087-2183.
5. HORTA, Thiago Andrade Goulart; FILHO, Maurício Gattás Bara; MIRANDA, Renato; COIMBRA, Danilo Reis; WERNECK, Francisco Zacaron. Influência dos saltos verticais na percepção da carga interna de treinamento no voleibol. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, Brasil, v. 23, n. 5, p. 403–406, 2017. c. DOI: 10.1590/1517-869220172305172132.
6. MROCZEK, Dariusz; JANUSZKIEWICZ, Aleksander; KAWCZYNSKI, Adam S.; BORYSIUK, Zbigniew; CHMURA, Jan. Analysis of male volleyball players' motor activities during a top level match. *Journal of Strength & Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 28, n. 8, p. 2297–2305, 2014. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000425.
7. SHEPPARD, Jeremy; GABBETT, Tim; CLAUDIO REEBERG STANGANELLI, Luiz; NEWTON, Robert U. An Analysis of Playing Positions In Elite International Mens' Volleyball: Considerations For Competition Demands And Physiological Characteristics. *Journal of Strength & Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 24, p. 1, 2010. DOI: [10.4.73/01.JSC.0000367211.02914.93](https://doi.org/10.4.73/01.JSC.0000367211.02914.93).
8. LIMA, Ricardo Franco; PALAO, José M.; CLEMENTE, Filipe Manuel. Jump

- Performance During Official Matches in Elite Volleyball Players: A Pilot Study. *Journal of Human Kinetics*, Polônia, v. 67, n. 1, p. 259–269, 2019. DOI: 10.2478/hukin-2018-0080..
9. VIRU, A.; VIRU, M. Nature of training effects. In: GARRET, W.; KIRKENDALL, D. (org.). *Exercise and Sport Sciences*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins, 2000. p. 67–95.
 10. LEHNERT, Michal; STEJSKAL, Pavel; HÁP, Pavel; MIROSLAV, Vavák. Load intensity in volleyball game like drills. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, República Tcheca, v. 38, n. 1, p. 53–58, 2008.
 11. BARA FILHO, Maurício Gattás; DE ANDRADE, Francine Caetano; ALVES NOGUEIRA, Ruan; YUZO NAKAMURA, Fábio. Comparison of different methods of internal load control in volleyball players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, Brasil, v. 19, n. 2, p. 143–146, 2013. DOI: 10.1590/S1517-86922013000200015.
 12. FARIA, Bruno Homem. O efeito da carga de treino nas respostas imuno-hormonais e subjetivas no período competitivo de atletas de voleibol. 2016. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Juiz de Fora, MG, 2016.
 13. FOSTER, Carl. et al. A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength & Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 15, n. 1, p. 109–115, 2001.
 14. VLANTES, Travis G.; READDY, Tucker. Using microsensor technology to quantify match demands in collegiate women’s volleyball. *Journal of Strength & Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 31, n. 12, p. 3266-3278 DOI: 10.1519/JSC.0000000000002208.
 15. BANISTER, E, W. Modeling elite athlete performance. In: *Physiological Testing of High-Performance Athletes*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1991.
 16. STAGNO, Karl M.; THATCHER, Rhys; VAN SOMEREN, Ken A. A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. *Journal Of Sports Sciences*, School of Life Sciences, Kingston University, Kingston upon Thames, Inglaterra. v. 25, n. 6, p. 629–634, 2007.
 17. EDWARDS, S. High Performance Training and Racing. In: *The Heart Rate Monitor Book*. Eight ed. Sacramento, CA: Feet Fleet Press, 1993.
 18. CLEMENTE, Filipe M.; SILVA, Ana F.; CLARK, Cain C. T. T.; CONTE, Daniele; RIBEIRO, Joao João; MENDES, Bruno; LIMA, Ricardo. Analyzing the Seasonal Changes and Relationships in Training Load and Wellness in Elite Volleyball Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Estados Unidos, v. 15, n. 5 p. 731–740, mai. 2020. DOI: 10.1123/ijsp.2019-0251.

19. AFONSO, José; MESQUISTA, Isabel. Determinants of block cohesiveness and attack efficacy in high-level women's volleyball. *European Journal of Sport Science*, Alemanha, v. 11, p. 69–75, 2011.
20. HOFF, Jan; WISLØFF, U.; ENGEN, L. C.; KEMI, O. J.; HELGERUD, J. Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, England, v. 36, n. 3, p. 218–221, 2002. DOI: 10.1136/bjism.36.3.218.
21. ANDRADE, Diana Medeiros; FERNANDES, Gabriela; MIRANDA, Renato; REIS COIMBRA, Danilo; BARA FILHO, Mauricio G. Mauricio G. Training Load and Recovery in Volleyball During a Competitive Season. *Journal of Strength & Conditioning Research*, Estados Unidos, n. October, p. 1, 2018. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002837.
22. KELLY, Vincent G.; COUTTS, Aaron J. Planning and Monitoring Training Loads During the Competition Phase in Team Sports. *Strength and Conditioning Journal*, Estados Unidos, v. 29, n. 4, p. 32–37, 2007.
23. DUARTE, Thiago S.; ALVES, Danilo L.; COIMBRA, Danilo R.; MILOSKI, Bernardo; BOUZAS MARINS, João C. Joao C.; BARA FILHO, Mauricio G. Mauricio G. Technical and Tactical Training Load in Professional Volleyball Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Estados Unidos, v. 14, n. 10, p. 1338-1343, 2019. a. DOI: 10.1123/ijsp.2019-0004.
24. HORTA, Thiago A. G.; BARA FILHO, Mauricio G.; COIMBRA, Danilo R.; MIRANDA, Renato; WERNECK, Francisco Z. Training Load, Physical Performance, Biochemical Markers, and Psychological Stress During a Short Preparatory Period in Brazilian Elite Male Volleyball Players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 33, n. 12, p. 3392–3399, 2019. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002404.
25. CLEMENTE, Filipe Manuel; MENDES, Bruno; BREDT, Sarah da Glória Teles; PRAÇA, Gibson Moreira; SILVÉRIO, André; CARRIÇO, Sandro; DUARTE, Emanuel. Perceived Training Load, Muscle Soreness, Stress, Fatigue, and Sleep Quality in Professional Basketball: A Full Season Study. *Journal of Human Kinetics*, Polônia, v. 67, p. 199–207, 2019. b. DOI: 10.2478/hukin-2019-0002..
26. MENDES, Bruno et al. Daily and weekly training load and wellness status in preparatory, regular and congested weeks: a season-long study in elite volleyball players. *Research in Sports Medicine*, Inglaterra, v. 26, n. 4, p. 462–473, 2018. DOI: 10.1080/15438627.2018.1492393.
27. WEAVING, Dan; DALTON-BARRON, Nicholas; MCLAREN, Shaun; SCANTLEBURY, Sean; CUMMINS, Cloe; ROE, Gregory; JONES, Ben; BEGGS, Clive; ABT, Grant. The relative contribution of training intensity and duration to daily measures of training load in professional rugby league and union. *Journal of*

- Sports Sciences, Inglaterra, v. 38, n. 14, p. 1674–1681, 2020. DOI: 10.1080/02640414.2020.1754725.
28. CAMPOS-VAZQUEZ, Miguel Angel; MENDEZ-VILLANUEVA, Alberto; GONZALEZ-JURADO, Jose Antonio; LEÓN-PRADOS, Juan Antonio; SANTALLA, Alfredo; SUAREZ-ARRONES, Luis. Relationships between rating-of-perceived-exertion- and heart-rate-derived internal training load in professional soccer players: a comparison of on-field integrated training sessions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Estados Unidos, v. 10, n. 5, p. 587–592, 2015. DOI: 10.1123/ijsp.2014-0294.
 29. FIVB, Federação Internacional de Voleibol. Official Volleyball rules: 2017 - 2020. 2020a. Disponível em: http://www.fivb.org/en/refereeing-rules/documents/FIVB-Volleyball_Rules_2017-2020-EN-v06.pdf. Acesso em: 30 abr. 2020.
 30. FIVB, Federação Internacional de Voleibol. FIVB Senior World Ranking – Men. 2020b. Disponível em: <https://www.fivb.com/en/volleyball/rankings/seniorworldrankingmen>. Acesso em: 30 abr. 2020.
 31. SAW, Anna E.; MAIN, Luana C.; GASTIN, Paul B. Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, Inglaterra, v. 50, n. 5, p. 281–291, 2016. DOI: 10.1136/bjsports-2015-094758.
 32. SIMIM, Mário A. M.; DE MELLO, Marco Túlio; SILVA, Bruno V. C.; RODRIGUES, Dayane F.; ROSA, João Paulo P.; COUTO, Bruno Pena; DA SILVA, Andressa. Load monitoring variables in training and competition situations: A systematic review applied to wheelchair sports. *Adapted Physical Activity Quarterly*, Canadá, v. 34, n. 4, p. 466–483, 2017. DOI: 10.1123/apaq.2016-0149.33.
 34. FREITAS, Victor Hugo De; MILOSKI, Bernardo; BARA FILHO, Maurício Gattás. Monitoramento da carga interna de um período de treinamento em jogadores de voleibol. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, Brasil, v. 29, n. 1, p. 5–12, 2015. DOI: 10.1590/1807-55092015000100005.
 35. ANDRADE NOGUEIRA, Francine Caetano De et al. Internal training load: perception of volleyball coaches and athletes. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, Brasil, v. 16, n. 6, p. 638–647, 2014. DOI: 10.5007/1980-10.5007/1980-0037.2014v16n6p638.
 36. PENAILILLO, Luis E. et al. Differences in salivary hormones and perception of exertion in elite women and men volleyball players during tournament. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, Exercise Science*. v. 58, n. 11, p. 1688–1694, 2018. DOI: 10.23736/s0022-4707.17.07681-2.
 37. RABELLO, Lucas M; ZWERVER, Johannes; STEWART, Roy E.; VAN DEN

- AKKER-SCHEEK, Inge; BRINK, Michel S. Patellar tendon structure responds to load over a 7-week preseason in elite male volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Dinamarca, v. 29, n. 7, p. 992–999, 2019. DOI: 10.1111/sms.13428.
38. RAMOS, Maiara F. Monitoramento de carga interna de treinamento no voleibol durante a temporada competitiva: comparação entre períodos com número de partidas diferentes. [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Escola de Artes, Ciências e Humanidades; 2019. doi:10.11606/D.100.2019.tde-08052019-110448.2019.
39. TIMOTEO, Thiago Ferreira; DEBIEN, Paula Barreiros; MILOSKI, Bernardo; WERNECK, Francisco Zacaron; GABBETT, Tim; BARA FILHO, Mauricio Gattas. Influence of Workload and Recovery on Injuries in Elite Male Volleyball Players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 35, n. 3, p. 791-796, 2018. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002754.
40. FARIA BSH, CAMPOS YDAC, TOLEDO HT, MIRANDA R, VIANNA JM, BARA FILHO MG. Comparação da carga de treinamento de atletas profissionais entre modos de treinos específicos do voleibol e de força. *Journal of Physical Education*, [S. l.], v. 31, n. e3110, 2020.
41. HORTA, Thiago Andrade Goulart; COIMBRA, Danilo Reis; MIRANDA, Renato; WERNECK, Francisco Zacaron; BARA FILHO, Maurício Gattás. Is the internal training load different between starters and nonstarters volleyball players submitted to the same external load training? A case study. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, Brasil, v. 19, n. 4, p. 395–405, 2017. DOI: 10.5007/19800037.2017v19n4p395.
42. HORTA, Thiago Andrade Goulart et al. Training load impact on recovery status in professional volleyball athletes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, Brasil, v. 26, n. 2, p. 158–161, 2020. DOI: 10.1590/1517-869220202602209364.
43. CLEMENTE, Filipe M. et al. Seasonal player wellness and its longitudinal association with internal training load: study in elite volleyball. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Itália, v. 59, n. 3, p. 345–351, 2019. a. DOI: 10.23736/S0022-4707.18.08312-3.
44. FREITAS, Victor H.; NAKAMURA, Fabio Y.; MILOSKI, Bernardo; SAMULSKI, Dietmar; BARA-FILHO, Mauricio G. Sensitivity of physiological and psychological markers to training load intensification in volleyball players. *Journal of Sports Science & Medicine*, Turquia, v. 13, n. 3, p. 571–579, 2014.
45. DUARTE, Thiago Seixas et al. Monitoring training load and recovery in volleyball players during a season. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, Brasil, v. 25, n. 3, p. 226–229, 2019. b. DOI: 10.1590/1517-869220192503195048.

46. SKAZALSKI, Christopher; WHITELEY, Rod; BAHR, Roald. High jump demands in professional volleyball-large variability exists between players and player positions. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Dinamarca, v. 28, n. 11, p. 2293–2298, 2018. DOI: 10.1111/sms.13255.
47. LYAKH, Vladimir; MIKOŁAJEC, Kazimierz; BUJAS, Przemysław; WITKOWSKI, Zbigniew; ZAJĄC, Tomasz; LITKOWYCZ, Ryszard; BANYŚ, Damian. Periodization in Team Sport Games - A Review of Current Knowledge and Modern Trends in Competitive Sports. *Journal of Human Kinetics*, Polônia, v. 5, n. 54, p. 173–180, 2016. DOI: 10.1515/hukin-2016-0053.
48. MILANEZ, Vinícius F.; PEDRO, Rafael E.; MOREIRA, Alexandre; BOULLOSA, Daniel A.; SALLE-NETO, Fuad; NAKAMURA, Fábio Y. The role of aerobic fitness on session rating of perceived exertion in futsal players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Estados Unidos, v. 6, n. 3, p. 358–366, 2011. DOI: 10.1123/ijsp.6.3.358.
49. GARCÍA-DE-ALCARAZ, Antonio; RAMÍREZ-CAMPILLO, Rodrigo; RIVERA-RODRÍGUEZ, Miguel; ROMERO-MORALEDA, Blanca. Analysis of jump load during a volleyball season in terms of player role. *Journal of Science and Medicine in Sport*, Austrália, v. 23, n. 10, p. 973–978, 2020. DOI: 10.1016/j.jsams.2020.03.002.
50. ISSURIN, Vladimir B. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Medicine*, Nova Zelândia, v. 40, n. 3, p. 189–206, 2010. DOI: 10.2165/11319770-000000000-00000.
51. FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Estados Unidos, v. 30, n. 7, p. 1164–1168, 1998. DOI: 10.1097/00005768-199807000-00023.
52. HORITA, T.; KOMI, P. V; NICOL, C.; KYRÖLÄINEN, H. Effect of exhausting stretch-shortening cycle exercise on the time course of mechanical behaviour in the drop jump: possible role of muscle damage. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, Alemanha, v. 79, n. 2, p. 160–167, 1999. DOI: 10.1007/s004210050490.
53. SKURVYDAS, Albertas; BRAZAITIS, Marius; VENCKŪNAS, Tomas; KAMANDULIS, Sigitas; STANISLOVAITIS, Aleksas; ZUOZA, Aurelijus. The effect of sports specialization on musculus quadriceps function after exercise-induced muscle damage. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*. Canadá, v. 36, n. 6, p. 873–880, 2011. DOI: 10.1139/h11-112.
54. HORTA, Thiago A. G.; BARA FILHO, Maurício G.; COIMBRA, Danilo R.; MIRANDA, R.; WERNECK, Francisco Z. Training Load, Physical Performance, Biochemical Markers, and Psychological Stress During A Short Preparatory Period in Brazilian Elite Male Volleyball Players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, Estados Unidos, p. 1, 2017. a. DOI: 10.1519/jsc.0000000000002404.

55. MILOSKI, Bernardo; DE FREITAS, Victor H.; NAKAMURA, Fábio Y.; DE A NOGUEIRA, Francine C.; BARA-FILHO, Maurício G. Seasonal Training Load Distribution of Professional Futsal Players: Effects on Physical Fitness, Muscle Damage and Hormonal Status. *Journal of Strength & Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 30, n. 6, p. 1525–1533, 2016. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001270.
56. SOLIGARD, Torbjørn et al. 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*, Inglaterra, v. 50, n. 17, p. 1030–1041, 2016. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096581.
57. FREITAS, Victor H.; RAMOS, Solange P.; BARA-FILHO, Mauricio G.; FREITAS, Daniel G. S.; COIMBRA, Danilo R.; CECCHINI, Rubens; GUARNIER, Flavia A.; NAKAMURA, Fabio Y. 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 & Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 33, n. 2, p. 502–513, 2019. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001884.
58. BOURDON, Pitre C. et al. Evolution of Game Demands From Young to Elite Players in Men’s Volleyball. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Estados Unidos, v. 12, n. 3, p. 167–172, 2017. b. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001884.
59. LAMBERT, MI, BORRESEN, J. Measuring training load in sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Champaign., v. 5, n. 3, p. 406–411, 2010
60. ESPOSITO, Fabio; IMPELLIZZERI, Franco M.; MARGONATO, Vittoria; VANNI, Rosalba; PIZZINI, Giuliano; VEICSTEINAS, Arsenio. Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, Alemanha, v. 93, n. 1–2, p. 167–172, 2004. DOI: 10.1007/s00421-004-1192-4.
61. BOURDON, Pitre C. et al. Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, [S. l.], v. 12, n. agosto 2018, p. 161–170, 2017. a. DOI: 10.1123/IJSP.2017-0208.
62. MCLAREN, Shaun J.; MACPHERSON, Tom W.; COUTTS, Aaron J.; HURST, Christopher; SPEARS, Iain R.; WESTON, Matthew. The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, Suíça, v. 48, n. 3, p. 641–658, 2018. DOI: 10.1007/s40279-017-0830-z.

3.2. ESTUDO II

Carga externa no voleibol masculino profissional: uma revisão sistemática

Autores: Marcel Frezza Pisa^a, Arthur Marques Zecchin^a, Leonardo Gaspar Gomes^b e Enrico Fuini Puggina^{ab}

^aPrograma de Pós Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Brasil.

^bEscola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Brasil.

DOI: <https://doi.org/10.29359/BJHPA.14.2.07>

Fator de Impacto: 0,8

Link: <https://www.balticsportscience.com/journal/vol14/iss2/7/>

Resumo

Os objetivos desta revisão sistemática foram identificar os valores de carga externa no voleibol descritos na literatura e verificar a aplicabilidade de diferentes maneiras de quantificação e monitoramento dessas variáveis durante sessões de treino e jogos. Esta revisão seguiu as recomendações PRISMA e a busca por artigos foi realizada nas bases de dados Pubmed/NCBI, SportDiscus via EBSCOhost e SciELO. 12 estudos cumpriram os critérios de inclusão e foram incluídos na revisão. As ferramentas mais utilizadas para quantificação, monitoramento e avaliação da carga externa são a gravação de vídeo com contagem manual ou semiautomática de saltos e distância percorrida e, mais recentemente, a utilização de unidade de medidas inerciais. O bloqueador central tem a maior carga de saltos mais altos, os opostos saltam mais perto do máximo com mais frequência e os levantadores têm uma alta demanda de saltos de altura média. Conclui-se que a carga de salto de treino e de jogo parecem ter semelhanças e as sessões que envolvem bloqueio ou ataque apresentam maior carga de salto. No voleibol profissional masculino o treinamento é planejado com variação nas cargas de treino de acordo com o período da temporada e de acordo com os dias da semana antes e depois dos jogos.

Palavras-chave: Voleibol, Desempenho Físico, Carga Externa, Esportes Coletivos, Carga de Salto.

Introdução

O voleibol é um esporte praticado por duas equipes de 6 jogadores em uma quadra de jogo de 81 m² separada ao meio por uma rede. Essa característica e a especificidade das suas regras fazem com que os atletas não tenham que percorrer longas distâncias durante as suas ações (1) e, como demanda física principal, são realizados deslocamentos curtos e rápidos, saltos verticais e golpes na bola. Essa dinâmica de jogo pode ser verificada pela curta duração dos *rallies* do jogo (4 a 10 s) que são disputados em partidas com duração média de 60 a 90 minutos (2,3).

No voleibol profissional há diferentes posições de jogo como os levantadores (LV), os pontas ou ponteiros (PT), bloqueadores centrais (BC), opostos (OP) e o líbero (LB) que tem diferentes funções dentro da equipe. Isso gera diferenças importantes nos padrões de movimentos, características antropométricas e demanda física entre as posições devido à diferentes funções no ataque e na defesa, tipo e distância de deslocamentos e frequência de saltos de ataque e bloqueio (4,5).

A quantidade de saltos, golpes na bola, mudanças de direção e acelerações representam a demanda física praticada pelo jogador de voleibol durante os treinos e jogos e pode ser entendida como a carga relacionada ao esporte, mais precisamente a carga externa (CE). A CE está relacionada às exigências físicas dos requisitos motores inerentes à prática e que podem ser obtidos através da análise da quantificação dos esforços como distância percorrida, número de saltos, tempo de treino, *sprints* e outros. Na análise das cargas de treino há, também, a carga interna (CI) que são as respostas psicofisiológicas do atleta para realizar determinada CE (6). O conhecimento das demandas físicas específicas do voleibol pode permitir aos treinadores e à comissão técnica planejar os treinos dentro dos micros, meso e macrociclos de forma mais correta, podendo distribuir melhor a CE de acordo com o período da temporada e a dificuldade do próximo adversário (7).

Garcia-de-Alcaráz *et al.* (8) identificaram que atletas de voleibol chegam a realizar mais de 40 mil saltos verticais durante uma temporada de treinamento e que a CE relacionada aos saltos verticais varia de acordo com a posição de jogo e o período dentro do planejamento e Pawlik *et al.* (9) observaram que o BC e o OP realizam quantidade de saltos maior que o PT e LV. Relacionado à altura de salto, saltos realizados em situação de ataque

seguidos por saltos de bloqueio são realizados com altura próxima a máxima comparado aos saltos realizados em outras situações.

Os objetivos desta revisão sistemática foram identificar os valores de CE do voleibol descritos na literatura para melhor conhecimento sobre as cargas relacionadas ao voleibol profissional masculino. Além disso, analisar se há semelhanças entre a CE realizada nas sessões de treino com a realizada no jogo e verificar a aplicabilidade dos diferentes meios de quantificação e monitoramento dessas variáveis durante os treinos e jogos, servindo assim como parâmetro para orientar o planejamento do treinamento da modalidade.

Métodos

Esta revisão sistemática foi produzida seguindo as recomendações da declaração PRISMA. A busca por publicações foi conduzida de 28 de março de 2020 à 20 de maio de 2020 nas bases de dados PubMed/NCBI, SportDiscus via EBSCOhost, SciELO e na Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações utilizando acrônimo PICO para organizar os descritores de busca para pesquisas não clínicas. Foram utilizados os seguintes descritores: ((volleyball OR "volleyball indoor" OR "indoor Volleyball" [Title]) AND ("physical performance" OR "physical demand" OR "training load" OR "load training" OR "workout load" OR "training dose" OR "load quantification" OR "external load" OR workload OR jumps OR "distance covered")) AND (training OR game OR match OR match-play)) e seus pares na língua portuguesa.

O *software* Mendeley Desktop (Mendeley Ltd. New York, NY, USA) foi utilizado para a organização das referências bibliográficas, identificação de duplicidades e inspeção dos estudos selecionados.

Seleção dos Estudos

Na busca inicial foi encontrado um total de 143 artigos (Figura 1). Utilizando o *software* gerenciador de referências as duplicidades foram excluídas, restando 61 estudos com resumo disponível para leitura. 2 avaliadores independentes conduziram a

elegibilidade dos estudos e quando houve discordância um terceiro avaliador foi consultado. A elegibilidade seguiu os seguintes critérios de inclusão: (a) artigos originais; (b) resumos disponíveis para leitura; (c) amostra composta por atletas profissionais do sexo masculino; (d) publicações em revistas com processo de revisão por pares; (e) período de publicação de janeiro de 2000 até maio de 2022; (f) publicações em inglês e português; (g) estudos que incluíram, pelo menos, a quantificação de uma variável relacionada com CE no voleibol masculino profissional; e os critérios de exclusão: (a) estudos com atletas do sexo feminino; (b) estudos com atletas amadores ou jovens; (c) resultados obtidos em testes de campo ou laboratório que não caracterizam uma situação real de treino ou jogo; (d) estudos com vôlei de praia ou vôlei sentado; (e) artigos sem categorização da amostra; (f) estudos onde os descritores utilizados para a pesquisa não aparecem no título, resumo ou palavras-chave.

Optamos pelo período selecionado (jan./2020 à maio/2022) por compreender o período após as principais mudanças nas regras do voleibol realizadas pela Federação Internacional de Voleibol (FIVB) em 1998 com a inclusão do líbero e a mudança na contagem de pontos (1,10)

Após a seleção dos estudos, foi utilizado o coeficiente de Kappa (Cohen'd) para determinar o grau de concordância no risco do viés de avaliação na elegibilidade dos estudos. O resultado mostrou boa concordância entre os avaliadores ($k = 0,87$; 95% CI [0,80 - 0,93], percentual de concordância = 91,03%) e 21 estudos foram selecionados para leitura completa. Um avaliador realizou a leitura dos estudos. 10 estudos foram retirados porque não cumpriram os critérios de inclusão após a leitura detalhada. Na inspeção das referências mais 1 artigo, que não foi alcançado pela estratégia de busca, foi identificado e incluído. No total, 12 estudos cumpriram os critérios de inclusão para esta revisão.

A extração dos dados foi realizada pelo mesmo avaliador e o *software* GetData Graphic Digitizer (versão 2.26.0.20) foi utilizado para extração de dados de gráficos quando estes não estavam apresentados no texto ou em tabelas. Na análise estatística optamos pela utilização da abordagem qualitativa e quantitativa devido à heterogeneidade dos métodos e desenhos dos estudos que não permitem a utilização de método inferencial.

Qualidade Metodológica

Para avaliação de risco de viés dos estudos foram utilizados critérios de avaliação específicos para pesquisas de esportes coletivos utilizados anteriormente por Saw, Main e Gastin (11) e Simim *et al.* (12). Este critério avalia com pontuação de 0 (alto risco de viés) a 9 (baixo risco de viés) e estudos com pontuação < 4 são rejeitados. Nenhum estudo foi excluído devido aos escores baixos, 1 (8,3%) estudo obteve 6 pontos, 3 (25%) obtiveram 7 pontos, 7 (58,3%) obtiveram 8 pontos e 1 (8,3%) obteve 9 pontos.

Resultados

Os 12 estudos incluídos nesta revisão sistemática compreendendo dados de 336 atletas profissionais do sexo masculino e seus principais resultados podem ser observados na tabela 1.

Análise das variáveis relacionadas à carga externa

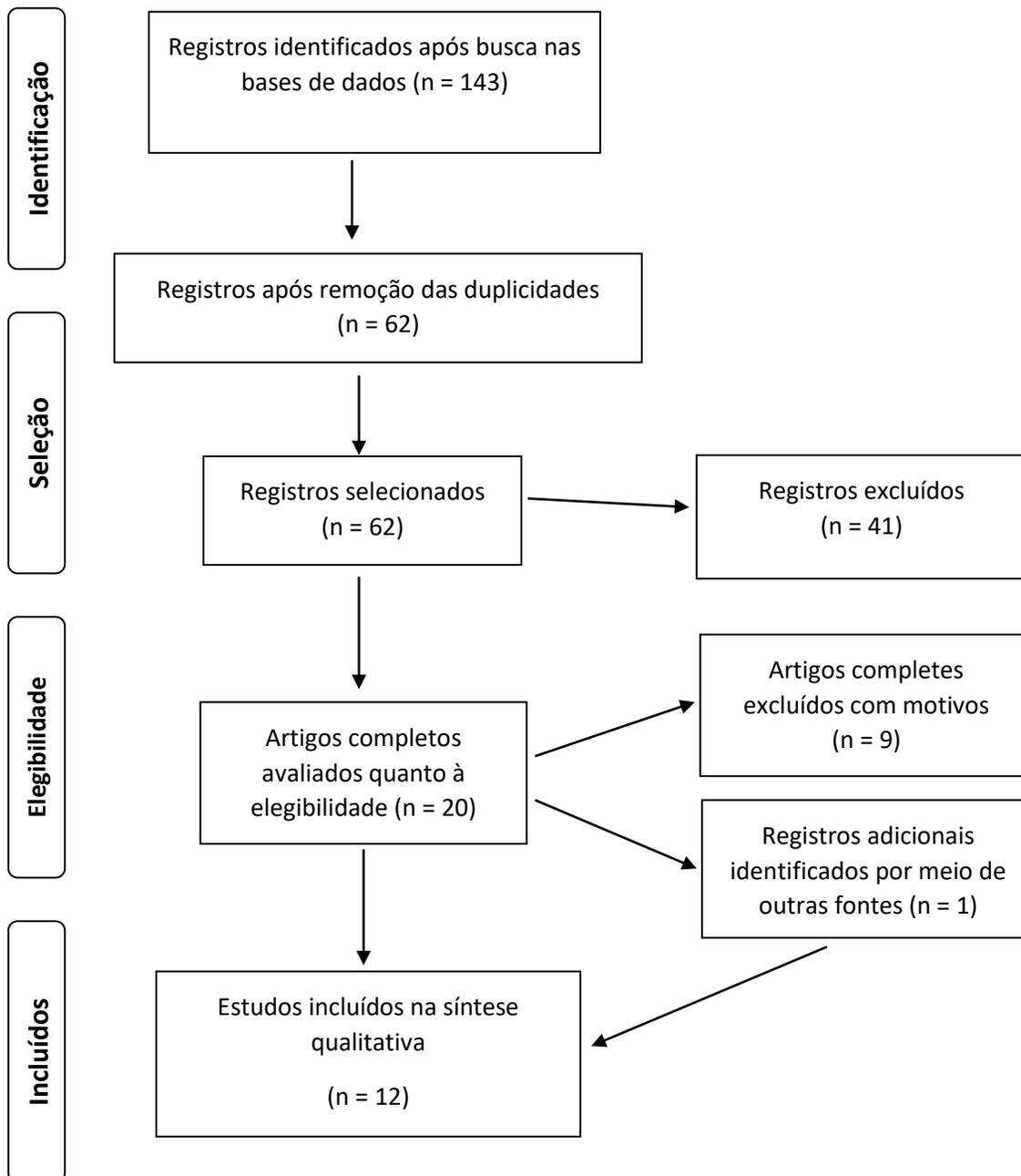
Para a quantificação da CE experienciada pelos atletas nas sessões de treino ou nos jogos as ferramentas mais utilizadas são a gravação de vídeo e a contagem manual ou semiautomática dos saltos realizados e da distância percorrida (1,5,8,9,13) e, mais recentemente, o uso de unidades de medidas inerciais (UMI) como acelerômetros e giroscópios utilizados sozinhos ou em conjunto com a gravação de vídeo (14–20).

Distância percorrida

Em relação à distância percorrida, Mroczek *et al.* (1) analisaram 28 atletas durante 4 jogos oficiais e encontraram que, em média, os atletas percorrem 1.221 ± 327 m em um jogo de 3 *sets* e 1.757 ± 462 m em um jogo de 4 *sets* ($p < 0,05$). A distância percorrida tendia a aumentar ao decorrer do 1º ao 4º *set* (409 ± 119 à 446 ± 118 m) e a distância média percorrida em cada *rally* foi de $10,92 \pm 0,9$ m (9,12 à 12,56m). Na análise por posição de

jogo, os LV percorrem $1.630 \pm 170m$, seguidos pelos PT ($1.448 \pm 112m$), OP ($1.383 \pm 102m$) e LB ($1.372 \pm 103m$) com diferença significativa ($p < 0,05$) para os BC ($788 \pm 92m$).

Figura 1: Busca e seleção dos estudos.



Saltos realizados

Wnorowski *et al.* (13), por meio de gravação de vídeo e utilizando um *software* específico encontraram que em um jogo de voleibol 35% (133) dos saltos são realizados em ações de bloqueio, 23% (87) em ações de ataque, 22% (83) no saque e 20% (77) em ações de levantamento. Em relação à altura dos saltos, foi observado que no 1º *set* os atletas atingiram 94,7% da sua altura máxima de salto no ataque, 93,4% no bloqueio, 92% no saque e a houve queda de desempenho nos *sets* posteriores ($p < 0,05$). Para os saltos realizados em ações de levantamento a média foi de 77,6% da altura máxima de salto.

Sheppard *et al.* (5) analisando 16 jogos em competições internacionais de voleibol masculino encontraram que o BC tem a maior demanda de saltos entre as diferentes posições de jogo, realizando mais saltos de bloqueio por *set* ($11,0 \pm 3,14$) comparados ao LV ($6,25 \pm 2,87$) e atacantes de extremidade ($6,50 \pm 3,16$, $p < 0,001$) e mais saltos de ataque ($7,75 \pm 1,88$) do que os atacantes de extremidade ($5,75 \pm 3,25$, $p < 0,01$) e LV ($0,38 \pm 1,06$, $p < 0,001$). Não houve diferença para saltos realizados no saque e mergulhos.

De acordo com Hortal *et al.* (20) os atletas realizam, em média, $87,2 \pm 37,9$ saltos por sessão de treino, $10,7 \pm 12,6$ saltos de saque e $36,3 \pm 22,5$ saltos de bloqueio. Os atacantes (PT, OP e BC) realizam, em média $32,1 \pm 17,4$ saltos em ações de ataque e os LV $80,1 \pm 44,5$ saltos em ações de levantamento. De acordo com suas funções dentro da quadra, o BC realizou mais saltos de bloqueio ($48,3 \pm 24,5$) e o LV teve maior média total de saltos ($119,2 \pm 48,5$) ($p < 0,05$). Os treinos que apresentaram maior média de saltos por jogador foram “Bloqueio + Tático + Precisão de ataque” ($124,7 \pm 46,7$), “Bloqueio + Tático” ($113,4 \pm 23,4$), “Saque + Precisão de ataque + Bloqueio” ($99,5 \pm 35,9$) e “Tático + Precisão de Ataque” ($94,7 \pm 35,3$). Esses dados referem-se a 15 atletas em 30 sessões treinos.

Skazalski *et al.* (18) analisaram 108 treinos, 27 jogos oficiais e 7 amistosos e constataram que o LV realizou o maior número de saltos por sessão (121), seguido pelo BC (92), OP (75) e PT (62). O LV teve a maior frequência de saltos nos treinos (92 saltos/h) e nos jogos (67 saltos/h) apesar da altura média dos saltos realizados ser de 41% da altura máxima de salto, seguido pelo BC (70 e 57 saltos/h), OP (58 e 53 saltos/h) com média de 69% da altura máxima de salto e o PT (49 e 47 saltos/h). Em relação à demanda de jogo o

LV teve média de 100 saltos por jogo variando de 76 saltos em jogos de 3 *sets* a 128 em jogos de 5 *sets* e altura média de 56%, o OP realizou 82 saltos por jogo, variando entre 59 à 116 saltos e média de altura de 76%, o BC 85 saltos, variando entre 67 e 115 saltos e altura média de 64% e o PT 68 saltos, variando entre 55 e 88 saltos e altura média de 62%.

Lima *et al.* (15) observaram que nos treinos 2 dias antes do jogo foram realizados mais saltos ($142,6 \pm 58,6$, $p = 0,003$) comparado aos treinos 1 dia antes do jogo ($107,3 \pm 41,5$) e sem diferenças para os treinos 3 ou 4 dias antes do jogo. Não foram observadas diferenças na frequência dos saltos (1,57 saltos/m), na altura média (~52%) e máxima de salto (~80%) entre as sessões de treinamento. A CE apresentou correlação fraca com a PSE ($r = 0,17$), moderada com a sPSE ($r = 0,49$) e com a duração da sessão ($r = 0,60$).

Lima *et al.* (14) avaliando apenas partidas oficiais constataram que o BC realiza 20,7 saltos por *set* (50,2 saltos/h) com maior demanda de saltos de bloqueio, o LV realiza 31,7 saltos (76,8 saltos/h) com 18,8 saltos de levantamento e o PT e OP realizam 26,6 (32,2 saltos/h) com maior demanda de bloqueio (10,3) e ataque (8,9). Os pesquisadores observaram ainda que os saltos realizados pelo BC no ataque e no bloqueio atingem, em média, 71,7 e 67% da altura máxima de salto, respectivamente, com média geral de 66,2%. Os saltos de levantamento realizados pelo LV são, em média, de 57,2% e a altura média dos saltos da posição é de 73,7% da altura máxima de salto. PT e OP saltam em média mais perto da altura máxima (76,2%) com melhor desempenho nos saltos de ataque, atingindo 78,1% da altura máxima. Não houve diferenças na análise entre os *sets*.

Tabela 1 – Síntese dos estudos incluídos nesta revisão.

Autores	População	Participantes	Contexto	Métodos	Resultados
Sheppard <i>et al.</i> (5)	Seleções ARG, CAN, AUS	71	Jogos Oficiais e Treinos	Gravação de vídeo	A frequência média de saltos de ataque e bloqueio para os BC foi significativamente maior do que para os LV, PT e OP
Wnorowski <i>et al.</i> (13)	Seleção polonesa	5	Jogos Oficiais	Gravação de vídeo (AS-4 software)	Os maiores valores de altura do salto foram relatados no início e no final de cada <i>set</i> . Ao longo da partida, os jogadores saltaram mais alto no primeiro <i>set</i> e estabilizaram seu desempenho em um nível inferior nos <i>sets</i> subsequentes.
Mroczek <i>et al.</i> (1)	Liga polonesa	28	Jogos Oficiais	Gravação de vídeo	A distância total percorrida depende de fatores como o número de <i>sets</i> jogados, a função do jogador na quadra, a área da quadra, os resultados dos <i>sets</i> , o número e a duração dos <i>rallies</i> individuais e o número tipo de ações nos <i>rallies</i> .
Horta <i>et al.</i> (20)	1ª divisão Brasil	15	Treinos	Gravação de vídeo	O número de saltos verticais bem como as características dos saltos influencia a carga interna de atletas de diferentes posições. Porém, o salto vertical por si só pode não refletir o estresse imposto ao corpo do atleta em geral.
Skazalski <i>et al.</i> (16)	1ª divisão Quatar	14	Jogos Oficiais e Treinos	Gravação de vídeo e UMI (Vert)	UMI Vert é confinável para monitorar quantidade de saltos e carga externa, mas não para altura de salto.
Skazalski <i>et al.</i> (18)	1ª divisão Quatar	14	Jogos Oficiais e Treinos	UMI (Vert)	Foram verificadas diferenças substanciais no volume de salto entre sessões, semanas e entre os atletas. OP realizou mais saltos de alta intensidade do que atletas de outras posições.
Rabello <i>et al.</i> (19)	Liga holandesa	18	Jogos Oficiais e Treinos	Gravação de vídeo e UMI (Zephyr)	Medir a carga interna além da carga externa pode fornecer informações valiosas sobre a relação de carga no tendão patelar.

Lima <i>et al.</i> (14)	1ª divisão Portugal	7	Jogos Oficiais	Gravação de vídeo e UMI (Vert)	Jogadores de diferentes posições executam diferentes tipos de saltos com frequências variadas e em intensidades diferentes. Não foram encontradas diferenças nos saltos executados entre os <i>sets</i> . A altura média do salto de ataque e bloqueio foi de 70-80% da altura máxima.
Lima <i>et al.</i> (15)	1ª divisão Portugal	5	Treinos	UMI (Vert)	LV realizou um número significativamente maior de saltos que BC e OP, com intensidade semelhante e distribuídos uniformemente ao longo da prática de treinamento. Porém, BC e OP acumularam seus saltos em momentos específicos.
Pawlik <i>et al.</i> (9)	Campeonato Mundial de Voleibol Masculino 2014	140	Jogos Oficiais	Gravação de vídeo	BC e OP realizaram mais saltos que PT e LV. Saltos de ataque seguido pelos de bloqueio são realizados mais próximos da altura máxima do salto do que outros tipos de saltos.
Lima <i>et al.</i> (17)	1ª divisão Portugal	8	Treinos	UMI (Vert)	As maiores cargas externas e internas foram registradas no DJ-2 e as cargas mais baixas foram registradas no DJ-1. Quanto à associação entre carga externa e interna, foram encontradas pequenas correlações positivas entre PSE, sPSE e número de saltos.
García-de-Alcaráz <i>et al.</i> (8)	1ª divisão Espanha	11	Treinos	Gravação de vídeo	O BC realiza número significativo e moderadamente superior de saltos, independentemente do tipo de macro ou microciclo, da fase do microciclo, do tipo de treino e da qualidade da oposição do jogo. Contrariamente, o LV realiza a menor carga de salto em todas as variáveis analisadas.

ARG = Argentina, AUS = Austrália, BC = bloqueador central, CAN = Canadá, DJ = dia do jogo, LV = levantador, OP = oposto, PSE = percepção subjetiva de esforço, sPSE = percepção subjetiva de esforço da sessão, PT = ponta, UMI = unidade de medida inercial

Discussão

Com os estudos analisados não foi possível caracterizar valores de referência para a CE devido à heterogeneidade entre os delineamentos experimentais e aos diferentes planejamentos das equipes pesquisadas.

Jogadores profissionais de voleibol chegam a realizar mais de 40 mil saltos verticais em uma temporada de treinamento (8). Em consenso, os LV parecem vivenciar a maior demanda por saltos verticais em treinamentos e jogos, porém, vale ressaltar que a maioria dos saltos realizados pelos LV ocorrem na situação de levantamento e esses saltos são de menor intensidade que saltos de bloqueio, ataque e saque (14,15,18). O BC tem a maior demanda por saltos de bloqueio e ataque, seguidos pelo PT e OP. Em relação à altura do salto, os saltos realizados no ataque, principalmente pelo OP, estão mais próximos da altura máxima do que aqueles realizados no bloqueio, saque e levantamento (5,13,14,18,20). Embora os BC experimentem uma carga maior de saltos, não se pode presumir que isso seja um estresse fisiológico maior, pois nesta categoria esses jogadores são substituídos pelo LB nas posições da zona de defesa e isso reduz o tempo de jogo e a carga total destes atletas (5).

A carga de salto parece variar de acordo com o período da temporada e dentro da semana, como mostram Skazalski *et al.* (18) que observaram aumentos de 10% na carga de saltos da equipe na semana seguinte em um terço das semanas analisadas e aumentos de pelo menos 30% em 6 das 27 semanas analisadas. Na caracterização das sessões de treinamento, as sessões que envolvem “Tático + Bloqueio” em conjunto ou não com outros elementos, possuem maior demanda de saltos verticais (20) e devem ser bem planejadas dentro do cronograma de treinamento semanal (8). Segundo Issurin (21) a redução de carga de treino no final da semana ou antes do dia do jogo é uma estratégia normalmente usada em esportes com competição de longo período e pode ser considerada como uma espécie de polimento. Para o monitoramento e avaliação da variação dos saltos realizados, Lima *et al.* (17) sugerem o uso de métricas para saltos totais, bem como frequência de saltos (saltos/tempo), intensidade de salto (percentual da altura máxima de salto), descanso entre saltos e unidades arbitrárias de saltos.

Tabela 2 – Descritivo da carga externa relacionada a quantidade de saltos realizados em treinos e jogos oficiais.

	Saltos no jogo/set						Saltos na sessão de treinamento					
	média	saltos/m	BC	LV	OP	PT	média	saltos/m	BC	LV	OP	PT
Wnorowski <i>et al.</i> (13)]	378											
Sheppard <i>et al.</i> (5)	52,42*		24,33	11,94		16,15						
Lima <i>et al.</i> (14)	498,66		20,7	31,7		13,3						
Pawlik <i>et al.</i> (9)			91	37	71	60						
Skazalski <i>et al.</i> (16)	124	4,98					840,33	12,35				
Skazalski <i>et al.</i> (18)	89,4*	3,72	23,2	25,6	23	17,6	350	4,46	92	121	75	62
Lima <i>et al.</i> (15)							444,9	4,76	123,3	179,9		141,7
Garcia-de-Alcaraz <i>et al.</i> (8)							254,8		82,4	42,9	68,9	60,6
Rabello <i>et al.</i> (19)							269	0,43*				
Lima <i>et al.</i> (17)							148,7	1,58*	123,3	179,9		141,7
Horta <i>et al.</i> (20)							87,2*					

BC = bloqueador central, LV = levantador, OP = oposito, PT = ponta saltos/m = saltos por minuto.

*indica saltos por atleta

De acordo com Wnorowski *et al.* (13) a altura relativa do salto realizado durante as partidas está relacionada ao resultado dos *sets* e o desempenho pode diminuir com o decorrer do jogo, dependendo do condicionamento físico dos atletas. Esses dados nos mostram que a preparação física dos atletas de voleibol deve ser pensada para melhorar o desempenho absoluto e relativo do salto vertical e de tal forma que o desempenho seja mantido durante todo o jogo, assim, conhecer a demanda total e relativa às situações de jogo é essencial para o planejamento do treinamento. As competições são um estímulo máximo para os atletas devido às características de intensidade, estresse físico e psicológico e devem ser incluídas no processo de monitoramento das CTs (21).

Nesta revisão 2 estudos investigaram a interação das CE e CI das sessões de treinamento (17,20). A análise integrada de CE e CI avalia o estresse psicofisiológico vivenciado pelo atleta no contexto da CE realizada na sessão de treinamento e pode ser utilizada para avaliar o estado de treinamento do atleta. Se, para uma mesma CE o atleta apresentar um aumento na CI, isso pode representar fadiga ou diminuição da aptidão física e, por outro lado, se houver uma diminuição da CI para a mesma CE, isso pode representar melhora da aptidão física (22). A associação entre medidas CE e CI pode fornecer informações sobre a adaptação e capacidade do atleta de suportar o treinamento e corresponder às demandas físicas (22,23).

Conclusões

Para a análise de CE no voleibol masculino profissional, o uso de tecnologias de UMI está crescendo e seguindo um caminho promissor para ajudar a quantificar e compreender melhor o estresse físico que os atletas vivenciam. Será interessante desenvolver novos estudos nos quais seja feita a interação entre a CE realizada e a resposta gerada na CI, conforme proposto por Delaney *et al.* (24).

O BC realiza o maior número de saltos, o OP salta mais próximo do máximo com maior frequência e o LV tem uma alta demanda para saltos de levantamento, que são, em sua maioria, saltos de altura média. Não se pode dizer que a maior demanda de saltos reflete uma maior CI porque outras variáveis têm grande influência no valor da PSE da

sessão como as características e funções da posição de jogo, o fato do BC ser substituído pelo LB nas posições da zona de defesa e, também, a duração do treinamento e do jogo.

Não foi possível analisar a semelhança entre a carga de salto realizada em treinos e jogos devido à heterogeneidade dos estudos, mas parece existir semelhanças. Conforme mencionado anteriormente, outras métricas como saltos por minuto, intensidade relativa e densidade de saltos devem ser utilizadas para melhor compreensão desta variável, principalmente em treinos que envolvem “Bloqueio + Tático” e “Ataque + Tático” que possuem maior carga de salto e devem ser pensados dentro da programação semanal.

Este trabalho não foi financiado por nenhuma agência financiadora.

Os autores não possuem conflitos de interesse que possam influenciar o resultado da pesquisa.

Referências

1. MROCZEK, Dariusz; JANUSZKIEWICZ, Aleksander; KAWCZYNSKI, Adam S.; BORYSIUK, Zbigniew; CHMURA, Jan. Analysis of male volleyball players' motor activities during a top level match. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 28, n. 8, p. 2297–2305, 2014. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000425.
2. GARCÍA-DE-ALCARAZ, Antonio; RAMÍREZ-CAMPILLO, Rodrigo; RIVERA-RODRÍGUEZ, Miguel; ROMERO-MORALEDA, Blanca. Analysis of jump load during a volleyball season in terms of player role. *Journal of Science and Medicine in Sport*, Australia, v. 23, n. 10, p. 973–978, 2020. DOI: 10.1016/j.jsams.2020.03.002.
3. GABBETT, Tim; GEORGIEFF, Boris. Physiological and anthropometric characteristics of Australian junior national, state, and novice volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 21, n. 3, p. 902–908, 2007. DOI: 10.1519/R-20616.1.
4. MARQUES, Mário C.; VAN DEN TILLAAR, Roland; GABBETT, Tim J.; REIS, Victor M.; GONZÁLEZ-BADILLO, Juan J. Physical fitness qualities of professional volleyball players: determination of positional differences. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 23, n. 4, p. 1106–1111, 2009. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31819b78c4.
5. SHEPPARD, Jeremy; GABBETT, Tim; CLAUDIO REEBERG STANGANELLI, Luiz; NEWTON, Robert U. An Analysis Of Playing Positions In Elite International

- Mens' Volleyball: Considerations For Competition Demands And Physiological Characteristics. *Journal of Strength & Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 24, p. 1, 2010.
6. IMPELLIZZERI, Franco M.; RAMPININI, Ermanno; MARCORA, Samuele M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Science*, Inglaterra, v. 23, n. 6, p. 583–92, 2005. DOI: 10.1080/02640410400021278.
 7. AFONSO, José; MESQUISTA, Isabel. Determinants of block cohesiveness and attack efficacy in high-level women's volleyball. *European Journal of Sport Science*, Alemanha, v. 11, p. 69–75, 2011.
 8. GARCIA-DE -ALCARAZ, Antonio; VALADÉS, David; PALAO, José M. Evolution of Game Demands From Young to Elite Players in Men's Volleyball. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Estados Unidos, v. 12, n. 6, p. 788–795, 2017. DOI: 10.1123/ijsp.2016-0027.
 9. PAWLIK, Damian; KAWCZYŃSKI, Adam; CHMURA, Jan; MAĆKAŁA, Krzysztof; KUTRZYŃSKI, Marcin; MROCZEK, Dariusz. Jumping flying distance and jump performance of elite male volleyball players at FIVB volleyball men's world championship. *Applied Sciences (Switzerland)*, [S. l.], v. 10, n. 6, p. 1–10, 2020. DOI: 10.3390/app10062045.
 10. FIVB, Federação Internacional de Voleibol. Official Volleyball rules: 2017 - 2020. 2020. Disponível em: http://www.fivb.org/en/refereeing-rules/documents/FIVB-Volleyball_Rules_2017-2020-EN-v06.pdf.
 11. SAW, Anna E.; MAIN, Luana C.; GASTIN, Paul B. Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, Inglaterra, v. 50, n. 5, p. 281–291, 2016. DOI: 10.1136/bjsports-2015-094758.
 12. SIMIM, Mário A. M.; DE MELLO, Marco Túlio; SILVA, Bruno V. C.; RODRIGUES, Dayane F.; ROSA, João Paulo P.; COUTO, Bruno Pena; DA SILVA, Andressa. Load monitoring variables in training and competition situations: A systematic review applied to wheelchair sports. *Adapted Physical Activity Quarterly*, Estados Unidos, v. 34, n. 4, p. 466–483, 2017. DOI: 10.1123/apaq.2016-0149..
 13. WNOROWSKI, Krzysztof; ASCHENBRENNER, Piotr; SKROBECKI, Jerzy; STECH, Mirella. An assessment of a volleyball player's loads in a match on the basis of the number and height of jumps measured in real-time conditions. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, Polónia, v. 5, n. 3, p. 199–206, 2013. DOI: 10.2478/bjha-2013-0019.
 14. LIMA, Ricardo Franco; PALAO, José M.; CLEMENTE, Filipe Manuel. Jump Performance During Official Matches in Elite Volleyball Players: A Pilot Study. *Journal of Human Kinetics*, Suíça, v. 67, n. 1, p. 259–269, 2019. DOI:

10.2478/hukin-2018-0080.

15. LIMA, Ricardo Franco; PALAO, Jose; CASTRO, Henrique; CLEMENTE, Filipe. Measuring the training external jump load of elite male volleyball players: An exploratory study in Portuguese League. *Retos, Espanha*, v. 36, n. 2, p. 454–458, 2019.
16. SKAZALSKI, C.; WHITELEY, R.; HANSEN, C.; BAHR, R. A valid and reliable method to measure jump-specific training and competition load in elite volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, Dinamarca*, v. 28, n. 5, p. 1578–1585, 2018. DOI: 10.1111/sms.13052.
17. LIMA, Ricardo Franco; SILVA, Ana; AFONSO, Jose José; CASTRO, Henrique; CLEMENTE, Filipe Manuel. External and internal Load and their Effects on Professional Volleyball Training. *International Journal of Sports Medicine, Alemanha*, 2020. DOI: 10.1055/a-1087-2183.;
18. SKAZALSKI, Christopher; WHITELEY, Rod; BAHR, Roald. High jump demands in professional volleyball-large variability exists between players and player positions. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, Dinamarca*, v. 28, n. 11, p. 2293–2298, 2018. DOI: 10.1111/sms.13255.
19. RABELLO, Lucas M; ZWERVER, Johannes; STEWART, Roy E.; VAN DEN AKKER-SCHEEK, Inge; BRINK, Michel S. Patellar tendon structure responds to load over a 7-week preseason in elite male volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, Dinamarca*, v. 29, n. 7, p. 992–999, 2019. DOI: 10.1111/sms.13428
20. HORTA, Thiago Andrade Goulart; FILHO, Maurício Gattás Bara; MIRANDA, Renato; COIMBRA, Danilo Reis; WERNECK, Francisco Zacaron. Influência dos saltos verticais na percepção da carga interna de treinamento no voleibol. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte, Brasil*, v. 23, n. 5, p. 403–406, 2017. DOI: 10.1590/1517-869220172305172132.
21. ISSURIN, Vladimir B. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports medicine, Nova Zelândia*, v. 40, n. 3, p. 189–206, 2010. DOI: 10.2165/11319770-000000000-00000.
22. BOURDON, Pitre C. et al. Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance, [S. l.]*, v. 12, n. August 2018, p. 161–170, 2017. DOI: 10.1123/IJSPP.2017-0208.
23. MCLAREN, Shaun J.; MACPHERSON, Tom W.; COUTTS, Aaron J.; HURST, Christopher; SPEARS, Iain R.; WESTON, Matthew. The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. *Sports Medicine, Suíça*, v. 48, n. 3, p. 641–658, 2018. DOI: 10.1007/s40279-017-0830-z.

24. DELANEY, Jace A.; DUTHIE, Grant M.; THORNTON, Heidi R.; PYNE, David B. Quantifying the relationship between internal and external work in team sports: development of a novel training efficiency index. *Science and Medicine in Football, Inghilterra*, v. 2, n. 2, p. 149–156, 2018. DOI: 10.1080/24733938.2018.1432885.

3.3. ESTUDO 3

Variação da carga de treino dentro e entre as semanas afeta o desempenho motor de atletas profissionais de voleibol masculino.

Marcel Frezza Pisa¹, Matheus Norberto², Arthur Marques Zecchin¹, Ricardo Bizan Filho³, Enrico Fuini Puggina^{1,3}

¹Programa de Pós Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Brasil.

²Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde Aplicadas ao Sistema Locomotor. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Brasil.

³Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Brasil.

Resumo

A demanda física dos esportes coletivos se caracteriza pela realização de esforços intermitentes, alternando ações de moderada e baixa intensidade com ações de alta intensidade como acelerações, desacelerações, saltos, *sprints* e mudanças de direção que pode ser entendida como carga externa (CE) e suas repercussões psicofisiológicas como carga interna (CI). Dado que os atletas profissionais de voleibol realizam, regularmente, uma diversidade de movimentos e sessões de treino, a mensuração das CIs e CEs e sua relação se mostra importante para a compreensão dos efeitos agudos e crônicos dos diferentes estímulos de treinamento sobre o desempenho neuromuscular dos atletas. O objetivo deste estudo foi verificar os efeitos agudos e crônicos das CIs e CEs no desempenho motor e estado de recuperação em atletas profissionais de voleibol com a investigação e comparação em dois momentos distintos da temporada, bem como verificar a relação entre a CE e CI. A carga interna de 11 atletas profissionais foi monitorada durante 7 semanas e nas semanas 3 e 7 foram realizadas análises de carga externa, estado de recuperação e testes motores antes e após as sessões de treino. As sessões analisadas não produziram efeito agudo negativo no desempenho motor, a quantidade e frequência de saltos verticais realizados pelos atletas potencializou o desempenho na altura de salto em algumas sessões e o foi observada influência da carga acumulada no desempenho motor

dos atletas. Períodos com carga de treino elevada ou com redução de carga de treino influenciam no desempenho motor, especificamente na altura de salto vertical e na agilidade dos atletas. Conclui-se que o uso dos resultados do salto vertical se mostra sensível às flutuações da carga de treino e pode proporcionar dados de estado de treinamento, recuperação e performance e a redução da carga de treino em momentos específicos da temporada se mostra eficaz para permitir a recuperação física e promover adaptações positivas na performance motora.

Palavras-chave: Voleibol; Carga interna. Carga Externa, Desempenho Motor; Salto Vertical

Introdução

A demanda física dos esportes coletivos se caracteriza pela realização de esforços intermitentes, alternando ações de moderada e baixa intensidade com ações de alta intensidade como acelerações, desacelerações, saltos, *sprints* e mudanças de direção (1). Para alcançar o desenvolvimento atlético, vários meios e métodos de treino são utilizados visando as adaptações específicas para cada modalidade esportiva (2). Para eficácia do processo de treinamento deve-se dar atenção a tipologia gestual da modalidade, objetivando a melhor qualidade do esforço físico com o menor gasto energético, levando em consideração que as adaptações fisiológicas são altamente específicas aos estímulos do treinamento (3).

No voleibol, a força e a potência dos membros inferiores são importantes habilidades responsáveis pelo sucesso em ações como sacar, atacar e bloquear, que exigem repetidos saltos verticais, acelerações e desacelerações repentinas executadas em uma curta distância (4). A altura do salto vertical tem peso decisivo na efetividade de ações de ataque e bloqueio que, por sua vez, são importantes indicadores de desempenho para a vitória da equipe (5,6). Uma possível consequência da sucessiva repetição de ações de alta intensidade é a fadiga, caracterizada por sensações de cansaço e fraqueza. A fadiga é um fenômeno complexo sustentado por mediadores fisiológicos e psicológicos, com

repercussões centrais e neuromusculares que, por vezes, necessita de períodos prolongados de recuperação (até 72 horas) para o reestabelecimento da capacidade física (7).

No processo de treinamento o estresse fisiológico e biomecânico é aplicado de forma sistematizada e periodizada na busca de melhores resultados no desenvolvimento, manutenção da aptidão física e na potencialização de habilidades biomotoras para preparar os atletas para as demandas substanciais da competição (8). No voleibol de elite a temporada de competições tem duração aproximada de seis meses e a necessidade de manter o alto nível de rendimento dos atletas durante o período intensivo de competição torna complexo o processo de planejamento do treinamento (9). Além disso, é ponto passivo que a efetividade do processo depende do equilíbrio entre estímulo e recuperação, assim como da distribuição das cargas de treino (CT) (10).

Apesar das recentes discussões surgidas na literatura, é aceito que as cargas de treinamento podem ser divididas em carga externa (CE), referente a toda demanda física realizada pelo atleta que pode ser mensurada e, carga interna (CI), que se refere as repercussões psicofisiológicas para realizar determinada carga externa (8). Nos últimos anos, vários pesquisadores tem se dedicado a analisar as cargas externas e internas relacionadas ao voleibol masculino profissional, desde a caracterização por tipo de sessão de treino (11,12), distribuição semanal (13–15) à análise do comportamento das cargas durante toda a temporada (16–18) com a percepção subjetiva de esforço (PSE) e a contagem de saltos como métodos mais utilizados (19,20).

Neste sentido, nos estudos em que se observou o comportamento da CI durante toda a temporada, conclui-se que períodos de elevação na carga de treino se correlaciona com piores indicadores de recuperação, bem estar e pode indicar risco de lesão acentuado nos atletas (14,17,21–23). Em relação a CE, em virtude das diferentes funções de jogo, há diferenças na quantidade e nos tipos de saltos realizados entre os atletas (18,24), e as sessões de treino com maior demanda de saltos são planejadas para serem realizadas até dois dias antes do jogo (25). As relações entre CIs e CEs em atletas de esportes coletivos pode fornecer dados importantes sobre o estado de prontidão atlética, porém, ainda há muita divergência de informações a esse respeito, o que naturalmente tem despertado atenção na ciência dos esportes (11,26,27).

Tais divergências provavelmente advém dos diferentes delineamentos experimentais, heterogeneidade dos participantes (idiossincráticas e estado de treinamento) dos trabalhos realizados até o momento e nos mostram que a estrutura do exercício, os objetivos, os tipos de sessões de treino e a distribuição dos estímulos e recuperação podem influenciar as relações entre as CIs e CEs. Dado que os atletas profissionais de voleibol realizam, regularmente, uma diversidade de movimentos e sessões de treino (4,28), a mensuração das CIs e CEs e sua relação se mostra importante para a compreensão dos efeitos agudos e crônicos dos diferentes estímulos de treinamento sobre o desempenho motor dos atletas.

Devido a essa lacuna no conhecimento e por entendermos que a compreensão sobre o efeito da CT nas adaptações físicas dos atletas pode contribuir para a área de treinamento esportivo no voleibol, o objetivo deste estudo foi verificar os efeitos agudos e crônicos das CIs e CEs no desempenho motor e estado de recuperação em atletas profissionais de voleibol com a investigação e comparação em dois momentos distintos da temporada, bem como verificar a relação entre a CE e CI.

Materiais e Métodos

Amostra

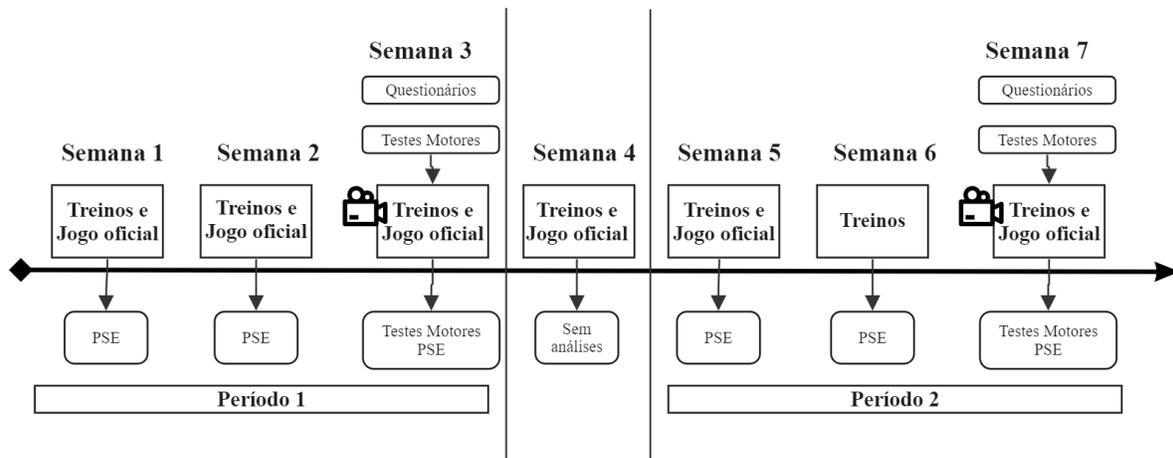
A amostra foi selecionada de maneira não aleatória, sendo composta por atletas profissionais de voleibol do sexo masculino, integrantes da mesma equipe participante do campeonato da 1ª divisão no Brasil. O tamanho da amostra foi determinado por conveniência, mediante a aceitação e disponibilidade dos atletas em participar da pesquisa. No início da temporada, após serem informados verbalmente e por escrito sobre os procedimentos que seriam adotados, 14 atletas ($22,35 \pm 4,14$ anos; 194 ± 9 cm; $89,15 \pm 7,89$ kg; $23,81 \pm 2,16$ %GC; $41,2 \pm 5,62$ cm CMJ) assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para participar da pesquisa.

A presente pesquisa tem caráter observacional e foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física de Ribeirão Preto, identificado pelo CAAE nº 23926919.9.0000.5659, nº do parecer 4.596.912.

Desenho do estudo

O estudo foi realizado por meio do acompanhamento do início da segunda parte da temporada, logo após a parada de final de ano. O desenho experimental compreendeu dois períodos de 3 semanas (período 1 (P1) e período 2 (P2)), separados por 1 semana, totalizando 7 semanas. Neste intervalo de tempo, foram realizadas 53 sessões de treino (treinamento físico, técnico, tático, técnico-tático e jogos simulados) e 6 jogos oficiais. A CI foi quantificada durante os dois períodos (P1 e P2) e nas semanas 3 e 7 foram realizadas análises adicionais de CE, testes motores pré e pós treino e questionários de recuperação e bem estar. Esta análise foi realizada em 3 dias consecutivos em cada semana (terça, quarta e quinta-feira). Nesta fase do estudo, 3 atletas optaram por não participar por motivos particulares, de forma que número final de participantes do estudo foi de 11 atletas.

Figura 1: Delineamento experimental da pesquisa



Legenda: PSE = Percepção Subjetiva de Esforço

Composição corporal

A composição corporal dos atletas foi analisada utilizando método de absorptometria de raio x de dupla energia (DXA), com equipamento GE Lunar iDXA (GE Health Care Lunar, Madison, WI, EUA), por meio de *software* Encore 2011, versão 13.6 para o escaneamento do corpo inteiro. Para caracterização da amostra, foram utilizadas

medidas de massa corporal total, massa magra e massa gorda. Para minimizar os erros de medida, foi realizada a calibragem do aparelho antes do início de cada avaliação e todas as avaliações foram conduzidas pelo mesmo técnico.

Carga Interna

Para a análise da CI foi utilizado o método de percepção subjetiva de esforço (PSE) proposto por Foster (29). Foi utilizada a escala de Borg CR-10 em que 1 representa uma atividade muito fácil e 10 uma atividade com esforço extremo. Cada atleta era questionado 30 minutos após a sessão de treino por meio da pergunta: “Como foi seu treino?”. A partir da âncora apontada, foram calculadas a carga da sessão ($sPSE-CT$) = PSE x duração da sessão em minutos; Carga de Treino do dia (CT) = a soma das cargas das sessões do dia; Carga de Treino do Período (CTP) = a soma das cargas do período de testes; Carga de Treino Total da Semana (CTTS) = a soma de todas as cargas da semana de treino; Monotonia (Mnt) = média das cargas da semana dividida pelo desvio padrão (DP) e; Estresse (*strain*) = correspondente a CTTS x monotonia. Os resultados foram expressos em Unidades Arbitrárias (UA)

Carga Externa

Para a análise da CE, foi utilizada a gravação dos treinos em vídeo e posterior contagem manual dos saltos. Em cada semana de testes foram filmadas 3 sessões de treino, totalizando 6 sessões. Para tanto, foi utilizada uma câmera esportiva GoPro Hero 5 (GoPro Inc.©, EUA), posicionada com visão posterior à metade da quadra em que os atletas jogavam, sem obstáculos à frente. Para a análise dos saltos, um salto foi considerado quando o atleta perdia o contato dos dois pés com o solo antes do contato com a bola. Foram contabilizados saltos em situação de ataque, bloqueio, *fake* ataque, saque, levantamento, defesa e mergulho.

A análise foi realizada por um avaliador com vasta experiência na modalidade e a confiabilidade foi aferida com a análise de um segundo avaliador. Para verificação da concordância intra e inter avaliadores, uma sessão de treino foi sorteada aleatoriamente,

correspondente a 18% do tempo total de gravação e foi observada concordância excelente (ICC inter avaliadores = 0,99 (0,92 – 0,99); intra avaliador = 0,99 (0,99 – 0,99) (30).

Testes Motores

Para verificação do desempenho motor dos atletas, foram realizados testes de salto vertical e de agilidade antes e após as sessões de treino. Antes de cada sessão, os atletas realizavam aquecimento de rotina comandado pelo preparador físico da equipe, composto por exercícios de flexibilidade, deslocamentos multidirecionais variados e saltos. Os testes foram repetidos imediatamente após as sessões de treino. Cada atleta realizou 3 tentativas em cada momento de teste e o resultado foi obtido calculando-se a média do desempenho na tarefa do teste, conforme indicado por Claudino *et al.* (31)

Salto vertical: Foi realizado o teste de *counter movement jump* (CMJ) conforme protocolo de Bosco (32). Para análise da altura do salto vertical, foi utilizado um tapete de contato Jump System Pro (Cefise, Nova Odessa, Brasil) acoplado a um computador com software específico (Jump System 1.0).

Agilidade: Foi realizado o *pro agility test* (33). Nesse teste, o avaliado inicia o protocolo em posição neutra em 3 apoios com um pé de cada lado da linha central, ao sinal, se desloca correndo para o lado direito por 4,55 metros, cruza a linha com um pé e toca a mão direita na linha, depois se desloca correndo para o lado esquerdo por 9,10 metros, cruza a linha com um pé e toca a mão esquerda na linha depois volta correndo para cruzar a linha central. O tempo do teste foi determinado utilizando cronometro de mão Vollo VL1809 com precisão de 1/100 segundos.

Questionários

Para verificar o estado de recuperação e a percepção subjetiva de fadiga os atletas responderam à dois questionários no período da manhã antes da primeira sessão de treino em todos os dias das semanas de teste. Para tal, foi utilizada a ferramenta online *Google Forms* (Google©, EUA).

Escala de Bem Estar (EBE): Esta escala avalia fadiga geral, qualidade do sono, dor muscular geral, humor e níveis de estresse. Para cada item o atleta responde um valor entre 1 (pior percepção) e 5 (melhor percepção) pontos, considerando a sua condição no exato momento da resposta (34). Foi analisado o índice geral de bem estar obtido pela soma dos valores de cada item.

Total Quality Recovery (TQR): Nesta escala visual, o atleta responde, de acordo com seu estado de recuperação subjetivo, valores entre 6 (muito, muito mal recuperado) e 20 (muito, muito bem recuperado) (35). Para análise foi utilizado o valor respondido pelo atleta.

Estatística

Os dados atenderam aos requisitos de distribuição e de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk ($n < 50$). Métodos estatísticos padronizados foram usados para cálculos de média, desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC 95%). Análises de variância ANOVA one way e ANOVA para medidas repetidas seguidas de post hoc de SIDAK foram empregadas para examinar as diferenças entre os momentos de coleta e os efeitos da carga de treinamento, adotando um nível de significância de $p \leq 0,05$.

As correlações com os coeficientes de Pearson (r) foram usadas para calcular as respectivas relações entre as variáveis de CI, CE e os resultados dos questionários. A magnitude da correlação foi avaliada com os seguintes limiares: $<0,1$, trivial; $<0,1-0,3$, pequeno; $<0,3-0,5$, moderado; $<0,5-0,7$, grande; $0,7-0,9$, muito grande; e $<0,9-1,0$, quase perfeito. Os procedimentos estatísticos foram realizados no software IBM SPSS Statistics, versão 20.0 (IBM Corporation®).

Resultados

Análise dos períodos 1 e 2

Os dados relativos aos períodos 1 e 2 podem ser visualizados na tabela 1. Os testes estatísticos mostraram que houve diferença nos parâmetros de CI analisados entre P1 e P2

($p < 0.05$) e entre as semanas ($p < 0.01$). O teste *post hoc* revelou que os valores de PSE (percepção subjetiva de esforço), CTTS (carga de treino total semanal), Mnt (monotonia) e *strain* foram maiores no P1 ($p < 0.05$).

Na análise do P1 não houve diferenças na PSE entre as semanas. A CTTS, o *strain* foram maiores na semana 1 ($p < 0.01$) e a Mnt menor na semana 2 ($p < 0.02$). No P2, houve diferença na PSE e Mnt da semana 2 ($p < 0.01$), a CTTS e o *strain* foram maiores na semana 1 em relação as semanas 2 e 3 ($p < 0,01$) e menor na semana 2 em relação a semana 3 ($p < 0.01$).

Na análise pareada das semanas, houve diferenças entre a CTTS ($p < 0.05$) e *strain* ($p < 0.01$) das semanas 1 e 2, na Mnt das semanas 1, 2 ($p < 0.01$) e 3 ($p = 0.02$) e na PSE das semanas 2 ($p < 0.01$).

Tabela 1: Valores de carga interna dos períodos 1 e 2.

	Período 1*			Período 2		
	S1	S2	S3	S5	S6	S7
PSE	5,6 ± 1,1 6.942,27 ±	5,5 ± 1,0a 5.121,82 ±	5,6 ± 0,7 4.703,09 ±	5,8 ± 0,9 6.252,27 ±	3,8 ± 0,9** 4.453,64 ±	5,6 ± 0,9 5.113,64 ±
CTTS (UA)	1.361,68**b	915,59b	587,86	902,11**	646,07!	848,92
Monotonia	1,8a 1.2576,44 ±	1,5a# 7.650,38 ±	1,7c 8.152,36 ±	1,6 9.972,98 ±	0,9** 4.182,43 ±	1,6 8.214,43 ±
<i>Strain</i> (UA)	2.861,07a**	1.473,77a	1.225,86	1.760,30**	706,11	1.847,89

* = diferença ($p < 0.05$) entre os períodos; ** = diferença ($p < 0.01$) dentro do período; # = diferença ($p < 0.02$) dentro do período; ! = diferença ($p < 0.01$) para a semana seguinte; a = diferença ($p < 0.01$) para a semana pareada; b = diferença ($p < 0.05$) para a semana pareada; c = diferença ($p = 0.02$) para a semana pareada.

PSE = Percepção Subjetiva de Esforço; CTTS = Carga Total de Treino Semanal; S = semana; UA = Unidade arbitrárias.

Análise dos resultados das semanas de testes

Os dados relativos às semanas de testes 1 e 2 podem ser visualizados na tabela 2. O teste estatístico revelou que a CTP, a carga média, a Mnt e o *strain* correspondente aos dias da semana em que foram realizados os testes em P1 foram maiores do que em P2 ($p < 0,01$).

Foram encontradas diferenças na PSE, sPSE-CT (carga de treino da sessão), CT (carga de treino do dia) e na quantidade de saltos realizados dentro das semanas ($p < 0.01$), na comparação entre os dias pareados ($p < 0.001$) Não foram observadas diferenças na TQR e na EBE entre as semanas, dentro das semanas e na comparação entre os dias pareados.

Na primeira semana de testes, a CT do D1.1 foi maior que D2.1 ($p < 0.01$), a PSE do treino de quadra em D2.1 foi maior em comparação com D1.1 ($p < 0.02$) e D3.1 ($p < 0.01$), a sPSE-CT foi menor em D3.1 ($p < 0.01$) e em D2.1 ($p = 0.05$) em relação a D1.1. Foram realizados mais saltos e frequência maior de saltos em D1.1 ($p < 0.01$) e menos saltos em D2.1 ($p < 0.01$) em comparação a D3.1.

Na segunda semana de testes a CT foi maior em D2.2 ($p < 0.01$), a PSE do treino de quadra e sPSE-CT foi menor em D1.2 em comparação D3.2 e D2.2 ($p < 0.05$). Não foram observadas diferenças na quantidade e frequência de saltos realizados.

Na comparação entre os dias pareados, houve diferença na PSE em D2 e D3 (D2.1 vs D2.2 e D3.1 vs D3.2) ($p < 0.01$) sem diferenças para D1. Na sPSE-CT houve diferenças em D1 ($p < 0.02$), D2 e D3 ($p < 0.01$), na CT houve diferenças em D1, D2 e D3 ($p < 0.01$) e na quantidade de saltos realizados houve diferença em D1 e D2 ($p < 0.01$).

Tabela 2: Dados de carga interna e externa das semanas de testes (semanas 3 e 7).

	Semana de Testes 1				Semana de Testes 2											
	D1.1		D2.1		D3.1		Média		D1.2		D2.2		D3.2		Média	
TQR	14,70 ± 1,91		12,50 ± 3,02		14,38 ± 2,69				14,09 ± 2,39		14,18 ± 1,19		14,50 ± 2,04			
EBE	15,10 ± 1,78		13,80 ± 3,01		16,00 ± 2,52				15,91 ± 1,93		15,45 ± 2,15		16,64 ± 2,57			
Tipo da sessão	Força	Bloqueio + Técnico	x	Condicionamento + saque/passe	Força	Técnico + Ataque/Bloqueio	x	Bloqueio + Ataque/Bloqueio	Força	Side out + Jogo simulado	x	Side out + Jogo simulado				
Duração (min)	60	88	x	86	60	68	x	80	60	85	x	71				
PSE	5,18 ± 1,34	7,27 ± 0,86	x	8,45 ± 1,16a!	6,50 ± 1,15	6,27 ± 0,96	x	6,55 ± 1,37b	6,09 ± 1,16	7,27 ± 0,96	x	7,91 ± 0,79!				
sPSE-CT (UA)	310,91 ± 80,17	640,00 ± 75,89**!	x	727,09 ± 99,51a!	390,00 ± 68,89	426,55 ± 65,42	x	523,64 ± 109,82b	365,45 ± 69,85	618,18 ± 81,78	x	561,55 ± 56,27!				
Saltos		112,3a!		39,3*		68,2		98,9		75,9!		75,4				
Saltos/min		1,63a!		0,94		1,10		1,40		1,10		1,30				
CT (UA)	950,91 ± 142,20a!			727,09 ± 99,51*	816,55 ± 116,62!			523,64 ± 109,82	983,64 ± 139,95a!			561,55 ± 56,27				
CTP (UA)						2.494,55 ± 249,17#										2.068,82 ± 241,57
CT média (AU)						831,52#										689,61
Monotonia						3,34#										2,85
Strain (UA)						8.324,64#										4.411,00

PSE = Percepção Subjetiva de Esforço; TQR = *Total Quality Recovery*; EBE = Escala de Bem Estar; sPSE-CT = carga de treino da sessão; CT = Carga de treino;

CTP = Carga de Treino do Período; UA = Unidade arbitrárias

* = diferença para o dia seguinte ($p < 0.01$); ** = diferença para o dia seguinte ($p < 0.05$); a = diferença dentro da semana ($p < 0.01$); b = diferença dentro da semana ($p < 0.05$); ! = diferença para o dia pareado ($p < 0.01$); # = diferença para a semana de testes 2 ($p < 0.01$);

Análise do efeito do treino sobre o desempenho motor

Os dados relativos do efeito do treino sobre o desempenho motor podem ser visualizados na tabela 3. Houve diferença no desempenho dos testes motores entre os períodos analisados. Os testes estatísticos mostraram que houve desempenho melhor na semana 7 (P2) para a altura de salto vertical no CMJ ($p < 0.01$) e para agilidade ($p < 0.02$).

Na análise do desempenho dentro das semanas, na semana 3 foi observado desempenho melhor no CMJ em D1.1 em comparação a D2.1 ($p < 0.05$) e agilidade melhor em D1.1 em comparação com D2.1 e D3.1 ($p < 0.01$). Na semana 7 o desempenho de agilidade foi pior em D1.2 comparado a D2.2 e D3.2 ($p < 0.001$) e não houve diferença no desempenho no CMJ.

Na comparação do desempenho entre os dias pareados das semanas de testes foram encontradas diferenças de desempenho no CMJ em D2 ($p < 0.001$) e agilidade em D2 e D3 ($p < 0.001$)

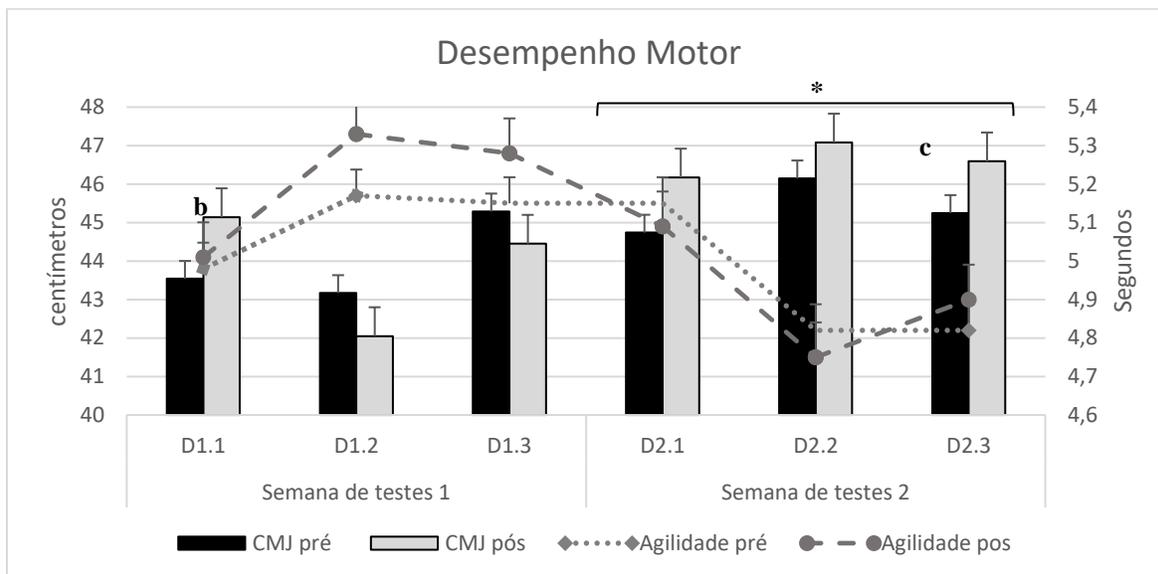
Houve efeito do treino ($p < 0.03$) no desempenho do CMJ em D1.1 ($p < 0.01$) e em D3.2 ($p < 0.04$). Não foi observado efeito das cargas de treino no desempenho de agilidade.

Tabela 3: Dados dos testes motores realizados pré e pós sessões de treino.

		Primeira Semana de Testes								
		D1.1	95% IC	$\Delta\%$	D2.1	95% IC	$\Delta\%$	D3.1	95% IC	$\Delta\%$
CMJ (cm)	Pré	43,54 ± 6,52!	40,34 – 49,01	3,7	43,17 ± 5,31	40,32 – 47,20	-2,6	45,29 ± 5,11	42,79 – 49,33	-1,9
	Pós	45,14 ± 6,30b	42,11 – 50,72		42,05 ± 5,11	39,78 – 46,81		44,45 ± 4,83	42,66 – 48,56	
Agilidade (s)	Pré	4,98 ± 0,38**	4,71 – 5,24	0,6	5,17 ± 0,24	5,00 – 5,34	3,11	5,15 ± 0,29	4,94 – 5,35	2,5
	Pós	5,01 ± 0,29	4,81 – 5,21		5,33 ± 0,31	5,11 – 5,55		5,28 ± 0,36	5,04 – 5,52	
		Segunda Semana de Testes								
		D1.2	95% IC	$\Delta\%$	D2.2	95% IC	$\Delta\%$	D3.2	95% IC	$\Delta\%$
CMJ (cm)	Pré	44,74 ± 5,80	43,17 – 49,86	3,2	46,15 ± 5,93a	43,94 – 51,57	2,0	45,25 ± 5,86	42,71 – 50,21	3,0
	Pós	46,17 ± 6,22	43,16 – 51,74		47,08 ± 6,22	43,70 – 52,46		46,59 ± 5,86c	43,81 – 52,33	
Agilidade (s)	Pré	5,15 ± 0,20**	5,00 – 5,29	-1,0	4,82 ± 0,19a	4,69 – 4,95	-1,5	4,82 ± 0,30a	4,61 – 5,03	1,6
	Pós	5,09 ± 0,21	4,95 – 5,24		4,75 ± 0,20	4,61 – 4,89		4,90 ± 0,18	4,77 – 5,02	

* = diferença para semana de testes 1 ($p < 0.02$); ** = diferença dentro da semana ($p < 0.01$); ! = diferença para o dia seguinte ($p < 0.01$), a = diferença entre os dias pareados ($p < 0.01$), b = diferença entre os momentos (pré x pós) ($p < 0.01$), c = diferença entre os momentos (pré x pós) ($p < 0.05$)

Gráfico 1: Análise do efeito agudo e crônico da carga de treinamento no desempenho motor dos atletas.



* = diferença para semana de testes 1 ($p < 0.02$); b = diferença entre os momentos (pré x pós) ($p < 0.01$), c = diferença entre os momentos (pré x pós) ($p < 0.05$)

Correlações

Para a análise das correlações que envolvem a quantidade de saltos realizados pelos atletas, foram excluídos os valores dos jogadores da posição de líbero, pois os mesmos não realizam grande quantidade de saltos durante os treinos.

Não houve correlação entre a quantidade de saltos realizados na sessão de treino e os valores de PSE e sPSE-CT. Foi encontrada correlação moderada entre a duração da sessão de treino e sPSE-CT ($r = 0.59$; $p < 0.01$), entre os resultados da escala TQR e EBE com os valores obtidos de PSE ($r = -0,47$ e $-0,40$, $p < 0.01$) e sPSE-CT ($r = -0,45$ e $-0,50$, $p < 0.01$) e entre TQR e EBE ($r = 0.53$; $p < 0.01$).

A quantidade de saltos em D1.1 teve correlação moderada com a EBE do dia seguinte (D2.1) ($r = -0,67$, $p < 0.05$). O desempenho no CMJ teve correlação fraca com o desempenho de agilidade ($r = 0.30$; $p < 0.05$).

Discussão

Os objetivos do presente estudo foram identificar os efeitos agudos e crônicos da carga de treinamento no desempenho motor de atletas profissionais de voleibol e verificar a relação entre a CE e CI. Os principais resultados, no que diz respeito ao efeito da carga no desempenho motor, apontam na direção que as sessões de treinamento de voleibol analisadas não foram capazes de produzir efeito agudo negativo no desempenho motor, por outro lado, a quantidade e frequência de saltos verticais realizados pelos atletas potencializou o desempenho na altura de salto em algumas sessões. Foi observado, como efeito crônico da carga de treino, que períodos com carga de treino elevada ou com redução de carga de treino influenciam no desempenho motor, especificamente na altura de salto vertical e na agilidade dos atletas. Não foi encontrada relação entre a quantidade de saltos realizados nas sessões de treino de voleibol e a CI percebida pelos atletas, sendo esta, mais relacionada à duração da sessão.

Na literatura, é possível encontrar relatos em que a sessão de treino é um fator estressor para o organismo, onde há a depleção de substratos energéticos e o acúmulo de metabólitos intramusculares, assim, é esperada a diminuição do desempenho ao final de uma sessão de treinamento, conforme observado por Ade et al. (36). No trabalho citado, encontrou-se redução de 2 à 4% na altura do CMJ após a realização de 8 exercícios específicos de futebol com duração de ~30s e recuperação passiva.

O desempenho em ações rápidas repetidas é dependente da liberação rápida de energia pela fosfocreatina (PCr), sendo a diminuição dos níveis de oxigenação muscular um fator limitante para a ressíntese do ATP e da PCr (37). No estudo de Guan et al. (38), os pesquisadores avaliaram o desempenho de salto vertical, o índice de saturação tecidual pela avaliação da oxiemoglobina (HbO₂) por infravermelho em atletas universitários de basquetebol. Após 3 séries de 10 CMJ com sobrecarga, não foi constatada queda do desempenho pós do teste. Foi identificado que o intervalo de 1 minuto foi suficiente para o retorno da oxigenação muscular aos valores basais, sem diferença para os intervalos de 2, 3 e 5 minutos. Segundo Carroll *et al.* (39) em esforços curtos e de alta intensidade, a fadiga está relacionada ao acúmulo de potássio (K⁺) extracelular que tem rápida recuperação com a reperusão sanguínea (< 30s), sendo assim, no caso do voleibol, o intervalo de

recuperação entre os estímulos (~30s) (40) parece ser suficiente para permitir a manutenção do desempenho motor.

A grande quantidade de saltos realizados em D1.1 teve efeito sobre o estado autorrelatado de recuperação dos atletas, e, conseqüentemente, sobre o desempenho de salto vertical em D2.1 e na agilidade em D2.1 e D3.1. O efeito negativo nos testes motores pode estar ligado ao efeito residual da quantidade de saltos verticais realizados, pois em D2.2 os atletas experienciaram CI similar, porém, sem efeito sobre o desempenho motor. Thomas *et al.* (2) verificaram que uma sessão de treinamento de força ou salto vertical (10 x 5 saltos) ou sprints (15 x 30 metros) levam o atleta a experienciar um estado de fadiga tanto percebida quanto a nível de desempenho neuromuscular, com queda da função muscular de pelo menos 48 horas para o salto vertical e 72 horas para treino de força e *sprint*. A fadiga central analisada pela ativação voluntária se manteve por 24 horas depois dos saltos e *sprints* e 48 horas depois do treino de força, mostrando que a percepção do atleta pode não representar o estado metabólico e estrutural local do músculo. Em nosso estudo, o efeito da fadiga residual teve duração de pelo menos 24 horas sobre o salto vertical e 48 horas sobre a agilidade.

Taylor *et al.* (42) afirmam que o monitoramento da altura de salto vertical é um dos métodos mais comuns para avaliar a performance dos atletas. Em nosso estudo, não houve efeito negativo da sessão de treino sobre o desempenho de salto vertical e em D1.1. e D3.2 houve potenciação da performance (3.7 e 3.0%, respectivamente). Foi observada, também, melhora no desempenho de salto vertical em D2.1 e D2.2 de 2 e 3.2%, porém não detectáveis aos testes estatísticos, talvez pelo número reduzido de atletas avaliados. Mesmo assim, entende-se que pequenas mudanças de desempenho em atletas de alto rendimento são importantes e devem ser consideradas, haja vista que são esperadas melhoras entre 2 a 3% em período de *tapering* em atletas altamente treinados, caso em que se enquadram os participantes deste estudo.

Outro ponto de atenção se dá em relação a frequência de salto nesses dias, onde houve maior frequência de saltos e manutenção da potenciação do desempenho até o final do treino. A manutenção da potenciação também foi observada no estudo de Lima *et al.* (46), onde os autores verificaram forte correlação entre o número de saltos realizados na sessão de treino com a altura dos saltos, concluindo que a sessão de treino de voleibol com

grande quantidade de saltos promove estimulação do ciclo alongamento/encurtamento (CAE) e melhora na altura do salto vertical.

Neste caso, devido ao fato de os atletas de voleibol estarem habituados a realizar grande quantidade de saltos diariamente, estes podem desenvolver resistência muscular específica devido ao regime de treinamento (47), haja vista os resultados de desempenho motor pré e pós treino. Outros fatores estão relacionados ao aumento da performance pós ativação (APPA) como o aumento da temperatura muscular, aumento do fluxo sanguíneo, conteúdo de água e maior frequência de disparo do neurônio motor alfa. Esses fatores favorecem o aumento da taxa de desenvolvimento de força e podem explicar a melhora no desempenho motor (48).

De acordo com Stone *et al.* (49) e Hodson-Tole e Wakeling (50), o recrutamento de unidades motoras é dependente da tarefa realizada e atletas mais fortes desenvolvem resistência a fadiga como adaptação a cargas altas. Assim, sugerimos que esse fenômeno pode ser apoiado nas explicações de Ritzmann *et al.* (51) e Cochrane (52), que explicam que um rebote supercompensatório na atividade da fibra aferente pode levar ao aumento da descarga do neurônio motor alfa, diminuição da falha na descarga aferente, sensibilidade reduzida no nível da célula de Renshaw ou uma redução no impulso descendente necessário do córtex motor primário para manter uma força similar ou taxa de desenvolvimento de força. A potenciação do reflexo juntamente com a inibição neural reduzida no nível da medula espinal pode resultar em maior frequência de disparo do neurônio motor alfa e sincronização das unidades motoras.

Dobbs *et al.*, (53) concluíram que intervalos de 3 a 7 minutos são considerados ótimos para gerar potenciação pós ativação (PPA) em atletas, e, Chen *et al.* (54) concluíram que o intervalo de 4 a 7 minutos como sendo o período ótimo para otimização do salto vertical após a atividade condicionante e que o desfecho apresenta diferenças individuais, possivelmente, pelo estado de treinamento do indivíduo. Porém, neste estudo, sugerimos que este efeito pode perdurar até o final do treino, desde que a fadiga não tenha se instalado. A dinâmica intermitente do voleibol permite intervalos de recuperação (~30s) entre as ações, dessa forma, a adaptação à tarefa e a condição atlética podem proporcionar aos atletas uma recuperação mais eficiente. Tais constatações podem explicar esse fenômeno no voleibol, sugerindo que a capacidade de manter ou aumentar a altura de salto

após o treino como um marcador de estado de treinamento.

Resultados semelhantes aos nossos foram observados no estudo de Berriel *et al.* (55), com protocolo de intervenção combinada de estímulos de força e pliometria antes da sessão de treino, o desempenho de salto vertical dos atletas melhorou após uma sessão de 60 minutos de treino técnico/tático. Villalon-Gasch *et al.* (56) investigaram o efeito do APPA em atletas de voleibol feminino em situação real de jogo, divididas em grupo controle (aquecimento normal) e experimental (estímulos de força), realizando testes de salto vertical em diferentes intervalos de tempo: após a ativação (8 min), antes do início do jogo (23 min) e nos sets 1 a 5 (46, 68, 95, 120 e 123 min). Os autores observaram que o grupo experimental atingiu o pico de altura de salto vertical após o 2º set, 45 minutos após o início do jogo, e, 68 minutos após a ativação, o grupo controle atingiu o pico após 90 minutos. Os autores observaram que no 3º set ambos os grupos apresentavam valores semelhantes no percentual de melhora e que o efeito do APPA não pode mais ser observado até o final da partida.

A correlação identificada entre os resultados da TQR e EBE colhidos antes da sessão de treino com os valores obtidos de PSE indicaram que o estado de recuperação do atleta influencia na PSE. Ungureanu *et al.* (41) identificaram que a sPSE-CT teve influência no treino do dia seguinte (22 horas após) em atletas de voleibol feminino. Contrariamente, neste estudo, houve efeito do treino sobre a PSE no dia seguinte, apenas quando realizada carga de saltos excessiva. No entanto, o desempenho motor ficou prejudicado por até 48 horas. Lima *et al.* (15) observaram que a quantidade de saltos realizados em treinos 4 dias antes do jogo da semana se correlaciona com o desempenho de salto em sessões subsequentes, fato que em nosso estudo foi observado apenas no treino seguinte.

A exposição cumulativa aos estímulos das sessões de treino com o intuito de aprimoramento da performance física e técnica pode ser entendida como carga crônica, e deve ser monitorada para melhor entendimento das respostas dos atletas, a fim de realizar ajustes no planejamento e para diminuição do aparecimento de lesões (8). Em nosso estudo, houve diferença entre as cargas e o desempenho motor dos períodos analisados, mostrando que a exposição cumulativa às sessões de treino pode tanto melhorar como prejudicar a prontidão atlética. Na semana 6 no P2, a equipe teve 3 dias seguidos de folga, assim como não jogou oficialmente, permitindo uma grande redução de CTTS e *strain*. Nesse contexto,

a condição de menor exigência proporcionou melhora no desempenho motor dos atletas na semana de testes, funcionando como um período de *tapering* (43).

De acordo com García-de-Alcaráz *et al.* (18), a distribuição da carga externa relacionada a quantidade de saltos com sessões com menos saltos próximas aos dias de jogo parece ser uma prática utilizada em equipes profissionais de voleibol. Já Luebbbers *et al.* (57) demonstraram a importância de um período de recuperação após um programa de treino pliométrico de 4 ou 7 semanas com volume equalizado. Observou-se redução e manutenção logo após o programa, e melhora do desempenho na altura de salto vertical após 4 semanas de recuperação. Dessa maneira, é importante que a distribuição das cargas durante a semana de treino respeite os princípios de flutuação de carga em microciclos de partida única ou partidas congestionadas para permitir a recuperação, adaptação e a supercompensação física e fisiológica (15). Mas, se a carga externa do voleibol não se resume apenas aos saltos verticais, conforme resultados do nosso estudo, parece se tornar imprescindível o uso de novas tecnologias como acelerômetros para quantificação de deslocamentos, acelerações e desacelerações para verificar o efeito das cargas nessas variáveis.

Neste sentido, por meio de aprendizagem de máquina, De Leeuw *et al.* (28) encontraram, que a sobrecarga total realizada no treino de força 4 semanas antes do jogo, pode ser utilizada como preditor de performance no ataque. Os autores verificaram que atletas mais fortes tem maior capacidade de acelerar e saltar mais alto, e que a altura de salto é um preditor de eficácia de ataque. Por outro lado, foi verificado que realizar grande quantidade de saltos na semana antes do jogo está relacionada com pior desempenho de recepção, o que pode estar relacionado com a fadiga neuromuscular, que interfere no controle fino do movimento técnico. Verificou-se ainda, que grande variação de saltos altos (> 65cm) na última semana ou um número excessivo de saltos altos nas últimas duas semanas influenciam no desempenho da recepção. Este mesmo grupo de autores, também utilizando aprendizagem de máquina, verificaram que a quantidade de saltos realizados pelos atletas pode ser um indicador de causa de lesão, e que o limiar é individual a cada atleta, dependendo da especificidade de cada posição. Segundo os autores, a quantidade excessiva de saltos, saltos altos e a qualidade do sono devem ser monitorados para prevenir o aparecimento de lesões (58).

Em nosso estudo não foi observada correlação entre as medidas de CI (PSE e sPSE-CT) e CE analisadas. A literatura atual já aponta nesse sentido, e as novas ferramentas de análise mostram que a fadiga experienciada pelos atletas de voleibol está mais relacionada ao número de acelerações/desacelerações realizadas do que apenas aos saltos verticais (24). Em uma recente meta-análise em que se investigou a relação entre carga externa-interna em esportes coletivos, McLaren *et al.* (59) revelaram que a distância total percorrida pelos atletas tem as mais fortes associações com os indicadores e as respostas de CI, relação que foi maior do que com outras medidas de CE como saltos, *tackles* ou *sprints*.

No presente estudo observou-se que as variáveis analisadas de CI e CE não apresentam correlação, estando de acordo com os achados recentes na literatura científica sobre relação da CI com a quantidade de saltos realizados no voleibol. Sessões de treino de voleibol com duração entre 70 a 90 minutos não foram capazes de afetar o desempenho motor dos atletas, possivelmente, por se tratar da segunda metade da temporada e os atletas estarem condicionados às demandas específicas da modalidade. Por outro lado, foi visto que sessões com maior quantidade e frequência de saltos, independente da CI, são capazes de potencializar o desempenho de salto vertical, provavelmente, por mecanismos relacionados ao aumento da performance pós-ativação (APPA) ou outros mecanismos que carecem de mais investigações na realidade do voleibol. Contudo, essas sessões promovem efeito residual prejudicando o desempenho motor por até 72 horas, mesmo quando as escalas de recuperação autorrelatada não apresentavam diferença.

Como efeito crônico da CT no desempenho motor de salto vertical e agilidade foi evidenciado que períodos com acúmulo maior de carga podem prejudicar o desempenho dos atletas e devem ser vistos com atenção no planejamento do treinamento durante a temporada. Foi constatado também que a redução da carga em determinadas semanas é capaz de proporcionar melhora no desempenho motor e deve ser utilizada como estratégia em períodos importantes na temporada.

Limitações

O presente estudo não é livre de limitação, dessa forma, dentre estas podemos listar: (i) foi avaliada apenas uma equipe de voleibol o que prejudica a extrapolação dos dados em relação ao efeito da carga; (ii) os resultados refletem a análise de algumas semanas de treino da segunda parte da temporada; (iii) a análise foi realizada considerando a equipe e não foi dividida por posições e funções de jogo.

Aplicações Práticas

- O uso das medidas de desempenho do CMJ se mostra sensível às flutuações da carga de treino, e pode proporcionar dados de estado de treinamento, recuperação e performance para a comissão técnica que não são sensíveis aos *feedbacks* subjetivos dos atletas.
- A redução da carga de treino em momentos específicos da temporada se mostra eficaz para permitir a recuperação física e promover adaptações positivas no desempenho motor.
- Treinos com grande quantidade de saltos devem ser realizados no máximo três (3) dias antes do jogo, visto que a performance de salto vertical e a mudança de direção podem ser prejudicadas por até 72h.

Considerações Finais

Em nosso estudo, verificou-se que as medidas de salto vertical são eficazes para verificar a prontidão atlética de jogadores profissionais de voleibol. Neste sentido, foi observado que sessões com CE com grande quantidade de saltos verticais podem potencializar o desempenho na altura de salto vertical por mecanismos relacionados ao efeito do APPA, e que esse efeito pode perdurar até o final de sessões com duração em torno de 90 minutos, desde que a fadiga não supere a potenciação, e que esse balanço está relacionado as variáveis individuais como nível de força, adaptação a tarefa e condição atlética.

Por outro lado, sessões com grandes quantidades de saltos verticais devem ser evitadas até 3 dias antes de um jogo oficial pois, o efeito residual pode prejudicar o desempenho físico e cognitivo dos atletas. Assim, as sessões de treino no voleibol devem ser divididas em sessões capazes de promover estímulos suficientes para ativação dos mecanismos de potenciação e sessões para desenvolver/manter a resistência motora específica da modalidade.

A carga acumulada tem efeito sobre o desempenho motor dos atletas e uma semana com redução de carga de treinamento próxima ao final da temporada foi capaz de proporcionar melhora subsequente no desempenho de salto vertical e agilidade.

Não foi observada correlação entre a CI analisada pela PSE com a CE de saltos verticais, fato que já vem sendo constatado na literatura científica, inclusive com questionamentos acerca da adequação dos termos ao seu propósito.

Referências

1. SOARES, Ytalo Mota. Treinamento esportivo. 1a. Rio de Janeiro: MedBook; 2014.
2. THOMAS, Kevin; BROWNSTEIN, Callum George; DENT, Jack; PARKER, Paul; GOODALL, Stuart; HOWATSON, Glyn. Neuromuscular Fatigue and Recovery after Heavy Resistance, Jump, and Sprint Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Estados Unidos, v. 50, n. 12, p. 2526–2535, 2018. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001733.
3. OLIVEIRA, ALB; SEQUEIROS, JLS; DANTAS, EHM. Estudo comparativos entre o modelo de periodização clássica de Matveev e o modelo de periodização em blocos de Verkhoshanski. *Fitness & Performance Journal*, Brasil, v. 4, n. 6, p. 358–362, 2005.
4. SHEPPARD, Jeremy; GABBETT, Tim; CLAUDIO REEBERG STANGANELLI, Luiz; NEWTON, Robert U. An analysis of playing positions in elite international mens' volleyball: considerations for competition demands and physiological characteristics. *Journal of Strength & Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 24, p. 1, 2010.
5. MARCELINO, Rui; MESQUITA, Isabel; AFONSO, José. The weight of terminal actions in Volleyball. Contributions of the spike, serve and block for the teams' rankings in the World League 2005. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, Inglaterra, v. 8, n. 2, p. 1–7, 2008. DOI: 10.1080/24748668.2008.11868430.

6. CASTRO, José; SOUZA, Adriano; MESQUITA, Isabel. Attack efficacy in volleyball: elite male teams. *Perceptual and Motor Skills*, Estados Unidos, v. 113, n. 2, p. 395–408, 2011. DOI: 10.2466/05.25.PMS.113.5.395-408.
7. ENOKA, Roger M.; DUCHATEAU, Jacques. Translating Fatigue to Human Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Estados Unidos, v. 48, n. 11, p. 2228–2238, 2016. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000929
8. IMPELLIZZERI, Franco M.; JEFFRIES, Annie C.; WEISMAN, Asaf; COUTTS, Aaron J.; MCCALL, Alan; MCLAREN, Shaun J.; KALKHOVEN, Judd. The “training load” construct: Why it is appropriate and scientific. *Journal of Science and Medicine in Sport*, Australia, v. 25, n. 5, p. 445–448, 2022. DOI: 10.1016/j.jsams.2021.10.013.
9. SOLIGARD, Torbjørn et al. 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*, Inglaterra, v. 50, n. 17, p. 1030–1041, 2016. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096581.
10. KELLMANN, M. Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Dinamarca, v. 20 Supl 2, p. 95–102, 2010. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2010.01192.x.
11. HORTA, Thiago Andrade Goulart; FILHO, Maurício Gattás Bara; MIRANDA, Renato; COIMBRA, Danilo Reis; WERNECK, Francisco Zaccaron. Influência dos saltos verticais na percepção da carga interna de treinamento no voleibol. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, Brasil, v. 23, n. 5, p. 403–406, 2017. DOI: 10.1590/1517-869220172305172132.
12. DUARTE, Thiago S.; ALVES, Danilo L.; COIMBRA, Danilo R.; MILOSKI, Bernardo; BOUZAS MARINS, João C. Joao C.; BARA FILHO, Mauricio G. Maurício G. Technical and Tactical Training Load in Professional Volleyball Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Estados Unidos, v. 14, n. 10, p. 1–6, 2019. DOI: 10.1123/ijsp.2019-0004.
13. HORTA, Thiago A. G.; BARA FILHO, Maurício G.; COIMBRA, Danilo R.; MIRANDA, R.; WERNECK, Francisco Z. 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*, Estados Unidos, p. 1, 2017. a. DOI: 10.1519/jsc.0000000000002404.
14. MENDES, Bruno et al. Daily and weekly training load and wellness status in preparatory, regular and congested weeks: a season-long study in elite volleyball players. *Research in Sports Medicine*, Inglaterra, v. 26, n. 4, p. 462–473, 2018. DOI: 10.1080/15438627.2018.1492393.
15. LIMA, Ricardo Franco et al. Within-Week Variations and Relationships between Internal and External Intensities Occurring in Male Professional Volleyball Training

Sessions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Suíça, v. 19, n. 14, 2022. DOI: 10.3390/ijerph19148691.

16. CLEMENTE, Filipe M.; SILVA, Ana F.; CLARK, Cain C. T. T.; CONTE, Daniele; RIBEIRO, Joao João; MENDES, Bruno; LIMA, Ricardo. Analyzing the Seasonal Changes and Relationships in Training Load and Wellness in Elite Volleyball Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Estados Unidos, p. 1–10, 2020. DOI: 10.1123/ijsp.2019-0251.

17. DEBIEN, Paula B.; MANCINI, Marcelly; COIMBRA, Danilo R.; DE FREITAS, Daniel G. S.; MIRANDA, Renato; BARA FILHO, Mauricio G. Monitoring Training Load, Recovery, and Performance of Brazilian Professional Volleyball Players During a Season. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Estados Unidos, v. 13, n. 9, p. 1182–1189, 2018. DOI: 10.1123/ijsp.2017-0504.

18. GARCÍA-DE-ALCARAZ, Antonio; RAMÍREZ-CAMPILLO, Rodrigo; RIVERA-RODRÍGUEZ, Miguel; ROMERO-MORALEDA, Blanca. Analysis of jump load during a volleyball season in terms of player role. *Journal of Science and Medicine in Sport*, Australia, v. 23, n. 10, p. 973–978, 2020. DOI: 10.1016/j.jsams.2020.03.002.

19. PISA, Marcel F.; ZECCHIN, Arthur M.; GOMES, Leonardo G.; NORBERTO, Matheus S.; PUGGINA, Enrico F. Internal load in male professional volleyball: a systematic review. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Itália, v. 62, n. 11, p. 1465–1473, 2022. a. DOI: 10.23736/S0022-4707.22.12885-9.

20. PISA, Marcel Frezza; ZECCHIN, Arthur Marques; GOMES, Leonardo Gaspar; PUGGINA, Enrico Fuini. External load in male professional volleyball: A systematic review. *Balt J Health Phys Act.*, Polônia, v. 14, n. 2, p. article 7, 2022. b. DOI: <https://doi.org/10.29359/BJHPA.14.2.07>.

21. TIMOTEO, Thiago Ferreira; DEBIEN, Paula Barreiros; MILOSKI, Bernardo; WERNECK, Francisco Zaccaron; GABBETT, Tim; BARA FILHO, Mauricio Gattas. Influence of Workload and Recovery on Injuries in Elite Male Volleyball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 35, n. 3, p. 791-796, 2018. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002754.

22. ANDRADE, Diana Medeiros; FERNANDES, Gabriela; MIRANDA, Renato; REIS COIMBRA, Danilo; BARA FILHO, Mauricio G. Maurício G. Training load and recovery in volleyball during a competitive season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 35, n. 4, p. 1082-1088, 2021. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002837.

23. CLEMENTE, Filipe Manuel; MENDES, Bruno; BREDT, Sarah da Glória Teles; PRAÇA, Gibson Moreira; SILVÉRIO, André; CARRIÇO, Sandro; DUARTE, Emanuel. Perceived Training Load, Muscle Soreness, Stress, Fatigue, and Sleep Quality in Professional Basketball: A Full Season Study. *Journal of Human Kinetics*, Polônia, v. 67, p. 199–207, 2019. DOI: 10.2478/hukin-2019-0002.

24. PAWLIK, Damian; MROCZEK, Dariusz. Fatigue and Training Load Factors in Volleyball. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Suíça, v. 19, n. 18, 2022. DOI: 10.3390/ijerph191811149.
25. LIMA, Ricardo Franco; PALAO, Jose; CASTRO, Henrique; CLEMENTE, Filipe. Measuring the training external jump load of elite male volleyball players: An exploratory study in Portuguese League. *Retos*, Espanha, v. 36, n. 2, p. 454–458, 2019.
26. BARTLETT, Jonathan D.; O’CONNOR, Fergus; PITCHFORD, Nathan; TORRES-RONDA, Lorena; ROBERTSON, Samuel J. Relationships Between Internal and External Training Load in Team-Sport Athletes: Evidence for an Individualized Approach. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Estados Unidos, v. 12, n. 2, p. 230–234, 2017. DOI: 10.1123/ijsp.2015-0791.
27. LIMA, Ricardo Franco; SILVA, Ana; AFONSO, Jose José; CASTRO, Henrique; CLEMENTE, Filipe Manuel. External and internal Load and their Effects on Professional Volleyball Training. *International Journal of Sports Medicine*, Alemanha, 2020. DOI: 10.1055/a-1087-2183.
28. DE LEEUW, Arie-Willem; VAN BAAR, Rick; KNOBBE, Arno; VAN DER ZWAARD, Stephan. Modeling Match Performance in Elite Volleyball Players: Importance of Jump Load and Strength Training Characteristics. *Sensors*, Suíça. v. 22, n. 20, 2022. a. DOI: 10.3390/s22207996.
29. FOSTER, Carl. et al. A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditional Research*, Estados Unidos, v. 15, n. 1, p. 109–115, 2001.
30. CICCHETTI, Domenic V. Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychological Assessment*, Estados Unidos. v. 6, p. 284–290, 1994. DOI: 10.1037/1040-3590.6.4.284.
31. CLAUDINO, João Gustavo; CRONIN, John; MEZÊNCIO, Bruno; MCMASTER, Daniel Travis; MCGUIGAN, Michael; TRICOLI, Valmor; AMADIO, Alberto Carlos; SERRÃO, Julio Cerca. The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, Australia, v. 20, n. 4, p. 397–402, 2017. DOI: 10.1016/j.jsams.2016.08.011.
32. BOSCO, C.; LUHTANEN, P.; KOMI, P. V. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, Alemanha, v. 50, n. 2, p. 273–282, 1983. DOI: 10.1007/BF00422166.
33. HARMAN, E., GARHAMMER, J., & PANDORF, C. Administration, scoring, and interpretation of selected tests. In: T. R. BAECHLE, & R. W. Earle (org.). *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign: Human Kinetics, 2000. p. 287–317.
34. MCLEAN, Blake D.; COUTTS, Aaron J.; KELLY, Vince; MCGUIGAN, Michael R.; CORMACK, Stuart J. Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during

different length between-match microcycles in professional rugby league players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Estados Unidos, v. 5, n. 3, p. 367–383, 2010. DOI: 10.1123/ijsp.5.3.367.

35. KENTTÄ, G.; HASSMÉN, P. Overtraining and recovery. A conceptual model. *Sports Medicine Nova Zelândia*, v. 26, n. 1, p. 1–16, 1998. DOI: 10.2165/00007256-199826010-00001.

36. ADE, Jack D.; DRUST, Barry; MORGAN, Oliver J.; BRADLEY, Paul S. Physiological characteristics and acute fatigue associated with position-specific speed endurance soccer drills: production vs maintenance training. *Science & Medicine in Football*, Inglaterra, v. 5, n. 1, p. 6–17, 2021. DOI: 10.1080/24733938.2020.1789202.

37. WRAY, Walter; WARY, Claire; DUTIEL, Sandrine; HOFF, Jan; CARLIER, Pierre G.; RICHARDSON, Russell S. Skeletal muscle O₂ availability regulates myoglobin and phosphocreatine recovery following exercise in humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Estados Unidos, v. 37, n. Supl, p. S59, 2005. DOI: 10.1249/00005768-200505001-00318.

38. GUAN, Shuo; LIN, Nan; YIN, Yue; LIU, Haibin; LIU, Liqing; QI, Liping. The Effects of Inter-Set Recovery Time on Explosive Power, Electromyography Activity, and Tissue Oxygenation during Plyometric Training. *Sensors*, Suíça, v. 21, n. 9, 2021. DOI: 10.3390/s21093015.

39. CARROLL, T. J.; TAYLOR, J. L.; GANDEVIA, S. C. Recovery of central and peripheral neuromuscular fatigue after exercise. *Journal of Applied Physiology*, Estados Unidos, v. 122, n. 5, p. 1068–1076, 2016. DOI: 10.1152/jappphysiol.00775.2016.

40. GARCIA-DE-ALCARAZ, Antonio; GOMEZ-RUANO, Miguel A.; PAPADOPOULOU, Sophia D. In Search for Volleyball Entertainment: Impact of New Game Rules on Score and Time-Related Variables. *Journal of Human Kinetics*, Polônia, v. 70, p. 275–285, 2019. DOI: 10.2478/hukin-2019-0046.41.

41. UNGUREANU, Alexandru Nicolae; BRUSTIO, Paolo Riccardo; BOCCIA, Gennaro; RAINOLDI, Alberto; LUPO, Corrado. Effects of Pre-session Well-Being Perception on Internal Training Load in Female Volleyball Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Estados Unidos, v. 16, n. 5, p. 622–627, 2021. DOI: 10.1123/ijsp.2020-0387.

42. TAYLOR, Kristie-Lee.; CHAPMAN, Dale W.; CRONIN, John B.; NEWTON, Michael J.; GILL, Nichollas. Fatigue monitoring in high performance sport: A survey of current trends. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, Austrália, v. 20, n. 1, p. 12–23, 2012.

43. MUJIKA, Iñigo; PADILLA, Sabino. Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Estados Unidos, v. 35, n. 7, p. 1182–1187, 2003. DOI: 10.1249/01.MSS.0000074448.73931.11.

44. BOSQUET, Laurent; MONTPETIT, Jonathan; ARVISAIS, Denis; MUJIK, Iñigo. Effects of tapering on performance: a meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Estados Unidos, v. 39, n. 8, p. 1358–1365, 2007. DOI: 10.1249/mss.0b013e31806010e0.
45. ZARAS, Nikolaos D.; STASINAKI, Angeliki-Nikoletta E.; KRASE, Argyro A.; METHENITIS, Spyridon K.; KARAMPATOS, Giorgos P.; GEORGIADIS, Giorgos V.; SPENGOS, Konstantinos M.; TERZIS, Gerasimos D. Effects of tapering with light vs. heavy loads on track and field throwing performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 28, n. 12, p. 3484–3495, 2014. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000566.
46. LIMA, Ricardo Franco; SILVA, Ana Filipa; MATOS, Sérgio; DE OLIVEIRA CASTRO, Henrique; REBELO, André; CLEMENTE, Filipe Manuel; NOBARI, Hadi. Using inertial measurement units for quantifying the most intense jumping movements occurring in professional male volleyball players. *Scientific Reports*, Inglaterra, v. 13, n. 1, p. 5817, 2023. DOI: 10.1038/s41598-023-33056-8.
47. TILLIN, Neale Anthony; BISHOP, David. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine Nova Zelândia*, v. 39, n. 2, p. 147–166, 2009. DOI: 10.2165/00007256-200939020-00004.
48. BLAZEVIČ, Anthony J.; BABAUŁ, Nicolas. Post-activation Potentiation Versus Post-activation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues. *Frontiers in Physiology*, Suíça, v. 1, n. 10 Novembro, 2019. DOI: 10.3389/fphys.2019.01359.
49. STONE, Michael H.; SANDS, William A.; PIERCE, Kyle C.; RAMSEY, Michael W.; HAFF, G. Gregory. Power and power potentiation among strength-power athletes: preliminary study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Estados Unidos, v. 3, n. 1, p. 55–67, 2008. DOI: 10.1123/ijsp.3.1.55.
50. HODSON-TOLE, Emma F.; WAKELING, James M. Motor unit recruitment for dynamic tasks: current understanding and future directions. *Journal of comparative physiology. B, Biochemical, Systemic and Environmental Physiology*, Alemanha, v. 179, n. 1, p. 57–66, 2009. DOI: 10.1007/s00360-008-0289-1.
51. RITZMANN, R.; KRAMER, A.; GOLLHOFER, A.; TAUBE, W. The effect of whole-body vibration on the H-reflex, the stretch reflex, and the short-latency response during hopping. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Dinamarca, v. 23, n. 3, p. 331–339, 2013. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2011.01388.x.
52. COCHRANE, Darryl J. The potential neural mechanisms of acute indirect vibration. *Journal of Sports Science & Medicine*, Turquia, v. 10, n. 1, p. 19–30, 2011.

53. DOBBS, Ward C.; TOLUSSO, Danilo V; FEDEWA, Michael V; ESCO, Michael R. Effect of Postactivation Potentiation on Explosive Vertical Jump: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 33, n. 7, p. 2009–2018, 2019. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002750.
54. CHEN, Yiyang; SU, Qing; YANG, Juan; LI, Gen; ZHANG, Shiyan; LV, Yuanyuan; YU, Laikang. Effects of rest interval and training intensity on jumping performance: a systematic review and meta-analysis investigating post-activation performance enhancement. *Frontiers in Physiology*, Suíça, v. 14, Junho, 2023. DOI: 10.3389/fphys.2023.1202789.
55. BERRIEL, Guilherme P.; CARDOSO, Ananda S.; COSTA, Rochelle R.; ROSA, Rodrigo G.; OLIVEIRA, Henrique B.; KRUEL, Luiz Fernando M.; PEYRÉ-TARTARUGA, Leonardo A. Effects of Postactivation Performance Enhancement on The Vertical Jump in High-Level Volleyball Athletes. *Journal of Human Kinetics*, Polônia, v. 82, p. 145–153, 2022. DOI: 10.2478/hukin-2022-0041.
56. VILLALON-GASCH, Lamberto; PENICHET-TOMAS, Alfonso; SEBASTIA-AMAT, Sergio; PUEO, Basilio; JIMENEZ-OLMEDO, Jose M. Postactivation Performance Enhancement (PAPE) Increases Vertical Jump in Elite Female Volleyball Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Inglaterra, v. 19, n. 1, p. 5817, 2023. DOI: 10.3390/ijerph19010462.
57. LUEBBERS, Paul E.; POTTEIGER, Jeffrey A.; HULVER, Mathew W.; THYFAULT, John P.; CARPER, Michael J.; LOCKWOOD, Robert H. Effects of plyometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 17, n. 4, p. 704–709, 2003. DOI: 10.1519/1533-4287(2003)010704:2
58. DE LEEUW, Arie-Willem; VAN DER ZWAARD, Stephan; VAN BAAR, Rick; KNOBBE, Arno. Personalized machine learning approach to injury monitoring in elite volleyball players. *European Journal of Sport Science*, Inglaterra, v. 22, n. 4, p. 511–520, 2022. b. DOI: 10.1080/17461391.2021.1887369.
59. MCLAREN, Shaun J.; MACPHERSON, Tom W.; COUTTS, Aaron J.; HURST, Christopher; SPEARS, Iain R.; WESTON, Matthew. The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, Suíça, v. 48, n. 3, p. 641–658, 2018. a. DOI: 10.1007/s40279-017-0830-z.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No voleibol masculino profissional, de forma usual, a CI é monitorizada, majoritariamente, por meio de métodos que utilizam a PSE como parâmetro de base para cálculo de outras medidas como a sPSE-CT (carga de treino da sessão), CTTS (carga total de treino semanal) e métricas que servem como parâmetro de avaliação do comportamento da carga no período avaliado como a Mnt (monotonia), o *strain* (estresse) e a RCAC (razão de carga aguda/crônica). A utilização de monitores de frequência cardíaca para cálculo do *Trimp* (*training impulses*) parece não ser tão efetiva na quantificação e monitoramento da CI no voleibol, possivelmente, pela característica intermitente da modalidade, sendo a maioria dos esforços de alta intensidade e curta duração (~6s), com intervalos de recuperação de 30 segundos em média, e ficando entre 50 a 80% da frequência cardíaca máxima. Dessa maneira, com esforços curtos e intensos, não há tempo hábil para o sistema cardiorrespiratório se ajustar para atender à demanda metabólica do esforço, sendo esta, relacionada ao metabolismo periférico.

Para quantificação e monitoramento da CE, o uso da gravação de vídeo da sessão de treino ou jogo e posterior contagem manual ou semiautomática dos saltos realizados era a prática mais utilizada por pesquisadores e comissões técnicas, porém, devido aos avanços tecnológicos, esse método vem sendo substituído pela utilização de unidades de medidas inerciais (UMI) como os acelerômetros. Esses equipamentos fornecem dados de deslocamento nos 3 eixos e podem contribuir no entendimento da demanda física, proporcionando dados de acelerações, desacelerações e distância percorrida, além dos saltos verticais. Infelizmente, nessa pesquisa não foi possível a utilização deste tipo de equipamento.

Em relação a demanda de saltos analisada por posição de jogo, o LV (levantador) apresenta a maior demanda em treinos e jogos e essa demanda é, em sua maioria, de saltos de média intensidade em ações de levantamento. O BC (bloqueador central) tem maior demanda de saltos em situações de bloqueio e ataque e o OP (oposto) salta com mais frequência próximo a altura máxima de salto. A CE quando representada pela demanda de saltos não apresenta correlação forte com a CI avaliada pela PSE, provavelmente, pelo fato de as funções dentro do jogo terem características cognitivas de tomada de decisão, físicas

de deslocamentos, acelerações e desacelerações e psicológicas distintas, como no caso do PT (ponta) que tem a responsabilidade, junto com o LB (líbero), de recepção do saque adversário e a qualidade da recepção tem importância decisória para o sucesso do ataque.

Os períodos de intensificação da CT (carga de treino), seja a CI ou CE, são sensíveis aos resultados subjetivos de questionários de recuperação e bem estar, por isso, eles devem ser analisados em conjunto com as CT pois podem indicar piora no estado de recuperação, má adaptação ao treinamento e queda no desempenho do atleta em certos períodos. As semanas ou sessões de treino com maior quantidade de saltos também devem ser programadas com atenção pois a realização de grande quantidade de saltos pode prejudicar o desempenho neuromuscular e o controle motor em ações de recepção.

A literatura aponta os testes de salto vertical como marcador de estado de treinamento, prontidão atlética e, nesta pesquisa, foi mostrado que a análise do efeito agudo da CT na diferença de desempenho antes e após a sessão de treino possibilita avaliar o estado de prontidão atlética do atleta. Esta análise baseia-se no equilíbrio entre a capacidade de potenciação do desempenho neuromuscular e a instalação da fadiga. O desempenho em ações rápidas e sucessivas, como no caso do voleibol, é dependente da liberação rápida de energia pela fosfocreatina (PCr), ressintetizada pelo metabolismo aeróbio no final da cadeia transportadora de elétrons. Dessa maneira, o intervalo característico entre as ações realizadas nos treinos e nos jogos, parece ser suficiente para permitir a recuperação do desempenho neuromuscular e a adaptação específica às demandas físicas da modalidade, favorecendo a manutenção do desempenho em esforços de alta intensidade por tempo prolongado.

O desempenho nos testes de salto vertical se mostrou sensível às mudanças no comportamento da CT, evidenciando que a exposição cumulativa às sessões de treino pode modificar o efeito crônico da carga, podendo tanto melhorar como prejudicar a prontidão atlética. Portanto, é importante que a distribuição da CT durante os períodos de treino na temporada apresente cinética ondulatória, alternando momentos de aumento e redução de carga para permitir a recuperação, adaptação e a supercompensação física e fisiológica.

Como pontos fortes desta pesquisa temos a realização de duas revisões sistemáticas (RS) inéditas sobre os temas e que incluíram grande número de estudos, 26 estudos na RS sobre a CI e 12 estudos na RS sobre a CE no voleibol masculino

profissional. Desta maneira, foi possível criar uma imagem atual sobre o estado das pesquisas sobre CT no voleibol masculino profissional, identificar os principais métodos empregados, assim, nortear pesquisas futuras e servir de parâmetro para treinadores e cientistas do esporte.

Ainda como ponto forte da pesquisa, nosso estudo sobre o efeito da carga de treino sobre o desempenho motor dos atletas foi o primeiro nesse campo de investigação e trouxe resultados agudos e crônicos na prática real da modalidade.

Sobre as limitações, nas RSs realizadas, não foi possível determinar CT típicas da modalidade e comparar as cargas de treino com as cargas experienciadas em jogos oficiais devido a heterogeneidade nos diferentes delineamentos experimentais dos estudos e modelos de treinamento. No estudo realizado, as principais limitações se referem a avaliação de apenas uma equipe de voleibol, o que prejudica a extrapolação dos dados em relação ao efeito da carga. Adicionalmente, a análise foi realizada considerando a equipe como um todo, de forma que esta não houve divisão por posições de jogo.

5. CONCLUSÕES DA TESE

Treinos com grande quantidade de saltos parecem produzir efeito de potenciação do desempenho de salto vertical, porém, parecem promover um efeito residual que compromete o desempenho neuromuscular por até 72 horas, portanto, devem ser realizados pelos menos 3 dias antes do jogo oficial. Desta forma, a utilização dos resultados dos testes de salto vertical pode ser aplicada para verificar o estado de prontidão atlética, e, em conjunto com outros resultados de testes físicos, e da recuperação autorrelatada pelo atleta, pode proporcionar dados de estado de treinamento e recuperação para a comissão técnica. Nesse contexto, a análise da diferença entre o desempenho em teste de CMJ antes e após a sessão de treino indica o estado de prontidão atlética como marcador de estado de treinamento.

A flutuação da carga de treinamento ao longo da temporada, seja aumentando ou diminuindo, influencia o desempenho motor dos atletas, podendo beneficiar ou prejudicar sua capacidade de jogo. É crucial implementar fases de treinamento intensivo para

estimular as adaptações físicas necessárias, enquanto períodos com redução da carga de treinamento são eficazes para permitir a recuperação física e promover melhorias no desempenho neuromuscular. Isso reflete a distribuição ondulatória no planejamento da carga de treinamento ao longo da temporada.

Vários métodos foram testados para a quantificação e monitoramento da CI no voleibol, como o *Trimp* e a PSE, porém, ainda não se tem até momento, um método que possa ser considerado “padrão ouro”. As zonas de frequência cardíaca apresentam limitações para a análise da CI no voleibol dada a natureza do jogo. Já o método que utiliza a PSE, como o próprio nome sugere, é subjetivo, ficando sujeito à percepção e honestidade do atleta. Outra limitação do monitoramento da CI pela PSE é a dificuldade de diferenciação entre sessões de duração média e intensidade alta com sessões de duração longa e intensidade baixa. Para a quantificação e monitoramento da CE no voleibol, a utilização de UMIs surge como ferramenta facilitadora e promissora, com possibilidade de acompanhamento dos dados em tempo real e que pode modificar o entendimento sobre essa varável na modalidade.

6. REFERÊNCIAS

1. MATTHIESEN, Sara Quenzer. Um estudo sobre o Voleibol: em busca de elementos para sua compreensão. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, Santa Maria, v. 15, n. 2, p.194-199, 1994.
2. FREITAS, Armando; VIEIRA, Silvia. *O que é Vôlei: história, regras, curiosidades*. Casa da Palavra, 2007. 109 p.
3. FIVB. Federação Internacional de Voleibol. Volleyball History. Disponível em: <https://www.fivb.com/en/about/history>. Acesso em: 20 de setembro de 2021.
4. MARQUES, Mário C.; VAN DEN TILLAAR, Roland; GABBETT, Tim J.; REIS, Victor M.; GONZÁLEZ-BADILLO, Juan J. Physical fitness qualities of professional volleyball players: determination of positional differences. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 23, n. 4, p. 1106–1111, 2009. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31819b78c4.
5. SHEPPARD, Jeremy; GABBETT, Tim; CLAUDIO REEBERG STANGANELLI, Luiz; NEWTON, Robert U. An Analysis Of Playing Positions In Elite International Mens’

- Volleyball: Considerations For Competition Demands And Physiological Characteristics. *Journal of Strength & Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 24, p. 1, 2010. Disponível em: <http://10.0.4.73/01.JSC.0000367211.02914.93>.
6. MROCZEK, Dariusz; JANUSZKIEWICZ, Aleksander; KAWCZYNSKI, Adam S.; BORYSIUK, Zbigniew; CHMURA, Jan. Analysis of male volleyball players' motor activities during a top level match. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 28, n. 8, p. 2297–2305, 2014. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000425.
 7. GABBETT, Tim; GEORGIEFF, Boris. Physiological and anthropometric characteristics of Australian junior national, state, and novice volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 21, n. 3, p. 902–908, 2007. DOI: 10.1519/R-20616.1.
 8. VIITASALO, J. T. et al. Endurance requirements in volleyball. *Canadian Journal of Applied Sport Science*, Canadá, v. 12, p. 194-201, 1987.
 9. POLGAZE, Ted.; DAWSON, Brian. The physiological requirements of the positions in state league volleyball. *Sports Coach*, Austrália, v. 15, p. 32-37, 1992.
 10. GRIVETTI, Louis E.; APPLGATE, Elizabeth A.; GRIVETTI LE, Applegate EA. From Olympia to Atlanta: a cultural-historical perspective on diet and athletic training. *Journal of Nutritional*, Estados Unidos, v. 127, n. 5 Suppl, p. 860–8, 1997. DOI: 10.1093/jn/127.5.860S.
 11. NUZZO, James L.; NUZZO JL. History of Strength Training Research in Man: An Inventory and Quantitative Overview of Studies Published in English Between 1894 and 1979. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Estados Unidos, v. may 1, 35, n. 5, p. 1425–48, 2021. DOI: 10.1519/JSC.00000000000003959.
 12. MCLAREN, Shaun J.; MACPHERSON, Tom W.; COUTTS, Aaron J.; HURST, Christopher; SPEARS, Iain R.; WESTON, Matthew. The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, Nova Zelândia, v. 48, n. 3, p. 641–658, 2018. DOI: 10.1007/s40279-017-0830-z. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0830-z>.
 13. IAIA, F. Marcello; RAMPININI, Ermanno; BANGSBO, Jens. High-intensity training in football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Estados Unidos, v. 4, n. 3, p. 291–306, 2009. DOI: 10.1123/ijsp.4.3.291.
 14. COFFEY, Vernon G.; HAWLEY, John A. The molecular bases of training adaptation. *Sports Medicine*, Nova Zelândia, v. 37, n. 9, p. 737–763, 2007. DOI: 10.2165/00007256-200737090-00001.

15. FOSTER, Carl. et al. A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 15, n. 1, p. 109–115, 2001.
16. IMPELLIZZERI FM, RAMPININI E, Marcora SM; IMPELLIZZERI, Franco M.; RAMPININI, Ermanno; MARCORA, Samuele M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Science*, Inglaterra, v. 23, n. 6, p. 583–92, 2005. DOI: 10.1080/02640410400021278.
17. SOLIGARD, Torbjørn et al. 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*, Inglaterra, v. 50, n. 17, p. 1030–1041, 2016. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096581.
18. GABBETT, Tim J. The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, Inglaterra, v. 50, n. 5, p. 273–280, 2016. DOI: 10.1136/bjsports-2015-095788.
19. EVERT, Verhagen; GABBETT, Tim. Load, capacity and health: critical pieces of the holistic performance puzzle. *British Journal of Sports Medicine*, Inglaterra, v. 53, p. 5–6, 2019.
20. BOMPRA, Tudor O.; HAFF, G. Gregory. *Periodização: teoria e metodologia do treinamento*: 5^a ed. São Paulo: Phorte, 2012.
21. BLAZEVOICH, Anthony J.; BABAULT, Nicolas. Post-activation Potentiation Versus Post-activation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues. *Frontiers in Physiology*, Suíça, v. 10, n. November, 2019. DOI: 10.3389/fphys.2019.01359.
22. IMPELLIZZERI, Franco M.; JEFFRIES, Annie C.; WEISMAN, Asaf; COUTTS, Aaron J.; MCCALL, Alan; MCLAREN, Shaun J.; KALKHOVEN, Judd. The “training load” construct: Why it is appropriate and scientific. *Journal of Science and Medicine in Sport*, Australia, v. 25, n. 5, p. 445–448, 2022. DOI: 10.1016/j.jsams.2021.10.013.
23. FITZPATRICK, J. F. John F.; HICKS, Kirsty M. K. M.; HAYES, P. R. Philip R. Dose–Response Relationship Between Training Load and Changes in Aerobic Fitness in Professional Youth Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Estados Unidos, v. 13, n. 10, p. 1365–70, 2018. DOI: 10.1123/ijsp.20170843.
24. ARCOS, Asier Los; MARTÍNEZ-SANTOS, Raul; YANCI, Javier; MENDIGUCHIA, Jurdan; MÉNDEZ-VILLANUEVA, Alberto. Negative Associations between Perceived Training Load, Volume and Changes in Physical Fitness in Professional Soccer Players. *Journal of Sports Science & Medicine*, Turquia, v. 14, n. 2, p. 394–401, 2015.
25. GARCÍA-DE-ALCARAZ, Antonio; RAMÍREZ-CAMPILLO, Rodrigo; RIVERA-

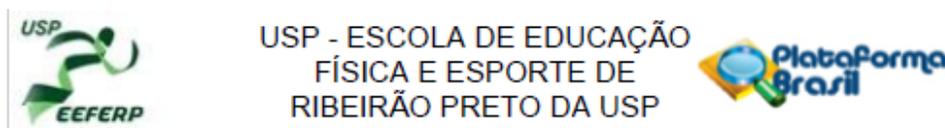
- RODRÍGUEZ, Miguel; ROMERO-MORALEDA, Blanca. Analysis of jump load during a volleyball season in terms of player role. *Journal of Science and Medicine in Sport, Australia*, v. 23, n. 10, p. 973–978, 2020. DOI: 10.1016/j.jsams.2020.03.002.
26. MENDES, Bruno et al. Daily and weekly training load and wellness status in preparatory, regular and congested weeks: a season-long study in elite volleyball players. *Research in Sports Medicine, Inglaterra*, v. 26, n. 4, p. 462–473, 2018. DOI: 10.1080/15438627.2018.1492393.
27. LIMA, Ricardo Franco; SILVA, Ana; AFONSO, Jose José; CASTRO, Henrique; CLEMENTE, Filipe Manuel. External and internal Load and their Effects on Professional Volleyball Training. *International Journal of Sports Medicine, Alemanha*, 2020. DOI: 10.1055/a-1087-2183.
28. PAWLIK, Damian; MROCZEK, Dariusz. Fatigue and Training Load Factors in Volleyball. *International Journal of Environmental Research and Public Health, Suíça*, v. 19, n. 18, 2022. DOI: 10.3390/ijerph191811149.
29. HORTA, Thiago Andrade Goulart; FILHO, Maurício Gattás Bara; MIRANDA, Renato; COIMBRA, Danilo Reis; WERNECK, Francisco Zacaron. Influência dos saltos verticais na percepção da carga interna de treinamento no voleibol. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte, Brasil*, v. 23, n. 5, p. 403–406, 2017. DOI: 10.1590/1517-869220172305172132.
30. LIMA, Ricardo Franco; PALAO, Jose; CASTRO, Henrique; CLEMENTE, Filipe. Measuring the training external jump load of elite male volleyball players: An exploratory study in Portuguese League. *Retos, Espanha*, v. 36, n. 2, p. 454–458, 2019.
31. RODRIGUEZ-MARROYO, Jose A.; MEDINA, Javier; GARCIA-LOPEZ, Juan; GARCIA-TORMO, Jose V; FOSTER, Carl. Correspondence between training load executed by volleyball players and the one observed by coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research, Estados Unidos*, v. 28, n. 6, p. 1588–1594, 2014. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000324.
32. DEBIEN, Paula B.; MANCINI, Marcelly; COIMBRA, Danilo R.; DE FREITAS, Daniel G. S.; MIRANDA, Renato; BARA FILHO, Mauricio G. Monitoring Training Load, Recovery, and Performance of Brazilian Professional Volleyball Players During a Season. *International Journal of Sports Physiology and Performance, Estados Unidos*, v. 13, n. 9, p. 1182–1189, 2018. DOI: 10.1123/ijsp.2017-0504.
33. TIMOTEO, Thiago Ferreira; DEBIEN, Paula Barreiros; MILOSKI, Bernardo; WERNECK, Francisco Zacaron; GABBETT, Tim; BARA FILHO, Mauricio Gattas. Influence of Workload and Recovery on Injuries in Elite Male Volleyball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research, Estados Unidos*, v. 35, n. 3, p. 791-796, 2018. DOI: 10.1519/JSC.00000000000002754.
34. BERRIEL, Guilherme P. et al. Correlations Between Jump Performance in Block and

- Attack and the Performance in Official Games, Squat Jumps, and Countermovement Jumps of Professional Volleyball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Estados Unidos, v. 35, p. S64–S69, 2021. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003858.
35. PAWLIK, Damian; MROCZEK, Dariusz. Influence of jump height on the game efficiency in elite volleyball players. *Scientific Reports*, Inglaterra, v. 13, n. 1, p. 8931, 2023. DOI: 10.1038/s41598-023-35729-w.
36. BERRIEL, Guilherme P.; CARDOSO, Ananda S.; COSTA, Rochelle R.; ROSA, Rodrigo G.; OLIVEIRA, Henrique B.; KRUEL, Luiz Fernando M.; PEYRÉ-TARTARUGA, Leonardo A. Effects of Postactivation Performance Enhancement on The Vertical Jump in High-Level Volleyball Athletes. *Journal of Human Kinetics*, Polónia, v. 82, p. 145–153, 2022. DOI: 10.2478/hukin-2022-0041.
37. SALE, Digby G. Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, Estados Unidos, v. 30, n. 3, p. 138–143, 2002. DOI: 10.1097/00003677-200207000-00008.
38. BATISTA, Mauro Alexandre Benites; ROSCHEL, Hamilton; BARROSO, Renato; UGRINOWITSCH, Carlos; TRICOLI, Valmor. Potencialização Pós-Ativação: possíveis mecanismos fisiológicos e sua aplicação no aquecimento de atletas de modalidades de potência. *Revista da Educação Física*, Brasil, v. 21, n. 1, p. 161–74, 2010. DOI: 10.4025/reveducfis.v21i1.5977.
39. COCHRANE, Darryl J.; STANNARD, Stephen R.; FIRTH, Elwyn C.; RITTWEGGER, Jörn. Acute whole-body vibration elicits post-activation potentiation. *European Journal of Applied Physiology*, Alemanha, v. 108, n. 2, p. 311–319, 2010. DOI: 10.1007/s00421-009-1215-2.
40. RASSIER, D. E.; MACINTOSH, B. R. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, Brasil, v. 33, n. 5, p. 499–508, 2000. DOI: 10.1590/s0100-879x2000000500003.
41. MACINTOSH, Brian R.; ROBILLARD, Marie-Eve; TOMARAS, Elias K. Should postactivation potentiation be the goal of your warm-up? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, Canadá, v. 37, n. 3, p. 546–550, 2012. DOI: 10.1139/h2012-016.
42. CUENCA-FERNÁNDEZ, Francisco; SMITH, Ian C.; JORDAN, Matthew J.; MACINTOSH, Brian R.; LÓPEZ-CONTRERAS, Gracia; ARELLANO, Raúl; HERZOG, Walter. Nonlocalized postactivation performance enhancement (PAPE) effects in trained athletes: a pilot study. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, Canadá, v. 42, n. 10, p. 1122–1125, 2017. DOI: 10.1139/apnm-2017-0217.
43. CARROLL, T. J.; TAYLOR, J. L.; GANDEVIA, S. C. Recovery of central and peripheral neuromuscular fatigue after exercise. *Journal of Applied Physiology*, Estados Unidos, v. 122, n. 5, p. 1068–1076, 2016. DOI: 10.1152/jappphysiol.00775.2016.

44. HARTMANN, Hagen; WIRTH, Klaus; KEINER, Michael; MICKEL, Christoph; SANDER, Andre; SZILVAS, Elena. Short-term Periodization Models: Effects on Strength and Speed-strength Performance. *Sports Medicine, Nova Zelândia*, v. 45, n. 10, p. 1373–1386, 2015. DOI: 10.1007/s40279-015-0355-2.
45. ENOKA, Roger M.; DUCHATEAU, Jacques. Translating Fatigue to Human Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise, Estados Unidos*, v. 48, n. 11, p. 2228–2238, 2016. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000929.
46. WAN, Jing-Jing; QIN, Zhen; WANG, Peng-Yuan; SUN, Yang; LIU, Xia. Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Experimental & Molecular Medicine, Estados Unidos*, v. 49, n. 10, p. e384, 2017. DOI: 10.1038/emm.2017.194.
47. JAMMES, Yves. et al. The mechanisms of the widespread production of phosphorylated HSP25 after fatiguing muscle stimulation. *J Exp Biol*, v. 216, p. 3620–3626, 2013.
48. TURNER, Anthony. The Science and Practice of Periodization: A Brief Review. *Strength & Conditioning Journal, Estados Unidos*, v. 33, n. 1, 2011.
49. ZATSIORSKY; KRAEMER, William J. *Science and Practice of Strength Training*. 2^a ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2006.
50. FRY, A. C.; KRAEMER, W. J. Resistance exercise overtraining and overreaching. Neuroendocrine responses. *Sports medicine, Nova Zelândia*, v. 23, n. 2, p. 106–129, 1997. DOI: 10.2165/00007256-199723020-00004.
51. IZQUIERDO, Mikel et al. Detraining and tapering effects on hormonal responses and strength performance. *Journal of Strength and Conditioning Research, Estados Unidos*, v. 21, n. 3, p. 768–775, 2007. DOI: 10.1519/R-21136.1.
52. LIMA, Ricardo Franco et al. Within-Week Variations and Relationships between Internal and External Intensities Occurring in Male Professional Volleyball Training Sessions. *International Journal of Environmental Research and Public Health, Suíça*, v. 19, n. 14, 2022. DOI: 10.3390/ijerph19148691.
53. CLEMENTE, Filipe M. et al. Seasonal player wellness and its longitudinal association with internal training load: study in elite volleyball. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, Itália*, v. 59, n. 3, p. 345–351, 2019. DOI: 10.23736/S0022-4707.18.08312-3.

7. ANEXOS

7.1. ANEXO I - Comprovante de aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: CARGAS INTERNAS E EXTERNAS RELACIONADAS AO VOLEIBOL

Pesquisador: Enrico Fuini Puggina

Área Temática:

Versão: 5

CAAE: 23926919.9.0000.5659

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.596.912

Apresentação do Projeto:

Ver parecer anterior

Objetivo da Pesquisa:

Ver parecer anterior

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Ver parecer anterior

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Ver parecer anterior

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Após as correções de pendências, os Termos de apresentação obrigatória encontram-se em conformidade com as exigências éticas.

Recomendações:

Nada consta

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após as correções de pendências, os Termos de apresentação obrigatória encontram-se em conformidade com as exigências éticas.

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto encontra-se APROVADO para execução. Pedimos atenção aos seguintes itens:

7.2 ANEXO II - Comprovante de publicação do Estudo I

EDIZIONI MINERVA MEDICA
journals and books on medicine since 1909

HOME ABOUT US JOURNALS BOOKS SERVICES CONTACT US ONLINE SUBMISSION

English Italian Login Search

Home > Journals > The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness > Past Issues > The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 2022 November;62(11) > The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 2022 November;62(11):1465-73

ISSUES AND ARTICLES
ABOUT THIS JOURNAL
FOR AUTHORS
SUBSCRIBE

COVID-19 RESOURCES

OPEN ACCESS

YOUR ACCOUNT
Update your registration details

REVIEW EXERCISE PHYSIOLOGY AND BIOMECHANICS

The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 2022 November;62(11):1465-73

DOI: [10.23736/S0022-4707.22.12885-9](https://doi.org/10.23736/S0022-4707.22.12885-9)
Copyright © 2022 EDIZIONI MINERVA MEDICA
language: English

Internal load in male professional volleyball: a systematic review

Marcel F. PISA ¹ ✉, Arthur M. ZECCHIN ¹, Leonardo G. GOMES ², Matheus S. NORBERTO ³, Enrico F. PUGGINA ^{1,2}
¹ Ribeirão Preto Medical School, Postgraduate Program in Rehabilitation and Functional Performance, University of São Paulo, São Paulo, Brazil; ² School of Physical Education and Sport of Ribeirão Preto, University of São Paulo, São Paulo, Brazil; ³ Ribeirão Preto Medical School, Postgraduate Program in Health Sciences Applied to the Locomotor System, University of São Paulo, São Paulo, Brazil

© 2022 EDIZIONI MINERVA MEDICA
Online version at <https://www.minervamedica.it>

The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 2022 mese;62(0):000-000
DOI: [10.23736/S0022-4707.22.12885-9](https://doi.org/10.23736/S0022-4707.22.12885-9)

REVIEW
SECTION

Internal load in male professional volleyball: a systematic review

Marcel F. PISA ¹ *, Arthur M. ZECCHIN ¹,
Leonardo G. GOMES ², Matheus S. NORBERTO ³, Enrico F. PUGGINA ^{1,2}

¹Ribeirão Preto Medical School, Postgraduate Program in Rehabilitation and Functional Performance, University of São Paulo, São Paulo, Brazil; ²School of Physical Education and Sport of Ribeirão Preto, University of São Paulo, São Paulo, Brazil; ³Ribeirão Preto Medical School, Postgraduate Program in Health Sciences Applied to the Locomotor System, University of São Paulo, São Paulo, Brazil

*Corresponding author: Marcel F. Pisa, Ribeirão Preto Medical School, Postgraduate Program in Rehabilitation and Functional Performance, University of São Paulo, Bandeirantes Avenue 3900, 14030-680 São Paulo, Brazil. E-mail: marcelpisa@usp.br

ABSTRACT

INTRODUCTION: The aims of this systematic review were to synthesize the volleyball internal load values presents in the literature, verify the applicability of the different tools for quantification and monitoring these variables, and analyze the similarity with the matches and training loads.

EVIDENCE ACQUISITION: This review followed the PRISMA statement recommendations, and the search was carried out in the databases: PubMed/NCBI, SportDiscus via EBSCOhost, SciELO and in the Brazilian Library of Theses. Twenty-six studies meet the criteria and were included.

EVIDENCE SYNTHESIS: The most used and indicate tools for quantification, monitoring and evaluation of volleyball internal load are the

7.3. ANEXO III - Comprovante de publicação do Estudo 2.



Baltic Journal of Health and Physical Activity

e-ISSN 2080-9999

Home > JOURNAL > Vol. 14 (2022) > Iss. 2

Journal Home

About This Journal

Aims & Scope

Editorial Board and Scientific Board

Editorial Staff

Publishing Standards and Procedures

Publishing Ethics & Publication Malpractice Statement

Guidelines for Authors

Downloads – Copyright Agreement

Our Peer Review Team

Contact Us

Submit Article

Most Popular Papers

Receive Email Notices or RSS

External load in male professional volleyball: A systematic review

[Download](#)

466 DOWNLOADS
Since July 07, 2022

 **PLUMX METRICS**

INCLUDED IN

[Sports Medicine Commons](#)

[Sports Sciences Commons](#)

[Sports Studies Commons](#)

Marcel Frezza Pisa, *Post-Graduate Program in Rehabilitation and Functional Performance, Ribeirão Preto Medical School, Univer-sity of São Paulo, São Paulo, Brazil*

Arthur Marques Zecchin, *Post-Graduate Program in Rehabilitation and Functional Performance, Ribeirão Preto Medical School, Univer-sity of São Paulo, São Paulo, Brazil*

Leonardo Gaspar Gomes, *School of Physical Education and Sport of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Brazil*

Enrico Fuini Puggina, *Post-Graduate Program in Rehabilitation and Functional Performance, Ribeirão Preto Medical School, Univer-sity of São Paulo, São Paulo, Brazil; School of Physical Education and Sport of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Brazil*

[Follow](#)



Baltic Journal of Health and Physical Activity

e-ISSN 2080-9999

Review

External load in male professional volleyball: A systematic review

Marcel Frezza PISA^{1*}, Arthur Marques ZECCHIN², Leonardo Gaspar GOMES³, Enrico Fuini PUGGINA⁴

¹ Post-Graduate Program in Rehabilitation and Functional Performance, Ribeirão Preto Medical School, University of São Paulo, São Paulo, Brazil, ORCID 0000-0003-3768-3987

² Post-Graduate Program in Rehabilitation and Functional Performance, Ribeirão Preto Medical School, University of São Paulo, São Paulo, Brazil, ORCID 0000-0002-5970-9466

³ School of Physical Education and Sport of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Brazil, ORCID 0000-0002-8866-2054

⁴ Post-Graduate Program in Rehabilitation and Functional Performance, Ribeirão Preto Medical School, University of São Paulo, São Paulo, Brazil; School of Physical Education and Sport of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Brazil

7.4 ANEXO IV - Comprovante de submissão do Estudo III



Dear Marcel Pisa,

Thank you for your submission.

Submission ID	231986559
Manuscript Title	Intra- and inter-week training load variation affects the motor performance of male professional volleyball athletes.
Journal	Research Quarterly for Exercise and Sport

If you made the submission, you can check its progress and make any requested revisions on the [Author Portal](#)

Thank you for submitting your work to our journal.
If you have any queries, please get in touch with URQE-peerreview@journals.tandf.co.uk.

Kind Regards,
Research Quarterly for Exercise and Sport Editorial Office