

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE JUIZ DE FORA EM ASSOCIAÇÃO COM A UNIVERSIDADE
FEDERAL DE VIÇOSA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS - FAEFID**

THIAGO ANDRADE GOULART HORTA

**TREINO É TREINO E JOGO É JOGO?
INFLUÊNCIA DA SITUAÇÃO (TREINO – JOGO) E DA POSIÇÃO NAS DEMANDAS
DE DESLOCAMENTOS E CARGA DE TRABALHO EM ATLETAS PROFISSIONAIS
DE VOLEIBOL**

**Juiz de Fora
2021**

THIAGO ANDRADE GOULART HORTA

**TREINO É TREINO E JOGO É JOGO?
INFLUÊNCIA DA SITUAÇÃO (TREINO – JOGO) E DA POSIÇÃO NAS DEMANDAS
DE DESLOCAMENTOS E CARGA DE TRABALHO EM ATLETAS PROFISSIONAIS
DE VOLEIBOL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Juiz de Fora em associação com a Universidade Federal de Viçosa como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Educação Física.

Área de concentração: Exercício e esporte. Linha de pesquisa: Estudos do esporte e suas manifestações.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Gattás Bara Filho

Juiz de Fora

2021

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Andrade Goulart Horta, Thiago.

TREINO É TREINO E JOGO É JOGO? INFLUÊNCIA DA SITUAÇÃO (TREINO – JOGO) E DA POSIÇÃO NAS DEMANDAS DE DESLOCAMENTOS E CARGA DE TRABALHO EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE VOLEIBOL / Thiago Andrade Goulart Horta. -- 2021.

166 f. : il.

Orientador: Maurício Gattás Bara Filho

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2021.

1. Carga de Trabalho. 2. Deslocamentos. 3. Polar Team Pro System. 4. Voleibol. I. Gattás Bara Filho, Maurício, orient. II. Título.

Thiago Andrade Goulart Horta

TREINO É TREINO E JOGO É JOGO?

INFLUÊNCIA DA SITUAÇÃO (TREINO – JOGO) E DA POSIÇÃO NAS DEMANDAS DE DESLOCAMENTOS E CARGA DE TRABALHO EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE VOLEIBOL

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Educação Física. Área de concentração: Exercício e Esporte

Aprovada em 03 de dezembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Maurício Gattás Bara Filho - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Bernardo Miloski Dias

Colégio Militar de Juiz de Fora

Prof. Dr. Danilo Reis Coimbra

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Francisco Zacaron Werneck

Universidade Federal de Ouro Preto

Prof. Dr. João Batista Ferreira Júnior

Instituto Federal Sudeste/MG - Rio Pomba

Juiz de Fora, 28/10/2021.



Documento assinado eletronicamente por **Danilo Reis Coimbra, Professor(a)**, em 05/12/2021, às 11:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **FRANCISCO ZACARON WERNECK, Usuário Externo**, em 08/12/2021, às 18:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mauricio Gattas Bara Filho, Professor(a)**, em 10/12/2021, às 09:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bernardo Miloski Dias, Usuário Externo**, em 10/12/2021, às 10:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **João Batista Ferreira Júnior, Usuário Externo**, em 10/12/2021, às 11:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **0554172** e o código CRC **FB88BFE5**.

Dedico esse trabalho a minha esposa, aos meus pais, e aos meus irmãos, que são pessoas especiais em minha vida. Por fim, dedico esse trabalho ao voleibol, esporte maravilhoso que proporcionou as melhores oportunidades da minha vida!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, a todas as pessoas que fizeram parte da minha formação acadêmica e profissional. Cada trabalho, cada local, cada instituição, cada profissional que cruzou de uma forma mais ou menos intensa a minha jornada, tenho certeza que foram fundamentais na construção do meu caminho.

Agradeço a minha querida família por todo o suporte e compreensão das inúmeras horas de estudo que me retiravam parcialmente do convívio cotidiano da família. Aos meus pais, Carlos Henrique e Suzete, meu muito obrigado. Vocês sempre me incentivaram a lutar por meus sonhos, e sempre reforçaram em nossa educação (minha, do Tadeu e do Rodolfo) que o estudo era um dos caminhos para a realização desses sonhos. Outro agradecimento que faço aos meus pais, que considero extremamente importante, é pela valorização que vocês dão aos ensinamentos do esporte, e desde cedo nos apresentaram a esse universo que indiscutivelmente fez parte da educação dos seus três filhos. E com certeza, hoje enxergo de forma nítida o quanto essa escola paralela influenciou positivamente nossas vidas. Faço um agradecimento especial á minha querida sogra, a eterna professora da Faculdade de Letras da UFJF e escritora, Marisa Timponi, que me trata como um filho desde a minha primeira aparição à sua pessoa. À minha esposa, Juliana Timponi, um agradecimento do fundo do coração, por tudo. Você é a minha companheira leal, e indiscutivelmente, me faz mais forte para todos os desafios da vida. Te amo.

Não posso me esquecer dos colegas e amigos de trabalho da Seção de Educação Física (SEF) do Colégio Militar de Juiz de Fora, instituição de ensino onde desenvolvo minha carreira profissional como professor de Educação Física com muita gratidão e alegria, muito obrigado pelo convívio e aprendizado!

Agradeço aos colegas do grupo de estudo, GECCART (Grupo de Estudos Controle da Carga de Treino) e LeV (Laboratório de estudos em Voleibol) por toda ajuda ao longo do processo, pelas reuniões presenciais quando ainda eram possíveis, enfim, por honradamente pertencermos a mesma tribo. Um agradecimento especial, faço para toda a comissão técnica do JF Vôlei, que foi praticamente a mesma nas temporadas 2019/2020 (temporada da coleta dos dados da pesquisa onde tive a honra de realizar um sonho e participar da comissão técnica de uma equipe profissional de vôlei) e 2020/2021 (Vitória, Bil, Pedro, Luana, Priscila,

Elisson, Felipe Cipriani, Toledão, Hélder Zimmermann, Daniel Schimitz, Marcos Henrique e Maurício Bara, peço desculpas se me esqueci de mais alguém). Parabéns a comissão técnica do “time que nunca perdeu”, do time que venceu a última edição da Superliga B (2020-2021) de forma invicta, do time que conquistou o retorno a Superliga A dando literalmente aula de voleibol, liderando praticamente todos os indicadores estatísticos de desempenho dos jogos. Vocês fizeram um trabalho brilhante, e mostraram ao Brasil o profissionalismo em seu mais alto nível. Minha coleta de dados foi um verdadeiro curso de voleibol, onde aprendi muito participando de todo o processo e sou eternamente grato por essa oportunidade. Para esse trabalho em especial, agradeço ao professor Francisco Zacaron Werneck pela parceria no tratamento estatístico realizado, primordial para a interpretação dos dados.

Um agradecimento especial faço ao meu orientador, o professor, o pesquisador, o diretor esportivo, o *manager* esportivo, o técnico profissional de vôlei, o amigo, Maurício Bara. Fui privilegiado em ter como orientador acadêmico, na especialização, no mestrado e doutorado, alguém que transcendeu as barreiras do laboratório e salas de aula em seu objeto de estudo, e conquistou proezas que poucos conseguiram. Quantos campeões olímpicos do nosso vitorioso vôlei nacional passaram pelas quadras da Faefid? Quantos atletas de seleção brasileira treinaram em suas equipes aqui em Juiz de Fora? Foram muitos, e você é o responsável por isso. Obrigado Maurício, por tudo. As oportunidades que tive com você, posso afirmar da minha parte que foram conquistadas e agarradas com toda a minha força.

Por último, propositalmente, um agradecimento muito especial: agradeço a Deus. Obrigado meu Deus por ter tido o privilégio de estudar tão profundamente algo que fez parte da minha infância, adolescência e vida adulta. Algo que fez parte da minha formação, da minha educação. Algo que pude experimentar na prática, que pude vive-lo na mais alta intensidade que eu consegui atingir. Algo que sou apaixonado. Obrigado por ter estudado o voleibol. Obrigado Deus por ter feito parte lá atrás em 2008/2009/2010 do início do projeto do UFJF Vôlei. Após ter abandonado o vôlei ainda jovem, pude retornar em Juiz de Fora e me realizar participando da antiga Liga Nacional, nossa atual Superliga B. Me senti um atleta olímpico. Obrigado Deus, por ter milimetricamente me permitido coletar os dados da temporada antes do início de tempos sombrios, trazidos pela pandemia do Covid-19. O cronograma foi cirúrgico.

A reta final de escrita dessa Tese não foi nada fácil. Tive que enfrentar paralelamente a finalização do trabalho, que por si só, já é muito pesado, um adversário extremamente difícil de enfrentar. O jogo mais difícil da minha vida. Os acometimentos de saúde vieram pesados para o jogo final, mas eu estava mais treinado do que eles, e não me deixei abater em um só momento partindo com toda a energia para a vitória. Mais uma vez, Deus e os ensinamentos do esporte me ajudavam em outra batalha! Por isso, só tenho a agradecer a realização desse trabalho, pois representa a luta pela vitória!

“A vontade de se preparar deve ser maior que a vontade de
vencer”

Bob Knight

RESUMO

Objetivo: O presente estudo teve quatro objetivos principais: 1) Analisar e comparar as demandas de deslocamentos de treinos e jogos entre as posições de atuação de uma equipe profissional de voleibol em uma temporada competitiva; 2) Analisar e comparar as demandas de frequência cardíaca e carga de trabalho derivada da frequência cardíaca de treinos e jogos entre as posições de atuação; 3) Analisar a relação da carga externa realizada com a carga interna apresentada pelas diferentes posições de atuação em situação de treino e jogo; 4) Analisar a relação de marcadores de carga externa e interna de trabalho no jogo com indicadores estatísticos de desempenho no jogo. **Métodos:** Uma equipe participante da Superliga B foi monitorada em relação a carga de trabalho externa e interna dos atletas durante uma temporada competitiva. Foram monitoradas 61 sessões de treinamento tático e 9 jogos oficiais. Os atletas foram monitorados através do dispositivo *Polar Team Pro System*, que registra uma série de informações da carga externa realizada e a carga interna manifestada pelo atleta através dos deslocamentos registrados e dados da frequência cardíaca. Para comparar as demandas de deslocamentos e carga de trabalho fisiológica dos atletas em situação de treino e jogo, foi utilizado para as análises os dados dos 7 atletas considerados titulares (1 levantador, 1 líbero, 2 centrais, 2 ponteiros e 1 oposto) que foram monitorados de forma fixa com o mesmo sensor durante a pesquisa. Os dados foram apresentados como média \pm desvio padrão e para as análises foram utilizados Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) com estrutura de variância-covariância autorregressiva (AR) e teste post-hoc de Bonferroni. **Resultados:** Foram encontrados efeitos significativos da posição, do tipo de sessão e da interação entre posição e sessão sobre as medidas de deslocamentos (carga externa) e carga de trabalho fisiológica (carga interna). Na análise das demandas de deslocamentos, foi observado maiores distâncias percorridas nos jogos comparados as sessões de treinamento tático (jogo: 4.541 ± 912 / treino: 3.222 ± 1.220 metros, $p < 0.001$). Além disso, o levantador foi a posição que percorreu as maiores distâncias em treinos e jogos comparado as demais posições (Levantador – jogo: 5.413 ± 872 / treino: 3.713 ± 1.144 metros; Líbero – jogo: 4.515 ± 873 / treino: 2.953 ± 1.144 metros; Oposto – jogo: 4.236 ± 869 / treino: 2.777 ± 1.150 metros; Central – jogo: 4.312 ± 868 / treino: 3.355 ± 1.149 metros; Ponteiro – jogo: 4.227 ± 857 / treino: 3.321 ± 1.157 metros; p

< 0.001). Padrão semelhante foi identificado para a variável “Total de acelerações + desacelerações”, com os levantadores (jogo: 2.537 ± 322 / treino: 1.538 ± 402 ações; $p < 0.001$) e líberos (jogo: 2.253 ± 322 / treino: 1.453 ± 402 ações; $p < 0.001$) apresentando a maior quantidade desse tipo de ação em treinos e jogos em relação as demais posições ($p < 0.001$). Em relação as demandas de frequência cardíaca (FC), os atletas de voleibol permaneceram maior quantidade de tempo na zona 2 da FC (60 – 69% da FC máx) em treinos (26 min) e jogos (49 min). Em todas as zonas de intensidade da FC (1, 2, 3, 4 e 5) foram observados maior tempo na situação de jogo ($p < 0.001$). Levantadores e líberos apresentaram maior quantidade de tempo nas zonas inferiores de intensidade da FC (zonas 1 e 2) comparados aos atacantes. Quando consideradas as zonas superiores de intensidade da FC (zona 4: 80 – 89% da FC máx e zona 5: 90 – 99% da FC máx), os atacantes permaneciam mais tempo em relação aos levantadores e líberos. O tempo gasto nas zonas de FC de maiores intensidades (zona 4) apresentou forte correlação com a carga de trabalho fisiológica final (*Training Load Polar*) manifestada pelos atacantes (Oposto: $r = 0.845$ / $p < 0.001$; Central: $r = 0.902$ / $p < 0.001$; Ponteiro: $r = 0.795$ / $p < 0.001$). Os valores apresentados de carga externa e interna foram significativamente superiores ($p < 0.001$) na situação de jogo comparados as sessões de treino tático. Correlações significativamente fortes e muito fortes (variando entre $r = 0.580$ a $r = 0.868$, $p < 0.001$) foram encontradas para a relação da carga externa vs carga interna quando analisadas especificamente para cada posição. Os resultados mostraram forte influência do “Total de acelerações + desacelerações” no “Tempo de recuperação” para as posições de preparação (levantador: $r = 0.738$ / $p < 0.001$ e líbero: $r = 0.783$ / $p < 0.001$). Foram encontradas correlações negativas significativamente fortes entre Distância Total vs Side Out ($r = -0.764$; $p = 0.016$); Total de acelerações + desacelerações vs Side Out ($r = -0.723$; $p = 0.028$); Trimp Edwards vs Side Out ($r = -0.783$; $p = 0.013$) e *Training Load Polar* vs Side Out ($r = -0.779$; $p = 0.013$).

Conclusão: Conclui-se que as demandas de deslocamentos e carga de trabalho fisiológica impostas aos atletas no jogo são significativamente superiores em relação as demandas das sessões de treino tático. Além disso, essas demandas são diferentes quando se considera as posições de atuação do jogador. Conclui-se por fim, que os deslocamentos intermitentes registrados na prática do voleibol (Distância Total e Total de acelerações + desacelerações), demonstram se relacionar fortemente com o desgaste final apontado pelos atletas através das variáveis de

carga de trabalho (PSE da sessão, Trimp Edwards e *Training Load Polar*) e desempenho no side-out dos jogos.

Palavras-chave: Carga de trabalho. Deslocamentos. *Polar team pro system*. Voleibol.

ABSTRACT

Objective: The present study had four main objectives: 1) To analyze and compare the demands for displacement of training and games between the positions of performance of a professional volleyball team in a competitive season; 2) Analyze and compare the demands of heart rate and workload derived from the heart rate of training and games between the positions of performance; 3) Analyze if there is a relationship between the external load performed and the internal load presented by the different positions of performance in training and game situations; 4) Analyze if there is a relationship between markers of external and internal workload in the game with statistical indicators of game performance. **Methods:** A team participating in the Superliga B was monitored for the external and internal workload of the athletes during a competitive season. Sixty-one (61) tactical training sessions and nine (9) official games were monitored. Athletes were monitored through the Polar Team Pro System device, which records a series of information on the external load performed and the internal load manifested by the athlete through recorded displacements and heart rate data. To compare the demands of displacements and physiological workload of athletes in training and game situations, the data of the 7 athletes considered holders (1 setter, 1 libero, 2 middle-blockers, 2 hitter spikers and 1 opposite) who were fixedly monitored with the same sensor during the research were used for the analysis. The data were presented as mean \pm standard deviation and for the analyzes Mixed Generalized Linear Models (GLMM) with autoregressive variance-covariance (AR) structure and post-hoc Bonferroni test were used. **Results:** Significant effects of position, session type and interaction between position and session were found on displacement measures (external load) and physiological workload (internal load). In the analysis of displacement demands, greater distances were observed in the games compared to the tactical training sessions (game: $4,541 \pm 912$ / training: $3,222 \pm 1,220$ meters, $p < 0.001$). In addition, the setter was the position that covered the greatest distances in training and games compared to the other positions (Setter – game: $5,413 \pm 872$ / training: $3,713 \pm 1,144$ meters; Libero – game: $4,515 \pm 873$ / training: $2,953 \pm 1,144$ meters; Opposite - game: $4,236 \pm 869$ / training: $2,777 \pm 1,150$ meters; Middle-blocker - game: $4,312 \pm 868$ / training: $3,355 \pm 1,149$ meters; Hitter spiker - game: $4,227 \pm 857$ / training: $3,321 \pm 1,157$ meters; $p < 0.001$). A similar pattern was identified for the variable "Total accelerations +

decelerations", with setters (game: $2,537 \pm 322$ / training: $1,538 \pm 402$ actions; $p < 0.001$) and liberos (game: $2,253 \pm 322$ / training: $1,453 \pm 402$ actions; $p < 0.001$) showing the largest amount of this type of action in training and games compared to other positions ($p < 0.001$). Regarding heart rate (HR) demands, volleyball athletes spent more time in HR zone 2 (60 – 69% of HR max) in training (26 min) and games (49 min). In all HR intensity zones (1, 2, 3, 4 and 5) a longer time was observed in the game situation ($p < 0.001$). Setters and liberos showed a greater amount of time in the lower zones of HR intensity (zones 1 and 2) compared to spikers. When considering the higher HR intensity zones (zone 4: 80 – 89% of HR max and zone 5: 90 – 99% of HR max), spikers remained longer than setters and liberos. The time spent in the higher intensity HR zones (zone 4) showed a strong correlation with the final physiological workload (Polar Training Load) manifested by the spikers (Opposite: $r = 0.845$ / $p < 0.001$; Middle-blocker: $r = 0.902$ / $p < 0.001$; Hitter spiker: $r = 0.795$ / $p < 0.001$). The values presented for external and internal load were significantly higher ($p < 0.001$) in the game situation compared to the tactical training sessions. Significantly strong and very strong correlations (ranging from $r = 0.580$ to $r = 0.868$, $p < 0.001$) were found for the external load vs. internal load when analyzed specifically for each position. The results showed a strong influence of "Total accelerations + decelerations" on the "Recovery time" for the preparation positions (Setter: $r = 0.738$ / $p < 0.001$ and libero: $r = 0.783$ / $p < 0.001$). Significantly strong negative correlations were found between Total Distance vs Side Out ($r = -0.764$; $p = 0.016$); Total Accelerations + Decelerations vs Side Out ($r = -0.723$; $p = 0.028$); Trimp Edwards vs Side Out ($r = -0.783$; $p = 0.013$) and Training Load Polar vs Side Out ($r = -0.779$; $p = 0.013$). **Conclusion:** It is concluded that the demands of displacements and physiological workload imposed on athletes in the game are significantly higher than the demands of tactical training sessions. Furthermore, these demands are different when considering the player's acting positions. Finally, it is concluded that the intermittent displacements registered in volleyball practice (Total Distance and Total of accelerations + decelerations) are shown to be strongly related to the final wear pointed out by the athletes through the workload variables (Session PSE, Trimp Edwards and Training Load Polar) and side-out performance of games.

Keywords: Workload. Displacements. Polar team pro system. Volleyball.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Principais deslocamentos (observação direta) da posição “ponteiro”	45
Figura 2	- Principais deslocamentos (observação direta) da posição “oposto”	46
Figura 3	- Principais deslocamentos (observação direta) da posição “central”	47
Figura 4	- Principais deslocamentos (observação direta) da posição “levantador”	48
Figura 5	- Principais deslocamentos (observação direta) da posição “líbero”	49
Figura 6	- Identificação espacial das posições de atuação do voleibol na quadra.....	49
Figura 7	- Estrutura ou fases do jogo de voleibol.....	53
Figura 8	- Visualização da Frequência Cardíaca e Velocidade de um atleta da posição Central em jogo oficial.....	71
Figura 9	- Resumo de monitoramento da sessão de treinamento equipe JF Vôlei PTPS.....	72
Figura 10	- Resumo de monitoramento de jogo oficial Superliga B (tie break - Lavras Vôlei) equipe JF Vôlei – PTPS.....	72
Figura 11	- Planilha de treino exportada (traduzida) do site PTPS, Treino JF Vôlei....	73
Figura 12	- Descrição da carga de treinamento semanal total (CTST) do treinamento técnico e de força durante 33 semanas de uma temporada no voleibol....	82
Figura 13	- Visualização dos microciclos, mesociclos e macrociclo da carga de trabalho semanal total (CTST) de 20 semanas de uma temporada no voleibol.....	84
Figura 14	- Duração média das sessões de treino tático e jogos oficiais de diferentes sets.....	106
Figura 15	- Distância Total acumulada nas semanas da temporada por posição.....	109
Figura 16	- Velocidade máxima, média e número de sprints dos atletas titulares das posições em jogo oficial da Superliga B - 2019/2021.....	110
Figura 17	- Correlação entre Training Load Polar e Tempo gasto nas zonas de FC 4 e 2 por posição de jogo.....	118
Figura 18	- Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: tempo na zona de FC 2.....	121
Figura 19	- Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: tempo na zona de FC 4.....	122

Figura 20	- Correlação entre Tempo de Recuperação e Total de acelerações + desacelerações por posição de jogo.....	127
Figura 21	- Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: distância total.....	129
Figura 22	- Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: total de acelerações + desacelerações.....	130
Figura 23	- Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: carga de trabalho PSE da sessão.....	131
Figura 24	- Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: <i>training load polar</i>	132
Figura 25	- Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: TRIMP Edwards.....	134
Figura 26	- Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: Calorias.....	135
Figura 27	- Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: Tempo de recuperação.....	136
Figura 28	- Métricas de deslocamentos e carga de trabalho dos microciclos de treinamentos temporada 2019/2020.....	140
Figura 29	- Métricas de deslocamentos e carga de trabalho dos jogos temporada 2019/2020.....	140

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Demandas de deslocamentos relacionados a distância percorrida de treinos táticos, jogos e posições de atuação no voleibol.....	107
Tabela 2	– Demandas de deslocamentos relacionados a velocidade de treinos táticos, jogos e posições de atuação no voleibol.....	111
Tabela 3	– Demandas de deslocamentos relacionados a acelerações em treinos táticos, jogos e posições de atuação no voleibol.....	113
Tabela 4	– Demandas de deslocamentos relacionados a desacelerações em treinos táticos, jogos e posições de atuação no voleibol.....	114
Tabela 5	- Demandas de Frequência Cardíaca (FC) em treinos táticos, jogos e posições de atuação no voleibol.....	117
Tabela 6	- Demandas de Carga de Trabalho (carga externa e carga interna) nos treinos táticos, jogos e posições de atuação no voleibol.....	125
Tabela 7	- Coeficientes de correlação (r) entre variáveis de deslocamento e carga de trabalho.....	137
Tabela 8	- Coeficientes de correlação (r) entre variáveis de deslocamento e carga de trabalho em situação de treino e jogo.....	138
Tabela 9	- Coeficientes de correlação (r) entre variáveis de deslocamento e carga de trabalho por posição.....	139
Tabela 10	- Coeficientes de correlação (r) entre variáveis de carga de trabalho e estatística de desempenho no jogo.....	142

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Zonas de intensidade da frequência cardíaca pelo método TRIMP Lucia.....	58
Quadro 2	– Zonas de intensidade da frequência cardíaca pelo método TRIMP Edwards.....	58
Quadro 3	– Zonas de intensidade da frequência cardíaca pelo método TRIMP de Stagno.....	59
Quadro 4	– Descrição do número de sessões de treinamento ao longo da temporada analisada.....	93
Quadro 5	– Programação de treinamento semanal: semana 11 - Jogo em casa.....	94
Quadro 6	– Programação de treinamento semanal: semana 13 – Jogo fora de casa.....	94
Quadro 7	– Descrição das atividades realizadas no Treinamento Técnico.....	95
Quadro 8	– Descrição das atividades realizadas no Treinamento Tático.....	96
Quadro 9	– Variáveis de registro da carga interna de trabalho pelos métodos PSE e PTPS.....	98
Quadro 10	– Variáveis de registro da carga externa de trabalho pelo método PTPS.....	100
Quadro 11	– Processo de coleta de dados com o dispositivo <i>Polar Team Pro System</i>	101
Quadro 12	– Padronização do registro de dados pelo dispositivo <i>Polar Team Pro System</i>	102
Quadro 13	– Infográfico: resumo dos resultados - variáveis vs posições.....	141

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CT	Carga de treinamento
CTST	Carga de treinamento semanal total
CET	Carga externa de treinamento
CIT	Carga interna de treinamento
PSE	Percepção subjetiva do esforço
TQR	Escala de qualidade total de recuperação
UA	Unidades arbitrárias
PTPS	<i>Polar team pro system</i>
GPS	<i>Global position system</i>
FC	Frequência cardíaca
VO ₂ máx	Volume de oxigênio máximo
TRIMP	Impulso de treinamento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	33
2	OBJETIVOS.....	38
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	39
3.1	Caracterização do voleibol.....	39
3.2	Carga de trabalho.....	53
3.3	Métodos de controle da carga de trabalho.....	56
3.4	<i>Polar Team Pro System</i>	70
3.5	Carga de trabalho no voleibol.....	76
4	MÉTODOS.....	90
4.1	Característica do estudo.....	90
4.2	Amostra.....	90
4.3	Delineamento experimental.....	91
4.4	Programa de treinamento.....	93
4.5	Carga interna e externa de trabalho.....	97
4.6	Carga de trabalho e desempenho no jogo.....	100
4.7	Processo de coleta de dados com o <i>Polar Team Pro System</i>	101
5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	103
6	RESULTADOS.....	104
6.1	Demandas de deslocamentos.....	104
6.2	Demandas de frequência cardíaca e carga de trabalho.....	115
6.3	Relação da carga externa realizada com a carga interna apresentada.....	122
6.4	Relação da carga de trabalho e desempenho no jogo (DataVolley).....	142
7	DISCUSSÃO.....	143
7.1	Demanda de deslocamentos.....	145
7.2	Demanda de frequência cardíaca e carga de trabalho.....	151
7.3	Relação da carga externa realizada com a carga interna apresentada.....	154
7.4	Relação da carga de trabalho e desempenho no jogo (DataVolley).....	159
8	CONCLUSÃO.....	164
9	REFERÊNCIAS.....	167
	ANEXOS.....	175

1 INTRODUÇÃO

O voleibol de quadra (*indoor*) é um esporte coletivo praticado oficialmente em ambientes fechados, caracterizado pela realização de ações explosivas intermitentes, sucedidas por breves períodos de recuperação entre um ponto e outro (HORTA *et al.*, 2017b, 2019a; SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009). As ações constituem corridas de curtas distâncias realizadas em alta velocidade, deslocamentos rápidos em variadas direções, mergulhos na quadra e sucessivos saltos verticais com grande variação das distâncias de aceleração (DUARTE *et al.*, 2019; HORTA *et al.*, 2017a, 2019a, 2019b; SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009). Dessa forma, fisiologicamente o atleta de voleibol deve ter bem desenvolvido o sistema anaeróbico alático através do sistema ATP-CP, tão bem quanto o bom desenvolvimento do sistema aeróbico oxidativo, para o fornecimento de energia adequado as demandas específicas do esporte (HORTA *et al.*, 2017b, 2019a, 2019b; SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009). Outro ponto importante no voleibol são as diferentes demandas físico motoras e técnicas relacionadas as funções específicas desempenhadas por cada atleta na equipe, que acabam por resultar em diferentes manifestações de carga interna no processo de treinamento e competições já demonstrado em estudos recentes (HORTA *et al.*, 2017a, 2017c, 2019a; SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009; VLANTES; READDY, 2017).

O processo de treinamento descreve a aplicação sistemática e periodizada do estresse fisiológico e biomecânico na busca de resultados funcionais do treinamento (MCLAREN *et al.*, 2017). Isso indica, que o monitoramento das demandas de treinamento e competições dos esportes coletivos exige um conhecimento dos estímulos impostos (carga externa de trabalho) e a resposta fisiológica dos atletas para os estímulos (carga interna de trabalho) (BOURDON *et al.*, 2017). Especificamente, enquanto a carga de trabalho interna ditará as adaptações que ocorrem como resultado dos treinamentos e competições, é a carga de trabalho externa que deverá ser manipulada para a obtenção das respostas desejadas dos atletas (FOX *et al.*, 2018, 2019). Nesse sentido, é evidente a existência de uma relação de dose-resposta entre a carga de trabalho (treinamento) externa e interna, sendo de extrema importância para os profissionais à frente do processo de

treinamento quantificarem ambas as cargas durante os treinos e competições (FOX *et al.*, 2019).

A coleta de informações referentes ao processo de treinamento e competições das equipes no voleibol se utilizam de diversos métodos de controle e monitoramento da carga de treinamento. Entre os métodos mais utilizados nos estudos com voleibol, podemos destacar o uso de medidas psicométricas como a percepção subjetiva do esforço da sessão (PSE da sessão) (FOSTER *et al.*, 2001; FOSTER; RODRIGUEZ-MARROYO; DE KONING, 2017) e questionários/escalas de avaliação do estresse e recuperação de atletas (FREITAS *et al.*, 2014; HORTA *et al.*, 2019b; KENTTÄ; HASSMÉN, 1998; ROHLFS *et al.*, 2008), que se apresentam como ferramentas de baixo custo e boa validade para uso em equipes amadoras e profissionais de voleibol. Por outro lado, métodos que utilizam medidas objetivas diretas, já foram apresentados em pesquisas no voleibol como a utilização da coleta de marcadores bioquímicos como enzimas e hormônios através de coletas sanguíneas e salivares (FREITAS *et al.*, 2014; HORTA *et al.*, 2020a; MORTATTI *et al.*, 2018). Entretanto, esse método além do alto custo financeiro, não se mostra prático para utilização em uma rotina diária de treinamentos, tanto para os atletas como para o fornecimento das informações à comissão técnica. Outro método de medida objetiva de monitoramento do treinamento no voleibol é o registro da frequência cardíaca através de dispositivos eletrônicos (BARA FILHO *et al.*, 2013; DUARTE *et al.*, 2019). Podemos citar também o método de análise de movimento (AM), que através da filmagem das sessões de treinamento e jogos e posterior análise, são utilizadas para quantificação de saltos verticais (HORTA *et al.*, 2017a; MROCZEK *et al.*, 2014), deslocamentos e ações técnicas, com o viés de ser um método extremamente tempo dependente e que na maioria das vezes necessita de um expert na observação e registro das ações.

O conhecimento das demandas do esporte é de fundamental importância para o desenvolvimento do trabalho de qualquer comissão técnica, principalmente no esporte de alto rendimento. No voleibol, investigações sobre o perfil da carga de treinamento em períodos específicos e ao longo de temporadas competitivas (AOKI *et al.*, 2017; HORTA *et al.*, 2017a, 2017b, 2019a, 2019b; MENDES *et al.*, 2018); perfil da carga de treinamento entre as diferentes posições e entre atletas titulares e reservas (HORTA *et al.*, 2017a, 2017b, 2019a, 2019b; VLANTES; READDY, 2017);

demanda da carga de treinamento em treinos técnicos e táticos (DUARTE *et al.*, 2019; HORTA *et al.*, 2017a); comparação entre diferentes métodos de controle da carga interna no voleibol (BARA FILHO *et al.*, 2013; LIMA *et al.*, 2020); número de saltos verticais e seu impacto na carga de treinamento dos atletas de diferentes posições (HORTA *et al.*, 2017a; LIMA; PALAO; CLEMENTE, 2019; SKAZALSKI; WHITELEY; BAHR, 2018); impacto do treinamento de alta intensidade nas variáveis hormonais e bioquímicas (FREITAS *et al.*, 2014; HORTA *et al.*, 2019b; MORTATTI *et al.*, 2018); relação entre carga de treinamento, recuperação e lesões no voleibol (BRANDÃO *et al.*, 2019, p. 201; CLEMENTE *et al.*, 2019; HORTA *et al.*, 2020a; TIMOTEO *et al.*, 2017, 2018); relação entre carga de treinamento e performance (DE ALCARAZ; VALADÉS; PALAO, 2017; DEBIEN *et al.*, 2018); são algumas das publicações mais recentes que apresentam conhecimento específico das demandas do voleibol para aplicação prática dos profissionais da área.

Mesmo com o avanço das pesquisas relacionadas ao processo de treinamento no voleibol, observações sobre a demanda de deslocamentos e o impacto psicofisiológico nos atletas de diferentes posições em situação de treinamento e jogos oficiais ainda necessitam de mais investigações. Estudos recentes no vôlei de praia (BELLINGER *et al.*, 2021; NUNES *et al.*, 2020), e vôlei de quadra feminino (VLANTES; READDY, 2017) demonstraram que existem diferenças consideráveis nos registros de deslocamentos e carga fisiológica de acordo com as funções desempenhadas pelos atletas em jogos oficiais. Por outro lado, essas informações ainda são desconhecidas no vôlei masculino de elite. Outra linha importante de investigação no voleibol com considerável escopo de produções científicas é relacionada ao desempenho técnico-tático no jogo. Vários estudos investigaram os fatores de sucesso para execução das ações técnicas, fases do jogo e aproveitamento das habilidades inerentes para a vitória das equipes nas partidas (CHALLOUMAS; ARTEMIOU, 2018; DRIKOS; ANGELONIDIS; SOBONIS, 2018; GONZÁLEZ-SILVA *et al.*, 2016; PALAO, 2018; PALAO *et al.*, 2018; PALAO; SANTOS; UREÑA, 2004; RAMOS *et al.*, 2017). Entretanto, observa-se na literatura específica uma lacuna na investigação da carga de trabalho apresentada pelos atletas de voleibol nas partidas e sua relação com o desempenho técnico-tático da equipe, assim como investigações comparativas em relação as demandas de carga de trabalho do jogo e o treinamento aplicado aos atletas de voleibol.

Atualmente, com o avanço tecnológico dos dispositivos eletrônicos de registro e monitoramento do treinamento, as equipes de alto rendimento estão usando de forma integrada métodos objetivos diretos e indiretos para registro e análise das variáveis de treinamento. O registro de saltos verticais no voleibol por exemplo, variável de extrema importância no contexto do jogo, até pouco tempo controlado apenas por análise de movimento por observação direta ou filmagens de treinos e jogos (HORTA *et al.*, 2017a; MROCZEK *et al.*, 2014), atualmente pode ser feito através do dispositivo isoinercial *Vert Jump System*, que quantifica e estratifica minuciosamente o comportamento dessa variável de forma individual e coletiva em treinos e jogos (CHARLTON *et al.*, 2017; LIMA *et al.*, 2020; LIMA; PALAO; CLEMENTE, 2019; MACDONALD *et al.*, 2017; SKAZALSKI; WHITELEY; BAHR, 2018).

Nesse contexto, o dispositivo eletrônico *Polar Team Pro System* (PTPS), surge no cenário atual como uma ferramenta altamente tecnológica no intuito de monitorar o processo de treinamento de equipes de esportes coletivos (DALEN *et al.*, 2019; FOX *et al.*, 2019; MCLAREN *et al.*, 2017; REINHARDT *et al.*, 2019). Trata-se de um sistema de microsensores que integram um sistema de posicionamento global por satélite (GPS), acelerômetro giroscópico e bússola digital acoplada que registram medidas de carga externa (velocidade e distância) em ambientes fechados a uma frequência de 200Hz e alcance de 200 metros. Além disso, o dispositivo PTPS registra dados de carga interna de trabalho através de sensores que registram a frequência cardíaca e gasto calórico dos atletas.

Diante de todo o cenário de pesquisas e investigações referentes às demandas de treinamentos e jogos no voleibol apresentadas anteriormente, as informações que podem ser obtidas através da utilização do dispositivo *Polar Team Pro System* (PTPS), como o registro detalhado do perfil de deslocamentos, zonas de velocidade, número de acelerações e desacelerações, distância percorrida, número de sprints dentre outras variáveis derivadas dos deslocamentos, ainda são desconhecidas no voleibol e podem ser de grande relevância para os profissionais envolvidos no processo de treinamento de equipes. Tais informações se tornam ainda mais relevantes quando confrontadas em relação às suas manifestações em situação de treinos e jogos, além das diferentes funções executadas pelos atletas em quadra. Em todas as modalidades esportivas, assim como no voleibol, o objetivo

do treinamento é preparar o atleta para o jogo. Mas conhecemos o que é habitualmente imposto aos atletas nas duas situações, treino e jogo? É importante salientar, que até o momento, não encontramos nenhum estudo na literatura científica nacional e internacional com o registro das informações mencionadas em equipes de voleibol de quadra de alto rendimento masculinas com o dispositivo PTPS, sendo esta uma importante lacuna do conhecimento a ser explorada.

2 OBJETIVOS

- Analisar e comparar as demandas de deslocamento de treinos e jogos entre as posições de atuação de uma equipe profissional de voleibol em uma temporada competitiva.
- Analisar e comparar as demandas de frequência cardíaca e carga de trabalho derivada da frequência cardíaca de treinos e jogos entre as posições de atuação de uma equipe profissional de voleibol em uma temporada competitiva.
- Analisar a relação da carga externa realizada com a carga interna apresentada pelas diferentes posições de atuação em situação de treino e jogo de uma equipe profissional de voleibol em uma temporada competitiva.
- Analisar a relação de marcadores de carga externa e interna de trabalho no jogo com indicadores estatísticos de desempenho no jogo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

O objetivo geral desta revisão de literatura foi fornecer uma visão geral das pesquisas científicas realizadas no voleibol profissional até o momento, principalmente no que se refere ao monitoramento da carga de treinamento. Observa-se um grande volume de pesquisas relacionadas ao monitoramento das cargas de treinamento em diversas modalidades esportivas. Entretanto, a investigação das cargas de trabalho e demandas de deslocamentos individualizados por posição de atuação dos atletas através de dispositivos de posicionamento global via satélite (GPS) no voleibol profissional ainda é escasso na literatura científica.

3.1 Caracterização do voleibol

Formato do jogo

O jogo de voleibol é finalizado pela equipe que conseguir vencer 3 sets em um sistema de 5 sets possíveis de serem jogados (MROCZEK *et al.*, 2014). Dessa forma, os possíveis placares de uma partida de voleibol são: 3 x 0, 3 x 1 e 3 x 2. A modalidade não apresenta limitação de tempo como em outras modalidades coletivas (futebol, basquetebol, handebol), e a finalização dos blocos de jogo representados pelos sets é decretada pela pontuação alcançada pela equipe. No voleibol, as equipes que alcançarem 25 pontos com diferença mínima de 2 pontos para a equipe adversária vence o set. Com exceção do 5º set que tem um total de 15 pontos, todos os demais sets possuem 25 pontos. Em média, um jogo de voleibol tem a duração entre 60 e 90 minutos (SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009), mas é comum os jogos alcançarem durações de até 180 minutos em jogos de 5 sets. As jogadas no voleibol são chamadas de *rallies*, e compreendem todas ações realizadas a partir do saque até a finalização do ponto por uma das equipes. Recente estudo com análises do Campeonato Espanhol da 1ª divisão e Jogos Olímpicos, demonstrou que no voleibol masculino de alto nível são disputados em média 46 *rallies* por set, com duração média de 6 segundos, somatizando um tempo total de bola em jogo por set entre 4.3 a 5.0 minutos (DE ALCARAZ; VALADÉS; PALAO, 2017).

Sistemas energéticos predominantes

Como em várias modalidades esportivas coletivas, o voleibol apresenta repetidas sessões de exercícios de alta intensidade intercalados por curtos períodos de exercícios em intensidades mais leves e paralisações quase que totais de movimento. A intensidade média dos exercícios realizados em um jogo oficial de voleibol fica em torno de 75% do $VO_{2máx}$, entretanto, o padrão de exigências de movimentações durante o jogo são complexos e as demandas de energia flutuam constantemente (REESER; BAHR, 2017). Nesse caso, o ponto chave para o sucesso em um jogo de voleibol é manter o desempenho durante toda a duração da partida, que depende em grande parte da capacidade dos músculos gerarem alta potência para a realização dos movimentos de habilidades específicas, além da capacidade de se recuperarem rapidamente (REESER; BAHR, 2017). A extensão da recuperação é afetada principalmente pela intensidade e duração da última sequência de exercícios, pelas características bioquímicas e fisiológicas do atleta e pelo tempo disponível para recuperação antes de iniciar outra sessão de exercícios (REESER; BAHR, 2017).

No voleibol internacional de alto rendimento, os sets de 25 pontos duram em média 25 minutos, podendo apresentar uma relação de trabalho/recuperação de 1:4, compreendendo um total de 4 a 5 minutos de ações de jogo e 20 minutos de intervalos entre essas ações (DE ALCARAZ; VALADÉS; PALAO, 2017). Em média, uma equipe realiza 123 contatos com a bola por set em um jogo, sendo aproximadamente 100 destes contatos de ataque, que são na grande maioria das vezes precedidos de deslocamentos explosivos de aproximação para a bola (DE ALCARAZ; VALADÉS; PALAO, 2017). Apesar da duração relativamente longa do jogo de voleibol, a natureza intermitente das ações explosivas com deslocamentos em curtas e médias distâncias (2 a 5 metros) são predominantes na modalidade (MROCZEK *et al.*, 2014), com uma constante demanda neuromuscular. Dessa forma, além de um sistema oxidativo de fornecimento de energia bem desenvolvido, o atleta de voleibol necessita apresentar um efetivo sistema energético glicolítico e de creatina fosfato para jogar (SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009). Pode-se dizer, que as ações determinantes de finalização das jogadas no jogo de voleibol, dependem exclusivamente de um bom sistema anaeróbico alático de fornecimento de energia, além da capacidade de resistência desse sistema para

poder funcionar adequadamente ao longo de toda a duração da partida (REESER; BAHR, 2017).

Ações motoras do jogo

O voleibol é caracterizado pela realização de ações explosivas intermitentes, sucedidas por breves períodos de recuperação entre um ponto e outro (HORTA *et al.*, 2017a, 2019a; SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009). As ações constituem corridas de curtas distâncias realizadas em alta velocidade, deslocamentos rápidos em variadas direções, mergulhos na quadra e sucessivos saltos verticais, tudo integrado a execução de habilidades técnicas específicas do voleibol (HORTA *et al.*, 2019a, 2020a; SHEPPARD; NEWTON, 2012). Todo esse conjunto de movimentos acíclicos seguidos por paralisações das ações a cada ponto disputado, são características peculiares do voleibol, com alta exigência do sistema neuromuscular (MROCZEK *et al.*, 2014). Apesar do voleibol ser um esporte coletivo com a utilização da bola como objeto de jogo, a maioria das ações motoras de locomoção dos atletas se realiza sem o contato com a bola. Nas diferentes situações do jogo de voleibol, quando o contato com a bola ocorre, não dura mais que 1 segundo uma vez que a retenção da bola no jogo de voleibol é proibida pela regra oficial (MROCZEK *et al.*, 2014).

A caracterização da demanda de deslocamentos no voleibol profissional é pouco estudada (MROCZEK *et al.*, 2014). Existe um senso comum, que devido as proporções relativamente pequenas da quadra de voleibol (18 x 9 metros), a modalidade demanda de pouca exigência de deslocamentos (MROCZEK *et al.*, 2014). Utilizando um software de análise de movimento através de filmagens por câmeras, Mroczek *et al* (2014) observaram que jogadores profissionais de voleibol da Liga Polonesa da 1ª Divisão, percorriam distâncias totais médias de 1.221 ± 327 metros em jogos de 3 sets e 1.757 ± 462 metros em jogos de 4 sets. Além disso, foi observado que as distâncias médias percorridas nos *rallys* eram de 10.92 ± 0.9 metros. Resultados semelhantes demonstraram no voleibol de alto rendimento que os *rallys* nos jogos duravam menos que 12 segundos seguidos por aproximadamente 10 a 14 segundos (seg) de paralização até o início de um novo *rally* (MROCZEK *et al.*, 2014; SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009). Outros estudos demonstram que essa dinâmica da modalidade entre trabalho e

repouso, com as ações tendo duração média de 7 segundos seguidas de 16 segundos em média de intervalo entre as ações, traz uma relação de 1:2 no voleibol (PALAO; VALADES, 2009). De Alcaraz *et al* (2019), ao analisar uma média de 1.380 *rallies* de 30 sets da 1ª Divisão do Campeonato Espanhol de Voleibol masculino e Jogos Olímpicos de 2008, identificaram tempos de duração média dos *rallies* de 5.84 seg para o campeonato espanhol e 6.79 seg para os Jogos Olímpicos. O tempo de recuperação entre os *rallies* nas competições eram de 27.4 seg e 26.5 seg respectivamente.

Dentre as ações técnicas específicas do jogo de voleibol, o ataque tem o maior potencial de geração de pontos em uma partida. O sucesso dessa ação depende da altura de contato com a bola, direção e velocidade da bola atacada. Dessa forma, para que o ataque no voleibol tenha condições favoráveis de pontuação, um conjunto de ações motoras e capacidades físicas como corrida em alta velocidade, poder de aceleração, potência de membros inferiores e superiores e habilidade de salto são exigidas simultaneamente na execução do movimento (PALAO; VALADES, 2009). Por outro lado, características semelhantes são envolvidas na execução do saque, importante fundamento na dinâmica do jogo no voleibol atual. A capacidade de implementar maiores velocidades na bola, induzindo trajetórias da bola próxima a rede e com menores ângulos iniciais de lançamentos (PAULO *et al.*, 2016), são características do saque no alto rendimento que também necessitam da combinação de diferentes atributos motores. Além do ataque e saque, o bloqueio no voleibol requer dinâmica similar. A capacidade de deslocamentos horizontais explosivos rente à rede, aliados à transferência de potência para os saltos, além da adição da carga perceptiva visual-cognitiva de interpretação das jogadas e tomadas de decisão, impõem necessidade extrema das capacidades físicas e motoras para a execução das ações (FLEDDERMANN; ZENTGRAF, 2018).

Como citado anteriormente, o conjunto de deslocamentos e saltos constituem a grande base de exigência nas ações do voleibol (FLEDDERMANN; ZENTGRAF, 2018; SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009). De acordo com autores e especialistas, o salto vertical no voleibol é considerado parâmetro de performance na avaliação de atletas e consequente desempenho no jogo (FLEDDERMANN; ZENTGRAF, 2018; HORTA *et al.*, 2017a; SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009). Em estudo realizado através da análise de movimento nos Jogos Olímpicos

de 2004 e jogos preparatórios internacionais de seleções, Sheppard *et al* (2009) identificaram diferentes demandas de saltos para os atletas das diferentes posições. Observou-se que os jogadores da posição “Central” realizavam maiores demandas de saltos máximos de ataque e bloqueio em relação aos atacantes de extremidades (ponteiros e opostos) e os levantadores. Entretanto, os autores ressaltam que a alta demanda de ações realizadas pelos centrais nas posições da rede, são atenuadas quando os mesmos se encontram no fundo de quadra e cedem o lugar a entrada dos líberos.

Horta *et al* (2017) utilizando a metodologia de análise de movimento (vídeo-filmagens) de 30 sessões de treinamento tático de uma equipe brasileira profissional de voleibol, observaram uma frequência média de $87,2 \pm 37,9$ saltos por sessão. Ao relacionar o número de saltos totais médios realizados por cada posição de atuação, foi observado que os levantadores apresentaram uma frequência significativamente maior ($119,2 \pm 48,5$) de saltos em relação aos ponteiros ($67,8 \pm 24,5$), opostos ($73,5 \pm 24,0$) e centrais ($94,1 \pm 34,9$). Entretanto, resultado interessante em relação à percepção da carga interna de treinamento foi apresentada pelos atletas. Apesar dos levantadores apresentarem a maior demanda de saltos totais nos treinamentos, eles apresentaram valor significativamente menor de PSE média entre as posições. Os resultados de Horta *et al* (2017), reforçaram que apesar de uma maior frequência de saltos totais realizadas pelos levantadores em treinamentos e jogos, esses saltos constituem saltos submáximos (SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009) aplicados principalmente na ação de levantamento.

No voleibol, o rendimento do salto vertical é analisado através de protocolos de testes que utilizam normalmente plataformas de saltos e aparatos de medição da altura alcançada. De forma geral, são utilizados os testes de salto vertical de contra movimento (CMJ) com e sem o auxílio dos braços, salto vertical em profundidade (DJ) e salto com passada de ataque (SJ) (CLAUDINO *et al.*, 2017; GONÇALVES *et al.*, 2019; SHEPPARD; NEWTON, 2012). Entretanto, os testes mencionados são totalmente desconectados da realidade do jogo, mas oferecem bons parâmetros de acompanhamento da performance neuromuscular (CLAUDINO *et al.*, 2017). Atualmente, graças ao constante avanço tecnológico na área do treinamento esportivo de alto rendimento, já se pode avaliar a performance de saltos verticais em tempo real e em condições de treinamento e jogos oficiais no voleibol através do dispositivo *Vert Jump System* (CHARLTON *et al.*, 2017; MACDONALD *et al.*, 2017;

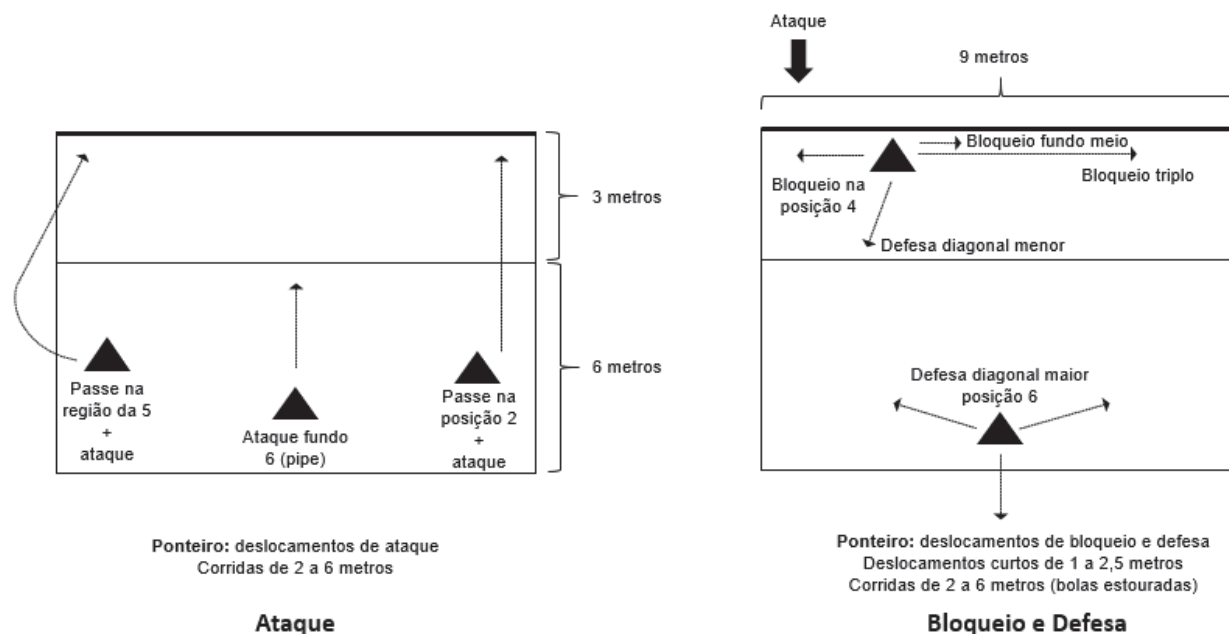
SKAZALSKI; WHITELEY; BAHR, 2018). Estudos no voleibol demonstram que parece não haver um padrão de alcance no salto vertical em relação a posição desempenhada pelo atleta, entretanto os resultados demonstram diferenças significativas na performance de salto quando atletas de diferentes categorias são comparados (categoria adulta x categorias de desenvolvimento: sub-21, sub-19), e também quando atletas de diferentes níveis de atuação (alto rendimento x sub-elite) são analisados (GONÇALVES *et al.*, 2019; SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009).

Características e principais deslocamentos das posições de atuação no voleibol

No voleibol atual, as equipes são compostas pelas seguintes posições de atuação: levantador, ponteiros, opostos, centrais e líberos (HORTA *et al.*, 2019a). Em publicações internacionais, é comum encontrarmos a denominação de “extremidades” ou “atacantes de lados/extremidades” para ponteiros e opostos (SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009). Assim como em outras modalidades de esporte coletivo, no voleibol as posições de atuação apresentam diferenças evidentes nas funções a serem desempenhadas em quadra (HORTA *et al.*, 2019a; SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009). Em relação as principais funções das posições de atuação podemos citar:

_Ponteiro (atacante de ponta): jogadores que majoritariamente atuam na posição 4, chamada de entrada de rede (extremidade esquerda da rede) quando estão nas posições da rede (4,3,2) e posição 6 quando estão no fundo de quadra, e bloqueiam normalmente na posição 4. Além da importante função de ataque e bloqueio, esses jogadores desempenham outra função primordial na equipe, que é compor a linha de recepção (2 ponteiros + 1 líbero) para o saque adversário. Cada equipe possui sempre 2 jogadores desempenhando a posição de ponteiro, com um atuando na rede e o correspondente no fundo da quadra. Participam de todos os 6 rodízios permanecendo em quadra em todas as rotações da equipe no set (VLANTES; READDY, 2017). As distâncias apresentadas nas figuras a seguir foram elaboradas a partir da observação direta de especialistas, autor do estudo e publicações do voleibol (JOHNSON *et al.*, 2010).

Figura 1. Principais deslocamentos (observação direta) da posição “ponteiro”.

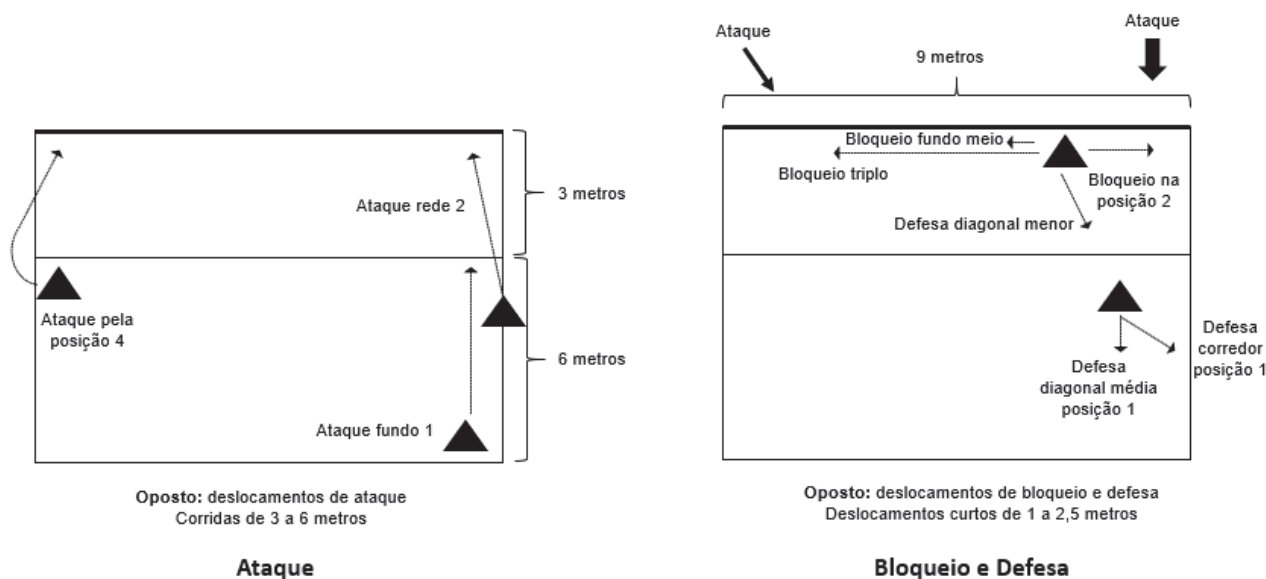


Setas tracejadas = deslocamentos.

Fonte: elaborado pelo Autor.

_Oposto (atacante de saída): jogadores que atuam majoritariamente na posição 2, chamada de saída de rede (extremidade direita da rede) quando estão nas posições da rede (4,3,2) e posição 1 no fundo. Atacam a maioria das bolas na posição 2 quando estão na rede e posição 1 quando estão no fundo, e bloqueiam normalmente na posição 2. Posição bastante acionada no ataque, com atletas de alto potencial de definição ofensiva. Cada equipe possui sempre 1 jogador desempenhando a posição de oposto, fazendo correspondência sempre com o levantador. Participam de todos os 6 rodízios permanecendo em quadra em todas as rotações da equipe no set (VLANTES; READDY, 2017). As distâncias apresentadas nas figuras a seguir foram elaboradas a partir da observação direta de especialistas, autor do estudo e publicações do voleibol (JOHNSON et al., 2010).

Figura 2. Principais deslocamentos (observação direta) da posição “oposto”.

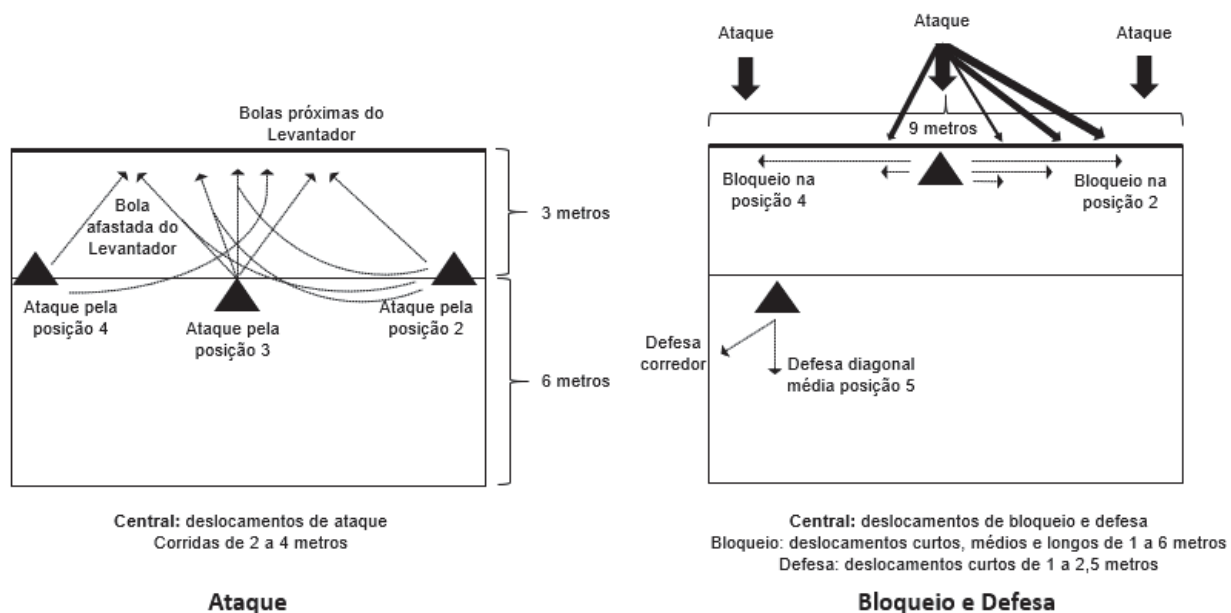


Setas tracejadas = deslocamentos.

Fonte: elaborado pelo Autor.

_Central (atacante de meio): jogadores que atuam na posição 3, chamada de centro de rede (posição central da rede) quando estão nas posições da rede (4,3,2). Atacam a maioria das bolas na região da posição 3 quando estão na rede, as chamadas “bolas rápidas” ou bolas de 1º tempo, e bloqueiam em todas as posições da rede (4,3,2). Além da função de ataque, os centrais apresentam importante função no sistema defensivo da equipe na composição do bloqueio. Cada equipe possui sempre 2 jogadores desempenhando a posição de central, com um atuando na rede e o correspondente no fundo da quadra. Uma peculiaridade dessa posição, é que quando os centrais realizam o saque e a equipe adversária efetua a confirmação do *rally*, esses são imediatamente substituídos pelos Líberos (especialistas em recepção e defesa) que compõem a linha de passe e defesa até a rotação chegar novamente as posições da rede (4,3,2). Dessa forma, essa posição participa dos rodízios das posições 4, 3, 2 e 1 (cedendo lugar ao líbero após a perda do direito de saque) (VLANTES; READDY, 2017). As distâncias apresentadas nas figuras a seguir foram elaboradas a partir da observação direta de especialistas, autor do estudo e publicações do voleibol (JOHNSON et al., 2010).

Figura 3. Principais deslocamentos (observação direta) da posição “central”.

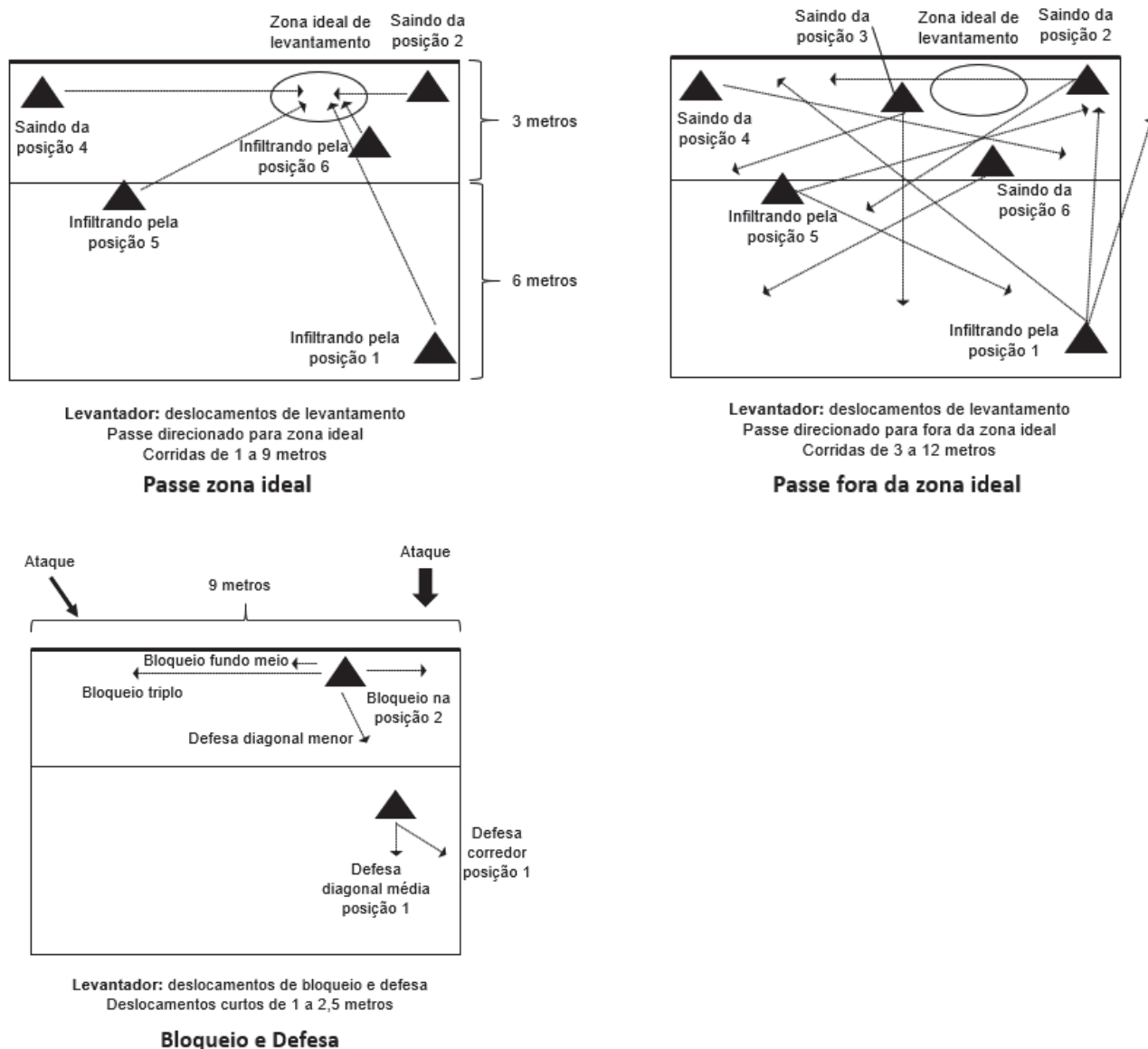


Setas tracejadas = deslocamentos.

Fonte: elaborado pelo Autor.

_Levantador: jogadores que atuam majoritariamente na posição 2, chamada de saída de rede (extremidade direita da rede) quando estão nas posições da rede (4,3,2) e posição 1 quando estão no fundo de quadra. Tem como principal função realizar a distribuição das jogadas ofensivas da equipe através do “levantamento” da bola para as posições de ataque. Por característica da posição, realiza muito pouca ação de ataque e normalmente participa do bloqueio na posição 2. Cada equipe possui 1 levantador (2 dependendo do sistema de jogo). Normalmente nas equipes de alto rendimento, o sistema utilizado é o 5x1, com cinco atacantes e um levantador. Participa de todos os 6 rodízios permanecendo em quadra em todas as rotações da equipe no set (VLANTES; READDY, 2017). As distâncias apresentadas nas figuras a seguir foram elaboradas a partir da observação direta de especialistas, autor do estudo e publicações do voleibol (JOHNSON et al., 2010).

Figura 4. Principais deslocamentos (observação direta) da posição “levantador”.



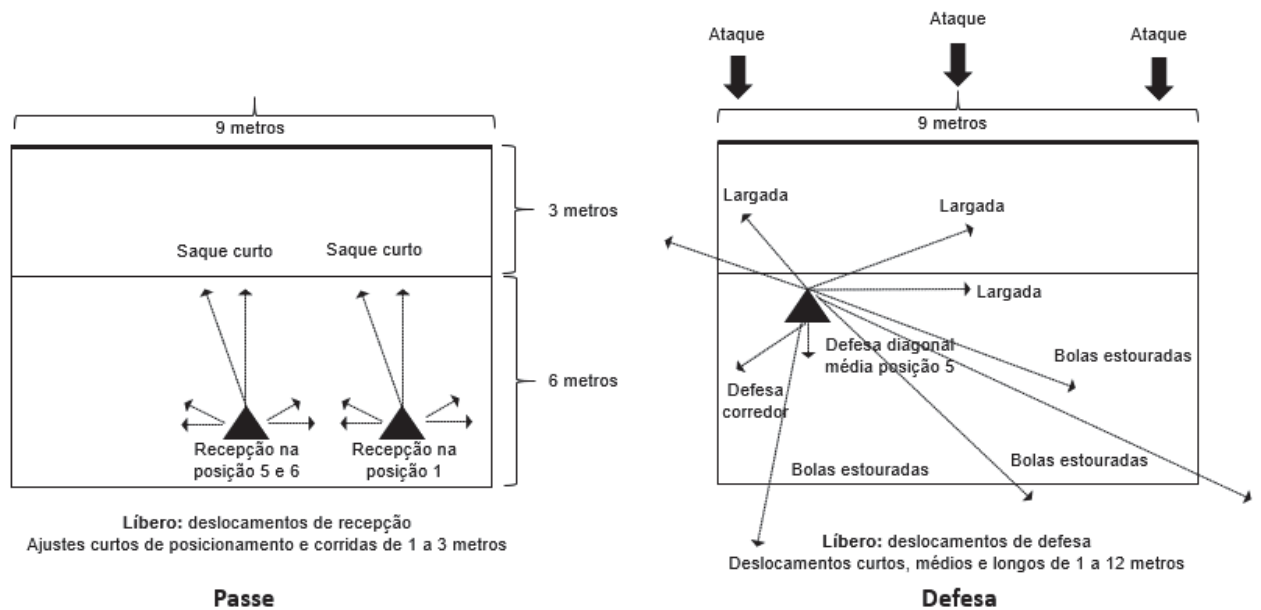
Setas tracejadas = deslocamentos.

Fonte: elaborado pelo Autor.

_Líbero: jogadores que atuam apenas nas posições de fundo da quadra (1,6,5). Sua principal função é compor o sistema de recepção (passe) e defesa da equipe. Normalmente o líbero participa nas 3 posições do fundo de quadra no lugar do central do fundo, e sua rotação nas posições da rede é proibida pela regra do jogo. Assim como, é proibido a essa posição realizar ações de ataque acima do bordo superior da rede de qualquer local da quadra. Cada equipe pode utilizar 1 ou 2 líberos em jogos oficiais, e sua entrada na partida não conta como substituição. Participam apenas de 2 rodízios no fundo de quadra (1 para 6 e 6 para 5)

(VLANTES; READDY, 2017). As distâncias apresentadas nas figuras a seguir foram elaboradas a partir da observação direta de especialistas, autor do estudo e publicações do voleibol (JOHNSON et al., 2010).

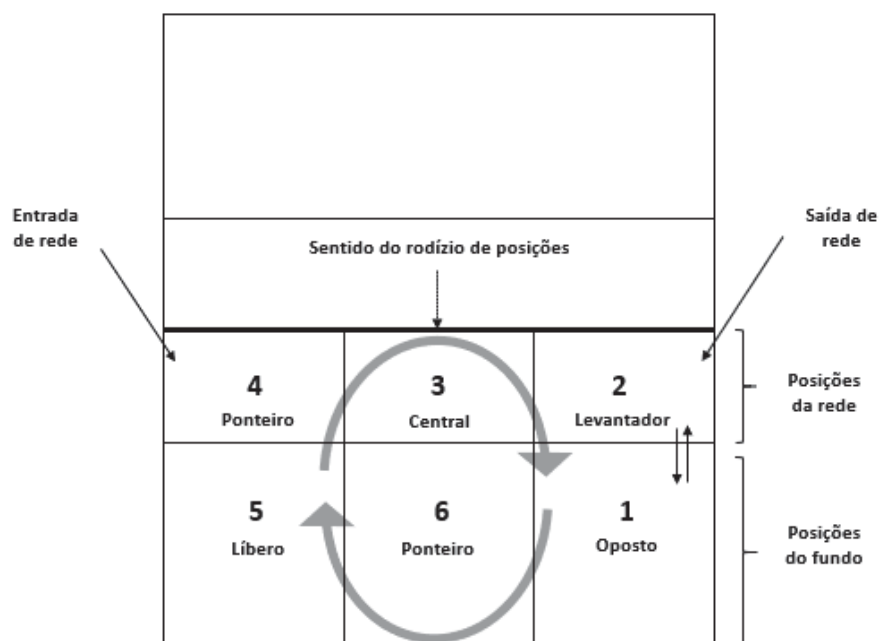
Figura 5. Principais deslocamentos (observação direta) da posição “líbero”.



Setas tracejadas = deslocamentos.

Fonte: elaborado pelo Autor.

Figura 6. Identificação espacial das posições de atuação do voleibol na quadra.



Fonte: elaborado pelo Autor.

Em relação as características antropométricas dos jogadores de voleibol de alto rendimento, a alta estatura é um componente marcante na modalidade. O perfil antropométrico de um atleta de voleibol de alto rendimento é bem consolidado, e envolve características antropométricas específicas (altura, comprimento do braço, comprimento da palma da mão, circunferência do tornozelo, panturrilha, braço e antebraço) (GONÇALVES *et al.*, 2019). Essas características são indicadores importantes do potencial de um jogador de voleibol e determinantes para o sucesso individual e coletivo (GONÇALVES *et al.*, 2019). Além disso, as diferentes posições de atuação no voleibol apresentam características peculiares de perfil antropométrico. Sheppard *et al* (2009), avaliaram 142 atletas de importantes seleções nacionais no cenário internacional (Argentina, Austrália, Brasil e Canadá) e identificaram que os Centrais apresentavam diferenças significativas para maiores alturas e peso corporal em relação as demais posições. Os centrais das equipes analisadas apresentavam em média ($203,1 \pm 3,9$ cm), contra ($192,9 \pm 4,2$ cm) dos levantadores e ($197,8 \pm 4,6$) cm dos atacantes de ponta e saída (opostos). Dados fornecidos pela Confederação Brasileira de Vôlei (CBV) em relação ao perfil antropométrico dos atletas da Superliga Masculina de Vôlei 2018/2019, corroboram o perfil internacional dos atletas analisados no estudo de Sheppard *et al* (2009). As posições de atuação na competição brasileira apresentaram para a temporada mencionada, uma média de altura de 1,90 metros para os levantadores, 1,95 metros para os ponteiros, 2,03 metros para os centrais, 2,02 metros para os opostos e 1,82 metros para os líberos. Os estudos de Sheppard *et al* (2009) retratando o perfil antropométrico de atletas participantes dos Jogos Olímpicos de 2004 e os dados recentes da Superliga 2018/2019, demonstram que o perfil de altura das posições de atuação no voleibol apresentados parece ser o padrão da modalidade, uma vez que os resultados são extremamente semelhantes após 15 anos de diferença temporal das análises.

Treinamento no voleibol de alto rendimento: treino físico, técnico e tático

Nos esportes coletivos, assim como no voleibol, o treinamento tático busca reproduzir a realidade do jogo, trabalhado de forma coletiva com o desenvolvimento do padrão de atuação da equipe em detrimento também das características das equipes adversárias, sendo esta parte principal da rotina diária de treinamentos das

equipes adultas de alto-rendimento (HORTA *et al.*, 2017a, 2019a). Por sua vez, o treinamento técnico reproduz situações mais específicas utilizando efetivo completo ou reduzido de atletas, com o objetivo da melhoria de habilidades técnicas inerentes a modalidade (MUJIKÁ *et al.*, 2018) ou a posição de atuação do jogador. No voleibol por exemplo, fazem parte da rotina de treinamentos técnicos o aprimoramento dos fundamentos técnicos básicos (toque, manchete, deslocamentos), habilidade individual e coletiva de defesa, saque, recepção, ataque, bloqueio e levantamento (HORTA *et al.*, 2017a, 2019a).

Entre uma grande variedade de esportes, além do impacto na performance esportiva, capacidades físicas bem desenvolvidas estão associadas com a redução do risco de lesões, criando um efeito protetor aos atletas (GABBETT, 2016; SUCHOMEL; NIMPHIUS; STONE, 2016). Dessa forma, o treinamento de força é componente fundamental para a rotina de qualquer equipe esportiva de alto rendimento (MUJIKÁ *et al.*, 2018). Principalmente em modalidades com alta exigência de ações explosivas e solicitação do sistema neuromuscular como no voleibol, o desenvolvimento da força e potência são componentes fundamentais para a melhoria da performance como um todo (SHEPPARD; NEWTON, 2012). Portanto, o treinamento de força nessas equipes nortearão quase que a temporada inteira o desenvolvimento e manutenção da força máxima e força explosiva dos atletas (SCOTT *et al.*, 2016).

No Brasil, as equipes de voleibol de alto rendimento apresentam rotinas de treinamento semelhantes, com alguns dias da semana apresentando treinos divididos em dois períodos, chegando a ter em determinados períodos da temporada 9 a 11 unidades (sessões) de treinamento semanal (HORTA *et al.*, 2017a, 2019a). É comum as equipes adotarem a seguinte divisão dos treinamentos:

- Treino Físico: (1) treinamento de força 4-5 vezes por semana, 60 minutos (hipertrofia, força e potência, de acordo com a periodização); (2) treinamento em circuito 1-2 vezes por semana, 20 minutos (exercícios de velocidade e agilidade); (3) treinamento funcional 1-2 vezes por semana específico para o voleibol, 30 minutos, com exercícios de coordenação, core, estabilização e equilíbrio. Normalmente, o treinamento físico é realizado na parte da manhã com os atletas divididos em pequenos grupos.

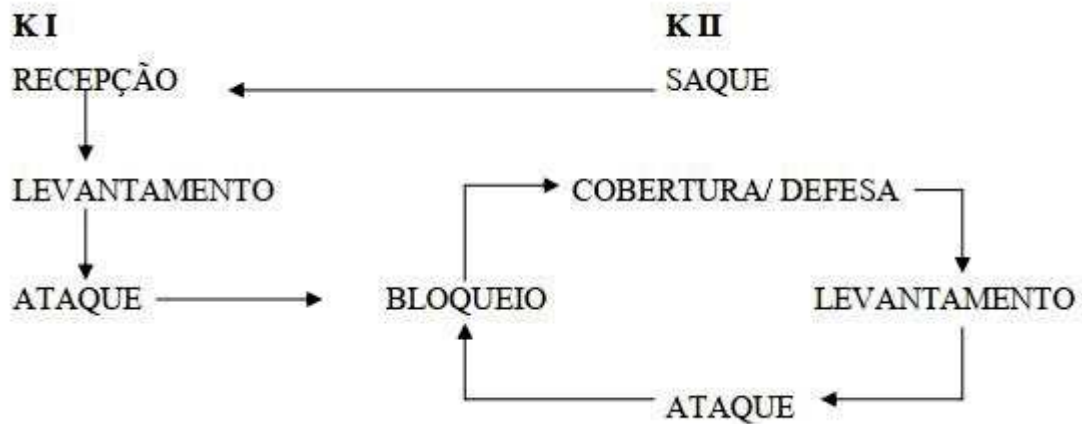
- Treino Técnico: 3-5 vezes na semana, com 75 minutos de duração direcionados para o desenvolvimento de habilidades técnicas específicas do voleibol (saque, recepção, defesa, ataque, bloqueio e levantamento), além de exercícios técnicos condicionantes, como deslocamentos e movimentações em contato com a bola. Normalmente, o treinamento técnico é realizado na parte da manhã com os atletas divididos em pequenos grupos.
- Treino Tático: 5-6 vezes na semana, com 90 a 120 minutos de duração direcionados para o trabalho coletivo dos complexos de jogo ofensivo e defensivo (*K-1* e *K-2*, Figura 2) em formato 6 x 6, com foco específico no desenvolvimento tático da equipe. Normalmente, o treinamento tático é realizado na parte da tarde ou noite com o grupo completo de atletas.

Fases do jogo de voleibol

O voleibol é constituído de habilidades distintas chamados de fundamentos (saque, recepção, levantamento, ataque, bloqueio, defesa) que se repetem continuamente durante o jogo, geralmente com a mesma sequência cíclica (PALAO & UREÑA, 2006). Dentro dessas sequências cíclicas do voleibol, duas fases ou situações do jogo podem ser diferenciadas (PALAO & UREÑA, 2006):

- *Side-out*, complexo ofensivo ou primeiro complexo do jogo (*K-1*): habilidades que a equipe usa para neutralizar o efeito do saque da equipe adversária e para organizar seu ataque, tentando conseguir a posse do saque. O complexo 1 do jogo (*K-1*) ou *Side-out*, incluem as ações de recepção, levantamento e ataque.
- Defesa de *side-out*, complexo defensivo ou segundo complexo do jogo (*K-2*): habilidades que uma equipe usa para neutralizar o ataque da equipe adversária e para organizar seu contra-ataque e continuar de posse do saque. Inclui as ações de saque, bloqueio, defesa, contra-ataque e continua até o final do ponto.

Figura 7. Estrutura ou fases do jogo de voleibol



Fonte: Adaptado de PALAO & UREÑA, 2006.

3.2 Carga de trabalho

Conceitos gerais de carga de trabalho ou treinamento

O treinamento esportivo é uma atividade sistemática direcionada ao alcance de alterações morfológicas, metabólicas e funcionais que possibilitem a melhora dos resultados competitivos (MCLAREN *et al.*, 2018; NAKAMURA; MOREIRA; AOKI, 2010). Dessa forma, a carga estressora oriunda do processo de treinamento, além de fatores externos ao ambiente esportivo, determinará as adaptações desejadas (BOURDON *et al.*, 2017; SCHWELLNUS *et al.*, 2016). De acordo com Schwellnus *et al.* (2016) a definição de “carga” aplicada ao contexto esportivo, denominada de carga de treinamento ou carga de trabalho, descreve a aplicação de um ou vários estímulos estressores (psicológicos, fisiológicos ou mecânicos) ao sistema biológico humano (elementos subcelulares, uma única célula, um ou vários sistemas e órgãos do indivíduo). A carga pode ser aplicada ao sistema biológico humano ao longo de vários períodos de tempo (segundos, minutos, horas, dias, semanas, meses e anos) e com magnitudes variáveis (duração, frequência e intensidade).

No ambiente esportivo, a relação entre a saúde do atleta e a carga aplicada pode ser visto em um contexto contínuo do bem estar, onde carga e recuperação são agentes opostos que se complementam ao longo do processo (SCHWELLNUS *et al.*, 2016). Por isso, o controle da carga de treinamento envolve o monitoramento

preciso de medidas de carga esportivas e não esportivas dos atletas, indicadores de performance (física, técnica, tática) e como os atletas se sentem em relação à sua saúde (bem estar, sintomas clínicos, doenças, queixas, etc) (SCHWELLNUS *et al.*, 2016). Dessa forma, o sistema de monitoramento ideal envolve a inclusão de marcadores para todos os aspectos relevantes do treinamento (fisiológico, psicológico, performance, extra treino), combinados em uma abordagem holística (SCHNEIDER *et al.*, 2018). Objetivamente, o monitoramento da carga de trabalho permite à comissão técnica da equipe explicar mudanças no desempenho, aumentar a compreensão das respostas do treinamento, identificação de fadiga e necessidades de recuperação, adequar ou modificar o regime de treinamento com o planejamento e calendário de competições, e fundamentalmente garantir níveis terapêuticos de carga de trabalho para aumentar o desempenho e minimizar o risco de adaptações inadequadas na forma de *overreaching* não funcional¹, lesões e doenças (KELLMANN *et al.*, 2018; MEEUSEN; DUCLOS; FOSTER, 2013; SCHWELLNUS *et al.*, 2016).

Carga de trabalho externa e interna

A carga de trabalho pode ser dividida como carga de treinamento externa e carga de treinamento interna. Nesse sentido, a carga externa refere-se à organização, qualidade e quantidade de exercícios relacionados ao treinamento prescrito. Consequentemente, as medidas de carga externa são específicas a natureza do treinamento realizado (IMPELLIZZERI; MARCORA; COUTTS, 2019). Pode-se citar como exemplo de carga externa a distância total percorrida, a duração do treinamento ou jogo, número de saltos verticais realizados (HORTA *et al.*, 2017a), número de acelerações e desacelerações dentre outras variáveis de medida (IMPELLIZZERI; MARCORA; COUTTS, 2019). Por outro lado, a carga interna envolve toda a resposta psicofisiológica manifestada pelo atleta ao estímulo imposto pelo processo de treinamento (BOURDON *et al.*, 2017; IMPELLIZZERI; MARCORA; COUTTS, 2019). Medidas como frequência cardíaca, lactato sanguíneo, consumo

¹ Termo utilizado para descrever um acúmulo de estresse de treinamento e ou estressores não relacionados ao treinamento, resultando em diminuição de curto prazo na capacidade de desempenho com ou sem sinais e sintomas fisiológicos e psicológicos de má adaptação, em que a restauração da capacidade de desempenho pode levar de vários dias a várias semanas.

de oxigênio, percepção subjetiva do esforço (PSE) são comumente utilizadas para avaliar a carga interna (BOURDON *et al.*, 2017).

Apesar do aumento considerável de ferramentas tecnológicas de monitoramento da carga externa, pesquisadores especialistas da área do treinamento esportivo alertam sobre a cautela necessária no uso exclusivo dessas medidas ao monitorar atletas, pois existem limitações conceituais (IMPELLIZZERI; MARCORA; COUTTS, 2019). Por exemplo, dois atletas podem realizar a mesma sessão de treinamento baseadas no mesmo percentual do $VO_{2máx}$, entretanto, podem apresentar respostas completamente distintas de carga interna ao treinamento devido aos diferentes percentuais de limiares individuais. Dessa forma, os especialistas orientam a integração de medidas de carga interna e externa no monitoramento de atletas. Além de uma melhor adequação individual do treinamento aos atletas, é possível também uma leitura mais detalhada das respostas ao treinamento. Estudos demonstram por exemplo, que utilizando a combinação de medidas psicológicas (PSE) e fisiológicas (FC) de carga interna do treinamento, pode sugerir o tipo de fadiga que o atleta está sofrendo. Nesse caso, a fadiga muscular seria caracterizada pelo aumento de ambos, frequência cardíaca (FC) e percepção subjetiva do esforço (PSE), ao passo que a fadiga mental aumentaria apenas a percepção subjetiva do esforço (IMPELLIZZERI; MARCORA; COUTTS, 2019). Esse conhecimento poderia ajudar diretamente na melhor estratégia de intervenção para redução da fadiga.

Como mencionado anteriormente, carga interna de treinamento é definida como a resposta psicofisiológica durante o exercício. Existe um equívoco comum que medidas como a FC de recuperação ou a variabilidade da FC medida logo após a interrupção do exercício, ou na manhã seguinte, são indicadores de carga interna. Entretanto, essas medidas não podem ser consideradas indicadores de carga interna, pois se tratam de respostas ocorrendo após e não durante o exercício. Da mesma forma, medidas comuns no monitoramento de atletas e equipes como a resposta hormonal pós exercício, testes de salto vertical para análise de fadiga neuromuscular, questionários de sintomas de fadiga e estresse, não devem ser considerados medidas de carga interna. Impellizzeri *et al.* (2019), resumem que por regra geral, um indicador de carga de treinamento interna é qualquer indicador que pode ser usado para prescrever intensidade de exercício.

3.3 Métodos de controle da carga de trabalho

Em qualquer âmbito esportivo, e principalmente no esporte de alto rendimento, é de fundamental importância a mensuração da carga externa para o conhecimento das demandas da modalidade, capacidades exigidas do atleta e controle do trabalho que foi realizado. Por outro lado, torna-se imprescindível a mensuração da carga interna na determinação do estímulo adequado para indução da melhor adaptação biológica (SCHWELLNUS *et al.*, 2016). Nos esportes coletivos, o monitoramento da carga de treinamentos e jogos exige ainda mais atenção da comissão técnica, uma vez que o mesmo estímulo aplicado no treinamento ao grupo de atletas apresentará diferentes respostas psicofisiológicas pelos mesmos (IMPELLIZZERI; MARCORA; COUTTS, 2019; SCHWELLNUS *et al.*, 2016).

Outro ponto desafiador para os profissionais do esporte, é que devido a natureza multifatorial envolvida no processo de adaptação ao treinamento esportivo, inúmeros são os fatores que direcionam as adaptações positivas e negativas do atleta. Além disso, um desafio ainda maior para os profissionais do esporte é de que forma estabelecer ligações de tantas variáveis coletadas de maneira sistemática e aplicada, uma vez que a característica multifacetada do processo adaptativo do treinamento não possibilita sua interpretação com o uso apenas de uma variável isolada (SCHNEIDER *et al.*, 2018). Nesse sentido, Impellizzeri *et al.* (2019) ressaltam que não existe uma variável isolada considerado padrão ouro de medidas de carga externa e interna. Portanto, torna-se fundamental a escolha das medidas e métodos pelo profissional do esporte que melhor correspondem as demandas da modalidade e objetivos de adaptações psicofisiológicas (IMPELLIZZERI; MARCORA; COUTTS, 2019).

Método objetivo de controle da carga interna de trabalho

Frequência cardíaca

Entre os métodos objetivos de monitoramento da carga de treinamento, a medida da frequência cardíaca (FC) em atletas de modalidades esportivas individuais e coletivas, é um dos mais difundidos na literatura científica e prática profissional (FOX *et al.*, 2018; SCHNEIDER *et al.*, 2018). O monitoramento da FC oferece uma visão objetiva, relativamente acessível e conveniente da carga interna

do atleta. Além disso, possibilita através dos dispositivos de análise da FC o acompanhamento em tempo real da resposta fisiológica do atleta ou equipe ao treinamento submetido (BURGESS, 2017).

No voleibol, o uso da frequência cardíaca já foi demonstrado em alguns estudos com diferentes abordagens de investigação (BARA FILHO *et al.*, 2013; DUARTE *et al.*, 2019; GABBETT, 2008; MORTATTI *et al.*, 2018; RODRÍGUEZ-MARROYO *et al.*, 2014). Algumas abordagens de investigação como comparações de demandas fisiológicas entre diferentes tipos de sessões (treinamento técnico, treinamento tático, jogos), comparação de diferentes métodos de frequência cardíaca, correspondência entre a carga apresentada pelo atleta e a observada pelo treinador e o impacto de semanas congestionadas de trabalho nas demandas psicofisiológicas serão abordados no tópico adiante (3.5) “Carga de trabalho no voleibol”.

O uso de métodos derivados da FC no monitoramento da carga de treinamento em esportes coletivos é bastante comum, entretanto, a grande variabilidade de relações na composição de cada método sugere que os mesmos não são comunicáveis entre si nos resultados fornecidos (FOX *et al.*, 2018). Basicamente, esses métodos derivados da FC são chamados de impulso de treinamento (TRIMP) e levam em consideração nas suas estruturações uma variedade de relações como: concentrações de lactato sanguíneo, limiares ventilatórios, ponto de compensação respiratório, FC média do exercício, FC de repouso e tempo gasto em diferentes zonas de intensidade da FC (FOX *et al.*, 2018). Banister (1991) foi o primeiro a propor um método de monitoramento da carga de treinamento baseado no modelo de impulso de treinamento, posteriormente adaptado por Edwards (1993) e Stagno *et al.* (2007) (STAGNO; THATCHER; VAN SOMEREN, 2007).

O impulso de treinamento de Banister (Banister's TRIMP) é calculado com um coeficiente pré-estabelecido obtido com a relação entre FC e o lactato sanguíneo durante teste com exercício incremental. Além disso, o cálculo engloba a duração em minutos da atividade e os valores da FC média do exercício, FC de repouso e FC máxima (Tabela 1). Entretanto, o monitoramento do treinamento através do Banister's TRIMP, ao levar em consideração valores da FC média do exercício, pode não refletir adequadamente a natureza intermitente dos esportes coletivos, que compreendem sequenciados ataques de exercícios de alta intensidade e curta

duração, com grande mudança de direção, acelerações, desacelerações e saltos como no voleibol (FOX *et al.*, 2018; HADDAD *et al.*, 2017).

No método proposto de Lucia' TRIMP, o monitoramento da FC é feito levando em consideração os limiares ventilatórios (LV) da FC (LV1 e LV2). O limiar ventilatório 1 corresponde ao limiar anaeróbico e o limiar ventilatório 2 ao ponto de compensação respiratório. Este método fornece três zonas de FC: baixa < LV1; moderada entre LV1 e LV2 e alta > LV2, e cada zona com seu coeficiente de multiplicação: 1, 2 e 3 respectivamente. A soma de cada valor obtido nas três zonas de intensidade representa a carga de treinamento da sessão (FOX *et al.*, 2018; HADDAD *et al.*, 2017).

Ex: Lucia's TRIMP

Quadro 1. Zonas de intensidade da frequência cardíaca pelo método TRIMP Lucia.

Zonas	zona 1	zona 2	zona 3
% da FC _{máx}	< LV1	LV1 - LV2	> LV2
Fator de multiplicação	1	2	3
Tempo gasto	25 min	20 min	15 min

Fonte: elaborado pelo Autor.

Já o método de Edwards' TRIMP considera o tempo gasto pelo atleta em diferentes zonas de intensidade da FC durante o exercício. Cada zona de intensidade apresenta seu respectivo coeficiente que é então multiplicado pelo tempo gasto em cada zona, gerando um valor em unidades arbitrárias:

Ex: Edwards' TRIMP

Quadro 2. Zonas de intensidade da frequência cardíaca pelo método TRIMP Edwards.

Zonas	zona 1	zona 2	zona 3	zona 4	zona 5
% da FC _{máx}	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%	90-100%
Fator de multiplicação	1	2	3	4	5
Tempo gasto	25 min	20 min	15 min	10 min	5 min

Fonte: elaborado pelo Autor.

A soma dos valores obtidos em cada zona de FC representa a carga de treinamento da sessão. Apesar do método não ter uma base teórica de fundamentação para o uso dos coeficientes pré-estabelecidos em cada zona de FC, o método demonstra boa aplicabilidade no monitoramento da carga de treinamento em diversos estudos (FOX *et al.*, 2018; HADDAD *et al.*, 2017).

O TRIMP de Stagno segue a mesma dinâmica apresentada por Edwards com cinco zonas de intensidade da FC, entretanto eles se diferem na abrangência percentual de cada zona de intensidade e nos coeficientes de multiplicação para cada zona:

Ex: Stagno's TRIMP

Quadro 3. Zonas de intensidade da frequência cardíaca pelo método TRIMP de Stagno.

Zonas	zona 1	zona 2	zona 3	zona 4	zona 5
% da FC _{máx}	65-71%	72-78%	79-85%	86-92%	93-100%
Fator de multiplicação	1.23	1.71	2.54	3.61	5.16
Tempo gasto	25 min	20 min	15 min	10 min	5 min

Fonte: elaborado pelo Autor.

Método subjetivo de controle da carga interna de trabalho

Percepção subjetiva do esforço (PSE da sessão)

O método da percepção subjetiva do esforço da sessão (PSE da sessão) foi proposto por Foster *et al.* (2001). Este método leva em consideração a intensidade e a duração da sessão de exercício. Basicamente, o atleta responde 30 minutos após o término da sessão de treino a seguinte pergunta: “Como foi sua sessão de treinamento?” A resposta é fornecida através da escala CR10 proposta por Borg em 1982 e modificada por FOSTER *et al.* (2001). O produto do valor da PSE (intensidade) pela duração da sessão (volume) reflete o valor da carga de treinamento expresso em unidades arbitrárias (UA) (FOSTER *et al.*, 2001). O escore apontado pelo atleta deve refletir uma medida da avaliação global de toda a sessão de treino. Por isso, o intervalo de 30 minutos deve ser adotado para que percepções leves ou intensas ocorridas ao final do treino não dominem a avaliação.

A percepção subjetiva do esforço (PSE) reflete a sensação consciente de quão difícil, pesado e extenuante um trabalho físico é percebido. Apesar da importância e utilidade do método em monitorar e prescrever a intensidade do exercício, sua base neurofisiológica de sustentação teórica ainda não é totalmente definida (HADDAD *et al.*, 2017). Há pelo menos 150 anos, cientistas ainda discutem sobre a origem da PSE e sua dependência sobre os sinais sensoriais aferentes e eferentes. Investigações sobre a regulação central do exercício entre 2005 e 2008 (HADDAD *et al.*, 2017) propuseram um modelo bastante difundido, em que o senso de esforço resultaria de uma integração complexa de diferentes inputs para o sistema nervoso central (retroalimentação). Nesse sentido, *feedbacks* aferentes de órgãos periféricos (músculos esqueléticos, coração, pulmões) e outros interceptores regulatórios seriam exemplos desses inputs. Entretanto, a partir de 2009, um grupo de pesquisadores propuseram o modelo de descarga corolária da PSE, em que o senso de esforço das áreas somatossensoriais é independente das respostas periféricas de músculos, coração e pulmões (MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009). Nesse caso, o modelo é baseado no mecanismo de pré-alimentação (*feedforward*). Os resultados de um sofisticado estudo (POLLAK *et al.*, 2014) apresentaram forte sustentação para o modelo de pré-alimentação proposto por Marcora *et al.* (2009), sendo ultimamente o modelo mais aceito no meio científico.

O método PSE da sessão permite o cálculo de dois índices derivados: monotonia e *strain*² (FOSTER; RODRIGUEZ-MARROYO; DE KONING, 2017). A monotonia reflete a variabilidade dia a dia das cargas de treinamento aplicadas, e é relacionada com o *overreaching* não funcional e início da síndrome do *overtraining*³ (MEEUSEN; DUCLOS; FOSTER, 2013) quando altas cargas de treinamento se combinam com um período de alta monotonia (pouca variação das cargas de treinamento). A monotonia do treinamento é calculada usando a seguinte fórmula:

$$\text{Monotonia} = \text{Carga de Treinamento Semanal Média} / \text{Desvio Padrão}$$

² **Monotonia:** índice que reflete a variação de aplicação da carga de treinamento. A baixa variabilidade pode levar a adaptações negativas ao treinamento. **Strain:** índice que reflete acúmulo excessivo de carga de treinamento em períodos de pouca variabilidade da carga aplicada (alta monotonia).

³ **Síndrome do *overtraining*:** acúmulo de estresse de treinamento e / ou não-treinamento, resultando em diminuição de longo prazo na capacidade de desempenho, com ou sem sinais e sintomas fisiológicos e psicológicos de má adaptação, em que a restauração da capacidade de desempenho pode levar várias semanas ou meses

O *strain* é um índice que está associado ao nível de adaptação ao treinamento. Períodos de treinamento com cargas elevadas e alto nível de monotonia são relacionados com o aumento da incidência de lesões e doenças infecciosas. O *strain* do treinamento é calculado usando a seguinte fórmula:

$$\text{Training Strain} = \text{Carga de Treinamento Semanal} \times \text{Monotonia}$$

Fatores como a simplicidade, baixo custo e a praticidade do método PSE da sessão, fazem dele um método extremamente aplicável na rotina diária de monitoramento das cargas de treino em modalidades coletivas (FOX *et al.*, 2018; HADDAD *et al.*, 2017; NAKAMURA; MOREIRA; AOKI, 2010). Entretanto, o ponto forte deste método (simplicidade) é também sua maior limitação. Apesar de as evidências atestarem a efetividade e a aplicabilidade prática do método da PSE da sessão, alguns profissionais do esporte ainda apresentam certa resistência em relação ao mesmo, pela sua simplicidade (HADDAD *et al.*, 2017; NAKAMURA; MOREIRA; AOKI, 2010). Além do registro coletivo e individual da carga de trabalho dos atletas, o método PSE da sessão possibilita a construção de curvas/gráficos de periodização do treinamento, permitindo a visualização do padrão de alternância e distribuição das cargas de treinamento (FOSTER *et al.*, 2001; NAKAMURA; MOREIRA; AOKI, 2010). Com base na literatura e apontamentos realizados por Nakamura *et al.* (2010), apresentamos a seguir algumas aplicações práticas do método:

- 1) **Comparar a carga interna percebida pelo atleta com a carga externa planejada pelo treinador:** o método PSE da sessão permite avaliar a magnitude da carga interna em função da carga externa aplicada. Dessa forma, o treinador e comissão técnica conseguem visualizar a resposta do atleta ao treinamento planejado e realizar os ajustes se necessários.
- 2) **Monitorar o seguimento da periodização planejada:** a possibilidade de quantificar a carga de trabalho realizada pela equipe através do método PSE da sessão, permite confrontar os resultados de monitoramento com os objetivos daquele período em relação ao planejamento anual da temporada.
- 3) **Analisar a resposta individual do atleta aos estímulos aplicados:** o método permite observar se discrepâncias na manifestação da carga interna

estão ocorrendo no grupo de atletas. Caso seja necessário, esse fator permite uma intervenção precisa aos atletas identificados.

- 4) **Monitorar a carga de treinamento de forma individual e coletiva:** nos esportes coletivos, é possível através do método comparar a média do grupo com a média de um indivíduo. Além disso, é possível identificar perfis de manifestação da carga interna relacionados as diferentes posições de atuação nas modalidades para um melhor acompanhamento e leitura do processo.
- 5) **Monitorar o processo de reabilitação de atletas lesionados:** o método da PSE da sessão permite uma progressão adequada das cargas externas de treinamento através da resposta de carga interna manifestada pelo atleta em recuperação.
- 6) **Monitorar jogos competitivos:** o monitoramento dos atletas em jogos oficiais e competições é um grande desafio devido as características peculiares da situação (estresse pré e pós jogo dos atletas, queixa do atleta em usar algum dispositivo, regras da competição, horários a cumprir, imprensa). O método PSE da sessão utilizado em uma situação competitiva se mostra simples, prático e rápido na coleta da informação ao atleta no pós-jogo.

Diferentes resultados de pesquisas em relação aos fatores que explicariam a alteração da percepção do esforço do exercício, mostram que os determinantes fisiológicos e neurais citados anteriormente não explicam totalmente a variação da PSE, assim como outros fatores também a influenciam (HADDAD *et al.*, 2017). Fatores sociológicos como a presença de outro avaliador (2 avaliadores) no momento da coleta da PSE, fatores da personalidade do indivíduo (extroversão, neuroticismo, depressão e ansiedade) já demonstraram afetar a PSE. Características do sujeito como gênero, idade, nível de aptidão e nível de expertise podem também influenciar a PSE. Outras influências sobre a PSE são relacionadas a fatores ambientais como: estar ouvindo música ou assistindo vídeo ou alguma imagem no momento da coleta, dar *feedback* ou instruções sobre os exercícios, variações na escala de PSE, hipnose, temperatura ambiente, altitude, glicemia, consumo de produtos farmacológicos ou doping, bebidas com cafeína, bebidas energéticas, bebidas achocolatadas e álcool (HADDAD *et al.*, 2017).

Apesar da possibilidade de influência na PSE dos fatores citados, a literatura científica apresenta diversos resultados que apoiam o uso do método da PSE da sessão como indicador de intensidade do exercício. A boa confiabilidade e consistência interna da PSE em vários esportes e atividades físicas com homens e mulheres de diferentes categorias de idade e diferentes níveis de experiência mostram claramente a utilidade do método para o monitoramento eficiente da carga de treinamento (FOX *et al.*, 2018; HADDAD *et al.*, 2017; NAKAMURA; MOREIRA; AOKI, 2010). A literatura científica nos mostra diversos estudos utilizando o método da PSE da sessão em ambientes de equipes esportivas profissionais. Essa observação reforça claramente que as vantagens do uso do método sobrepõem os pontos negativos.

Na rotina de monitoramento da carga de trabalho em equipes profissionais de voleibol, a utilização do método PSE da sessão é apresentada em diversas publicações científicas (ANDRADE *et al.*, 2018; AOKI *et al.*, 2017; BARA FILHO *et al.*, 2013; BRANDÃO *et al.*, 2019; CLEMENTE *et al.*, 2019; DE FARIA *et al.*, 2020a; DEBIEN *et al.*, 2018; DUARTE *et al.*, 2019; FREITAS *et al.*, 2014; HORTA *et al.*, 2017a, 2017c, 2019a, 2019b, 2020b; HORTA T.A.G. *et al.*, 2021; LIMA *et al.*, 2020; MENDES *et al.*, 2018; MORTATTI *et al.*, 2018; RODRÍGUEZ-MARROYO *et al.*, 2014; TAVARES *et al.*, 2018; TIMOTEO *et al.*, 2018; VLANTES; READDY, 2017). Os resultados demonstram boa aplicabilidade e sensibilidade do método, correlações com medidas objetivas diretas através de marcadores fisiológicos, validade ecológica e principalmente praticidade em sua utilização na rotina prática de trabalho das equipes. A apresentação detalhada do uso desse método no voleibol será descrita no tópico adiante (3.5) “Carga de trabalho no voleibol”.

Razão carga de treinamento aguda:crônica (ACWR)

Em 2016, Gabbett *et al.*, apresentaram um modelo de avaliação das cargas de treinamento aplicadas apoiada na relação da variação da carga de treinamento e lesões esportivas. O modelo considerava a relação entre as mudanças nas cargas de treinamento (relatada como percentual da carga de treinamento da semana anterior) e a probabilidade de lesão. Segundo os autores, quando as cargas de treinamento se mantinham razoavelmente constantes (variando entre 5% a 10% a mais que na semana anterior) os jogadores tinham um risco menor que 10% de

lesão. Entretanto, quando era observado um aumento da carga de treinamento acima de 15% da apresentada na semana anterior, o risco de lesão aumentava entre 21% a 49%. De acordo com o modelo apresentado por Gabbett *et al.* (2016) era indicado que os profissionais do esporte envolvidos no monitoramento das cargas de treinamento limitassem a variação entre as semanas em até 10%.

O modelo chamado de razão da carga de trabalho (ou treinamento) aguda:crônica (ACWR em inglês, para *Ration Workload Acute:Cronic*), considera como carga de treinamento aguda uma simples sessão de treinamento, como também o treinamento realizado em uma semana, que normalmente compõem os microciclos de trabalho das equipes esportivas. A carga de treinamento crônica representa a média móvel do treinamento realizado nas últimas 3 a 6 semanas (normalmente utiliza-se a média das 4 últimas semanas de treinamento). Nesse sentido, as cargas de treinamento crônicas fariam uma analogia ao estado de “aptidão” e a carga de treinamento aguda seria análoga ao estado de “fadiga” do atleta. A comparação da carga aguda (atual) com a carga crônica (acumulada) através da razão entre as variáveis, fornece então um índice de “preparação” do atleta em detrimento do treinamento realizado (GABBETT, 2016). Sendo assim, se a carga de treinamento aguda é baixa (ex., o atleta está experimentando uma “fadiga” mínima) e a carga de treinamento crônica média está alta (ex., o atleta desenvolveu “aptidão”), o atleta estará em um estado bem preparado. A razão da carga de trabalho aguda: crônica para a situação mencionada anteriormente será aproximadamente de 1 ou menos. Por outro lado, se a carga de treinamento aguda é alta (ex., carga de treinamento aumentou rapidamente, resultando em “fadiga”) e carga de treinamento crônica é baixa (ex., o atleta experimentou treinamento inadequado para desenvolver “aptidão”), o atleta estará em estado de fadiga. Neste caso, a razão da carga de trabalho aguda: crônica excederá o valor de 1 (GABBETT, 2016).

A partir de resultados comuns de ACWR apresentados entre uma variedade de esportes (GABBETT, 2016), foi identificado que valores da razão das cargas de trabalho aguda: crônica entre 0.8 - 1.3 apresentavam baixas taxas de incidência de lesões, considerado como o “ponto ideal” de treinamento. Porém, quando os valores da razão excediam 1.5 o risco de lesão aumentava consideravelmente, representando uma zona de perigo para os atletas. Sendo assim, de acordo com o modelo da razão da carga de trabalho aguda: crônica, aumentos excessivos e

rápidos nas cargas de treinamento são provavelmente responsáveis por uma grande proporção das lesões de tecidos moles sem contato. No entanto, estudos também demonstram que treinar de forma adequada e pesada desenvolve qualidades físicas, que por sua vez criam um efeito protetor aos atletas contra lesões (GABBETT, 2016).

Médias móveis ponderadas exponencialmente (EWMA)

Logo após a apresentação do modelo de associação das cargas de treinamento e risco de lesões (ACWR) proposto por Gabbett *et al.* (2016), críticas de importantes pesquisadores começaram a surgir através de publicações especiais direcionadas ao modelo. Dois fatores principais que faziam críticas ao modelo da ACWR foram identificados e expostos por um pesquisador (MENASPÀ, 2017):

1º - A utilização das médias ignora as variações da carga de treinamento dentro do período de tempo definido e desconsideram os padrões gerais de distribuição das cargas.

2º - As médias não consideram quando um determinado estímulo aconteceu dentro do prazo definido. O efeito de um estímulo de treinamento diminui ao longo do tempo, e o uso de médias negligencia esse aspecto fundamental.

Os autores demonstraram os questionamentos levantados através de gráficos, com cargas de treinamento hipotéticas distribuídas de forma completamente diferentes para três atletas (1, 2 e 3). Apesar de padrões extremamente distintos de distribuição das cargas de treinamento ao longo de 4 semanas (28 dias), ao final do período demonstrado os atletas apresentavam o mesmo valor de razão aguda: crônica (ACWR=1.43), com valores idênticos de carga aguda (=50 UA) e carga crônica (média das 4 últimas semanas) (=35 UA). No entanto, a visualização dos gráficos mostrava claramente que os três atletas hipotetizados não apresentavam um acúmulo de carga de treinamento igual, como apresentado pelo valor da ACWR de 1.43, ficando evidente a necessidade de ajustes para o modelo proposto (MENASPÀ, 2017).

Sendo assim, um grupo de pesquisadores (WILLIAMS *et al.*, 2017) propuseram uma adequação do modelo da ACWR chamado de média móvel com peso exponencial (EWMA, para o termo em inglês referente a *Exponentially Weighted Moving Averages*) para o cálculo da razão da carga aguda:crônica.

Basicamente, o modelo aplica uma ponderação decrescente para cada valor de carga mais antiga, considerando a carga aguda como os últimos 7 dias e crônica os últimos 28 dias (4 semanas), assim como no modelo de cálculo da ACWR. Entretanto, observa-se recentemente publicações com críticas marcantes aos modelos de carga de treinamento e sua associação com lesões, através de pesquisas com confiabilidade questionável segundo os autores (IMPELLIZZERI *et al.*, 2020a, 2020b).

Dispositivos tecnológicos de monitoramento da carga de treinamento

Sistema de Posicionamento Global (GPS)

O uso de dispositivos tecnológicos no monitoramento da carga de treinamento e jogos por equipes de esportes coletivos aumentou consideravelmente na última década (BURGESS, 2017; SCOTT; SCOTT; KELLY, 2016). Tecnologias emergentes como o sistema de posicionamento global (GPS), unidades de medidas inerciais e acelerômetros tri axiais (FOX *et al.*, 2019), são normalmente utilizadas no monitoramento da carga externa realizada pelos atletas através da quantificação das demandas de deslocamentos da modalidade. Entretanto, o uso desses equipamentos envolve considerável aporte financeiro, além da necessidade de profissionais especializados na utilização de alguns dispositivos. Dessa forma, o acesso a esses recursos tecnológicos do monitoramento do treinamento fica quase que restrito a equipes esportivas de alto rendimento (BOURDON *et al.*, 2017; BURGESS, 2017).

O uso do GPS para o monitoramento do treinamento e jogos é amplamente observado em equipes de futebol, futebol americano, futebol australiano, *rugby league*, *rugby union*, *hockey* de campo e outras modalidades coletivas *outdoor* (BOURDON *et al.*, 2017; BURGESS, 2017). Nesse caso específico, o dispositivo utiliza-se de alta tecnologia no registro das informações através de satélites que realizam em tempo real a interface (movimento - dispositivo – satélite). No caso de outras tecnologias emergentes (sensores inerciais e acelerômetros), informações de carga externa realizada pelo atleta são fornecidas sem a necessidade da interface entre dispositivo e satélite (BURGESS, 2017). O avanço das fabricantes permite atualmente que toda essa tecnologia seja inserida em dispositivos extremamente

pequenos (semelhante a *pen-drives*), normalmente acoplados ao corpo dos atletas por vestimentas ou fitas de fixação do sensor de fácil utilização.

Medidas como a distância total percorrida, distância percorrida em alta velocidade, distância percorrida em diferentes zonas de velocidade, distância percorrida por minuto, número de acelerações e desacelerações realizadas, classificação de zonas de aceleração em relação a velocidade do deslocamento, número de *sprints* dentre outras medidas de carga de trabalho, são algumas das métricas fornecidas por essas tecnologias (GPS, sensores inerciais e acelerômetro) (BOURDON *et al.*, 2017; BURGESS, 2017; FOSTER; RODRIGUEZ-MARROYO; DE KONING, 2017). A informação obtida pelos dispositivos de GPS durante o treinamento esportivo permite uma análise mais aprofundada da carga externa realizada e programada na periodização. Além do treinamento, os dados gerados após os jogos oficiais podem fornecer o conhecimento preciso da demanda específica de carga externa imposta aos atletas, constituindo importante registro para adequação do treinamento a exigência da competição (SCOTT; SCOTT; KELLY, 2016).

A validade e confiabilidade dos dispositivos de GPS têm sido amplamente testadas em pesquisas com diversos seguimentos esportivos (BOURDON *et al.*, 2017; SCOTT; SCOTT; KELLY, 2016). Até o momento, apesar de alguns resultados inconsistentes, parece que a validade e confiabilidade das medidas de distância e velocidade são melhoradas com frequências de amostragens superiores (10 Hertz). Atualmente, existem no mercado GPSs com diferentes frequências de amostragens (1, 5, 10 e 15 Hz). Entretanto, a precisão do GPS nas medidas de velocidade é reduzida quando existe uma alta taxa de mudanças na velocidade. Nesse sentido, métricas de velocidade relacionadas a aceleração, desaceleração e mudanças de direção devem ser interpretadas com cautela no acompanhamento dessas variáveis no processo de treinamento dos atletas (BOURDON *et al.*, 2017).

Em relação a confiabilidade intraunidade do GPS, pesquisadores apontam a necessidade de estudos com a utilização de tecnologia robótica para reprodução precisa do movimento humano em situações de movimentação mais próxima a realidade esportiva (BOURDON *et al.*, 2017). Além disso, os pesquisadores incentivam para uma menor variabilidade entre unidades, que o mesmo dispositivo de GPS seja utilizado sempre com o mesmo atleta. Os resultados de pesquisas agrupam ambas validade e confiabilidade das medidas como boas (<5%), moderada

(5-10%), e ruim (>10%) (SCOTT; SCOTT; KELLY, 2016). Dessa forma, erros de medida dessas magnitudes (<10%) podem ser vistos como erros aceitáveis para a maioria das medições na maioria dos esportes coletivos (SCOTT; SCOTT; KELLY, 2016).

Apesar do cenário inconsistente em relação a validade e confiabilidade das métricas do GPS em esportes coletivos, suas vantagens são extremamente atraentes para a utilização desses dispositivos tecnológicos. A possibilidade de interpretação dos dados em tempo real, e conseqüentemente ajustar e fornecer um *feedback* imediato ao atleta, além do acesso a um relatório completo do treinamento após encerrada a atividade, são vantagens claras de análise de movimento comparadas aos métodos baseados em vídeos (filmagens) (SCOTT; SCOTT; KELLY, 2016). Os dados de carga externa gerados por esses recursos tecnológicos, fornecem informações extremamente específicas a respeito da modalidade desenvolvida, o que permite uma adequação minuciosa do treinamento para as demandas registradas nos jogos. Os profissionais do esporte (cientistas esportivos, preparadores físicos, técnicos, fisiologistas) ao utilizarem desses dispositivos em suas estratégias de monitoramento da carga de treinamento e jogos em suas equipes, devem portanto, avaliar cuidadosamente os dados registrados e considerar padrões de erros da medida aceitáveis na interpretação e utilização desses dados (distância total, velocidade, acelerações, sprints...etc.) para prescrição e ajuste do treinamento (SCOTT; SCOTT; KELLY, 2016). Atualmente, alguns dispositivos tecnológicos de monitoramento da carga de trabalho registram de forma integrada informações de carga externa e carga interna dos atletas, fornecendo maior *insight* sobre o estresse do treinamento (BOURDON *et al.*, 2017; FOX *et al.*, 2019; MCLAREN *et al.*, 2018).

Vert Jump System

O *Vert*, como é conhecido internacionalmente, trata-se de um dispositivo eletrônico de alta tecnologia com menos de 10 anos de lançamento no mercado comercial. O sensor é capaz de realizar uma série de medições dos deslocamentos verticais (saltos) dos atletas em tempo real, com interface via *Bluetooth* para smartphones e tablets através de aplicativo próprio. Com aparência semelhante a um monitor cardíaco, o dispositivo apresenta medidas de 6 x 3 x 0.5 cm e contém

um giroscópio tri axial, um magnetômetro tri axial e um acelerômetro tri axial (CHARLTON *et al.*, 2017; LIMA *et al.*, 2020). O sensor é inserido dentro de um compartimento em um cinto que é posicionado na cintura do atleta para o registro dos saltos. Pesquisas recentes validam o uso dessa ferramenta para o monitoramento de saltos verticais em atividades de esportes coletivos (CHARLTON *et al.*, 2017; LIMA *et al.*, 2020), com bastante aplicabilidade de informação para modalidades como o Vôlei e Basquete, apresentando erro médio de medida de 0,95 polegadas quando comparado ao método padrão ouro.

Em vista o alto preço de outros dispositivos tecnológicos disponíveis atualmente, o Vert apresenta custo moderado e se apresenta como um método simples e eficiente de medir a contagem de saltos. Além disso, o dispositivo fornece medidas mais robustas de carga externa ao discriminar saltos de alturas variadas, impacto de aterrissagem no salto e curvas individuais de performance de salto no processo de monitoramento. Dessa forma, uma vez identificado padrões individuais e padrões relacionados as funções desempenhadas pelos atletas, a adequação das cargas de saltos podem ser implementadas de maneira mais segura (CHARLTON *et al.*, 2017). Nos dias atuais, trata-se de uma ferramenta amplamente utilizada por equipes de alto rendimento no voleibol nacional e internacional.

Observa-se que o número de publicações científicas demonstrando a utilização desse dispositivo em equipes de voleibol de alto rendimento é crescente nos últimos anos (BORGES *et al.*, 2017; CHARLTON *et al.*, 2017; DAMJI *et al.*, 2021; LIMA *et al.*, 2020; LIMA; PALAO; CLEMENTE, 2019; SKAZALSKI *et al.*, 2018; SKAZALSKI; WHITELEY; BAHR, 2018). Investigações sobre o efeito da carga de saltos sobre a carga interna em atletas de voleibol de alto rendimento, assim como a caracterização do perfil de saltos realizados em jogos oficiais pelas diferentes posições, já foram apresentadas utilizando o dispositivo *Vert* (LIMA *et al.*, 2020; LIMA; PALAO; CLEMENTE, 2019; SKAZALSKI *et al.*, 2018). Estudos direcionando especificamente a validação do dispositivo com atletas de voleibol encontraram excelentes resultados de correlação entre os valores do *Vert* e diferentes medidas de comparação como medidas de deslocamento vertical tridimensional, análises de vídeo e outros dispositivos de medida de altura de saltos (CHARLTON *et al.*, 2017; SKAZALSKI; WHITELEY; BAHR, 2018; BORGES *et al.*, 2017). Por outro lado, Damji *et al.*, recentemente encontraram uma capacidade reduzida do *Vert* comparado a outro dispositivo de acelerômetro em registrar uma importante variável fornecida

pelo equipamento, que é o impacto de aterrissagem do salto. O tópico (3.5) “Carga de trabalho no voleibol” mais adiante, apresenta com mais detalhes as investigações sobre a demanda de salto vertical no voleibol.

3.4 Polar Team Pro System

Recentemente, foi desenvolvido um micro sensor conhecido como *Polar Team Pro System* com um sistema de tecnologias embutidas capazes de registrar medidas de carga externa e interna de atletas de esportes coletivos *indoor* (ambientes fechados) e *outdoor* (ambientes abertos) de forma simultânea. O dispositivo realiza a mediação da distância, velocidade, frequência cardíaca e inúmeras variáveis derivadas dessas três principais. O sensor *Polar Team Pro* apresenta GPS, acelerômetro tri axial, giroscópio tri axial, bússola digital e micro sensores de captação da frequência cardíaca, que registram dados a 200 Hz com um alcance de 200 metros. A ferramenta é capaz de realizar através de algoritmos próprios não fornecidos, medidas de distância, velocidade e outras métricas derivadas sem a utilização do sinal de GPS em ambientes fechados como ginásios esportivos. Esses recursos tornam o dispositivo bastante atrativo para a utilização em equipes de esportes coletivos, onde um grande número de atletas podem ser monitorados simultaneamente e em tempo real nas sessões de treinamentos e jogos (FOX *et al.*, 2019).

Algumas variáveis como a Frequência Cardíaca (FC), velocidade e distância percorrida, podem ser visualizadas em tempo real de forma individualizada ou coletiva (Exemplo de visualização do comportamento da FC e velocidade de um atleta em jogo oficial na Figura 8) durante o monitoramento do treinamento ou jogo. Estas informações são visualizadas através do *Tablet* em uma tela de informações chamada resumo (Exemplo de sessão de treinamento e jogo monitorada com a equipe JF Vôlei na Figura 9 e 10 respectivamente). Após o encerramento da atividade, o *Polar Team Pro* possibilita o *download* do relatório da sessão em forma de planilha de *Excell* (Exemplo de planilha de treino com a equipe JF Vôlei na Figura 11) armazenado em nuvem no software próprio da marca, englobando uma série de variáveis de carga externa e interna como: duração, FC mínima, FC máxima, FC média, % da FC mínima / média / máxima, tempo nas zonas de FC 1-2-3-4 e 5, distância total, distância por minuto, velocidade máxima, velocidade média, número

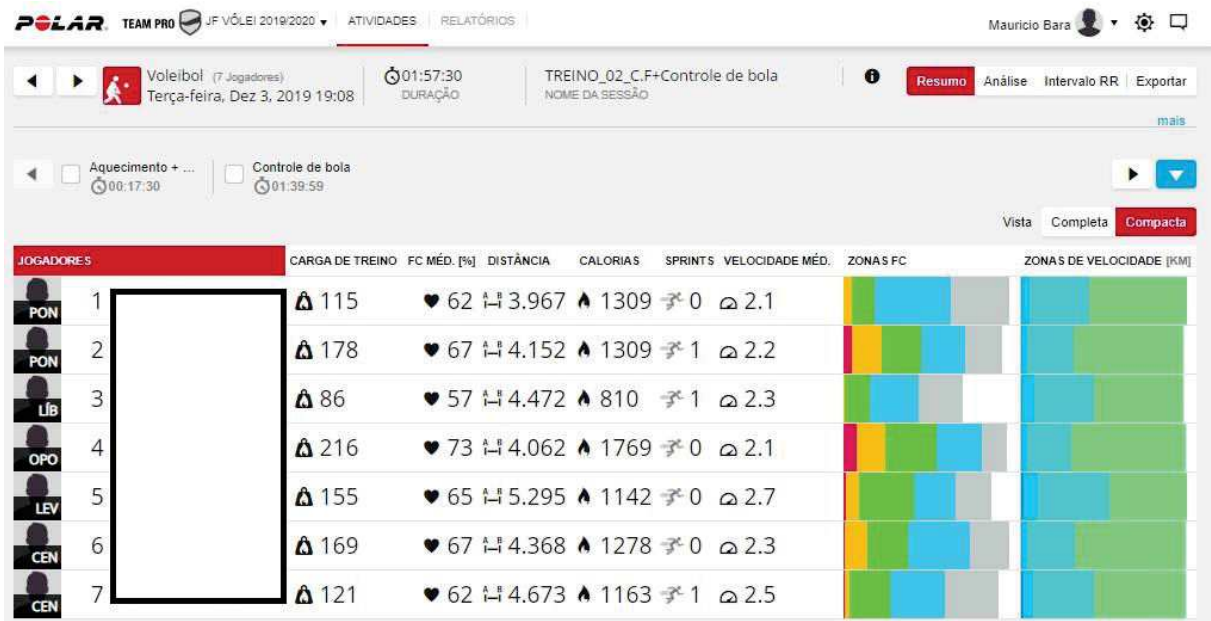
de *sprints*, distância nas zonas de velocidade 1-2-3-4 e 5, *training load Polar*, tempo de recuperação recomendado pós atividade, gasto calórico, número de acelerações nas zonas 1-2-3 e 4, número de desacelerações nas zonas 1-2-3 e 4.

Figura 8. Visualização da Frequência Cardíaca e Velocidade de um atleta de posição Central em jogo oficial.



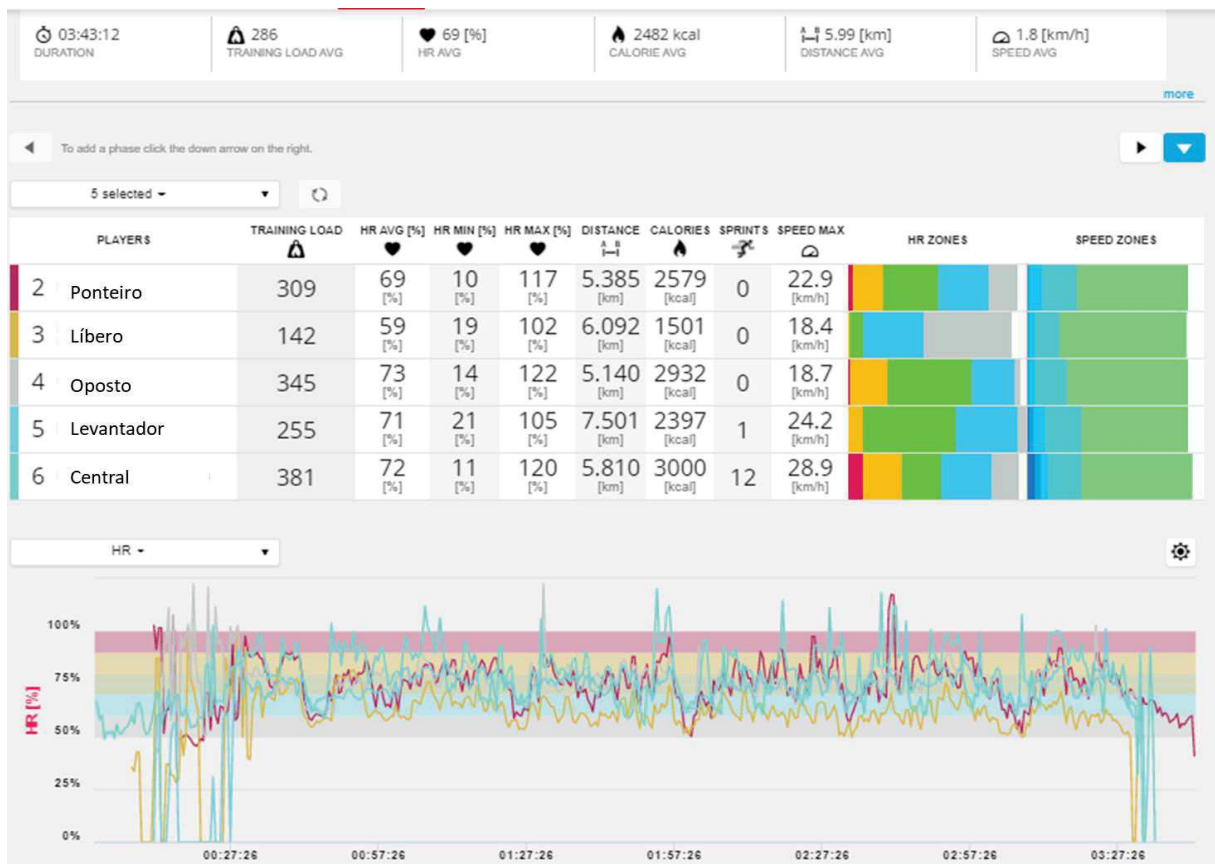
Fonte: Site teampolar.com

Figura 9. Resumo de monitoramento da sessão de treinamento equipe JF Vôlei – PTPS.



Fonte: Site teampro.polar.com

Figura 10. Resumo de monitoramento de jogo oficial Superliga B (tie break - Lavras Vôlei) equipe JF Vôlei – PTPS.



Fonte: Site teampro.polar.com

Figura 11. Planilha de treino exportada (traduzida) do site *Polar Team Pro System*, Treino JF Vôlei.

	Número do jogador
	Nome do jogador
	Nome da sessão
	Tipo
	Nome da fase
	Duração
	Hora de início
	Hora do fim
	FC mín. [bpm]
	FC méd. [bpm]
	FC máx. [bpm]
	FC mín. [%]
	FC méd. [%]
	FC máx. [%]
	Tempo na zona FC 1 (50 - 59 %)
	Tempo na zona FC 2 (60 - 69 %)
	Tempo na zona FC 3 (70 - 79 %)
	Tempo na zona FC 4 (80 - 89 %)
	Tempo na zona FC 5 (90 - 100 %)
	Distância total [m]
	Distância / minuto [m/min]
	Velocidade máxima [km/h]
	Velocidade média [km/h]
	Sprints
	Distância na zona de velocidade 1 [m] (3.00 - 6.99 km/h)
	Distância na zona de velocidade 2 [m] (7.00 - 10.99 km/h)
	Distância na zona de velocidade 3 [m] (11.00 - 14.99 km/h)
	Distância na zona de velocidade 4 [m] (15.00 - 18.99 km/h)
	Distância na zona de velocidade 5 [m] (19.00 - 22.99 km/h)
	Pontuação da carga de treino
	Tempo de recuperação [h]
	Calorias [kcal]
	Número de acelerações (-50.00 - -3.00 m/s²)
	Número de acelerações (-2.99 - -2.00 m/s²)
	Número de acelerações (-1.99 - -1.00 m/s²)
	Número de acelerações (-0.99 - -0.50 m/s²)
	Número de acelerações (0.50 - 0.99 m/s²)
	Número de acelerações (1.00 - 1.99 m/s²)
	Número de acelerações (2.00 - 2.99 m/s²)
	Número de acelerações (3.00 - 50.00 m/s²)

Fonte: Site teampro.polar.com.

São cada vez mais crescentes os estudos na literatura envolvendo a utilização do *Polar Team Pro System* (PTPS) em diferentes modalidades esportivas de alto rendimento como no Hockey no gelo, handebol e basquete de cadeiras de rodas (HADDAD, 2020; MARSZAŁEK et al., 2019), entretanto, as pesquisas recentes se concentram no futebol de campo (DALEN; LORÂS, 2019; GRÜNBICHLER, 2019; REINHARDT et al., 2019; SAPP et al., 2017). No voleibol profissional, até o momento não foi identificado algum estudo utilizando a análise de movimento com o dispositivo PTPS. No caso do futebol, por ser uma prática esportiva realizada em local aberto, o dispositivo PTPS possibilita o registro das informações de deslocamentos (distância total, velocidade, sprint) com a precisão do sistema de posicionamento global (GPS). Sapp et al. (2017), analisando atletas de futebol de campo da Liga Universitária Americana masculina (NCAA) exploraram os registros de comportamento da FC dos atletas de uma equipe durante duas temporadas seguidas. Os autores identificaram que diferentes padrões de comportamento da FC nas zonas de intensidade (1 a 5), impactavam diretamente no escore final da variável *Training Load Polar* e conseqüentemente no sucesso de desempenho das funções em campo.

Dalen e Loras (2019), com atletas de futebol júnior da Liga Norueguesa de Futebol de Campo, identificaram que os atletas reservas ficavam aquém no desenvolvimento da aptidão específica que os jogos oficiais proporcionavam aos atletas titulares. Diferenças semanais significativas entre os jogadores titulares e reservas foram observadas em detrimento ao tempo de exposição aos jogos para: distância total, distância percorrida em alta velocidade, número de sprints, número de acelerações e impulso de treinamento (Banister – TRIMP). Em outro estudo com a utilização dos dispositivos PTPS em atletas profissionais e sub-19 do Futebol alemão (REINHARDT et al., 2019), os autores testaram a validade da ferramenta em registrar a performance de sprints com a utilização de temporizadores de luz (medida padrão). Os resultados demonstraram que as análises de curvas de velocidade através do PTPS eram válidas para utilização *outdoor* no futebol.

Poucos estudos demonstraram a utilização do *Polar Team Pro* (PTPS) em modalidades esportivas *indoor* (ambientes fechados como ginásios, salões, etc...). Sanders et al (2019), compararam resultados de monitoramento de algumas demandas fisiológicas entre dançarinas de balé clássico e dança moderna. Entretanto, as únicas variáveis derivadas do PTPS usadas no estudo foram o

Training Load Polar e alguns dados da FC acima do limiar ventilatório. Em estudo com objetivo de registrar o perfil da FC de atletas de elite do basquete de cadeiras de rodas, dados relacionados a FC de 22 jogos do campeonato europeu e campeonato mundial utilizando o PTPS foram apresentados (MARSZAŁEK *et al.*, 2019). Pode-se observar, que apesar dos estudos citados anteriormente se tratarem de práticas esportivas *indoor* e utilizarem o dispositivo PTPS em suas abordagens, não foram relatadas análises derivadas das demandas de deslocamento (distância total, tempo gasto nas zonas de FC, tempo gasto nas zonas de velocidade, acelerações, desacelerações, etc...) oferecidas pelo equipamento.

No entanto, Fox *et al.* (2019) apresentaram um estudo com o objetivo de validação do *Polar Team Pro* (PTPS) em relação as medidas de velocidade e distância em ambientes *indoor*. A pesquisa foi realizada com 26 indivíduos ativos recreacionalmente, que foram monitorados para a realização de dois testes que simulavam uma corrida contínua e outra corrida com mudança de direção em ginásio fechado. Além do dispositivo PTPS, os participantes tinham suas performances de velocidade e distância percorrida registradas através de sensores fotoelétricos como medida padrão das variáveis. Foi testado também se existia diferença nos resultados de velocidade e distância ao utilizar o sensor PTPS posicionado no peito e nas costas. Os autores observaram que existiu grande amplitude de concordância nas medidas entre a utilização do dispositivo no peito e nas costas. Além disso, acentuada discordância entre os resultados de velocidade e distância foram observadas entre o PTPS e as medidas de referência. Os sensores PTPS chegaram a subestimar a velocidade e distância em até 2,76 km/h e 32,6 metros, e superestimavam velocidade e distância em até 4,52 km/h e 59,6 metros respectivamente em comparação com as medidas de referência, principalmente em altas intensidades de velocidade (FOX *et al.*, 2019).

Observa-se na literatura uma carência de estudos em relação a utilização do *Polar Team Pro* (PTPS) e análise das demandas de deslocamentos (carga externa) em esportes coletivos *indoor* como o voleibol, basquetebol e handebol por exemplo. Connors *et al* 2020, utilizando o PTPS com atletas profissionais da 1ª divisão de Hockey no gelo americana, demonstraram imprecisão do dispositivo em registrar velocidades de sprint em curtas e médias distâncias na quadra de patinação e ambiente externo. Apesar do estudo de Fox *et al.* (2019) trazerem resultados preocupantes em relação a validade do instrumento PTPS, os próprios autores

relatam que apesar da tentativa de reprodução de movimentos intermitentes com mudanças de direção bruscas no teste utilizado, ainda sim fica distante da realidade experimentada pelos atletas em suas modalidades. O cenário inconsistente em relação a capacidade do PTPS em medir métricas de velocidade e distância em modalidades esportivas intermitentes praticadas em ambientes fechados, pode ser reflexo de alguns fatores como: pouco tempo de lançamento da tecnologia, a não publicação de dados de utilização pelas equipes, o alto custo da ferramenta e pelo fato de que realmente o aparelho possa ter dificuldade em registrar movimentos rápidos explosivos sem o uso do GPS nos ambientes fechados. Dessa forma, estudos de validação do *Polar Team Pro System* (PTPS) utilizando tecnologias consolidadas para análise de movimento são extremamente necessários para o melhor conhecimento da capacidade e possibilidades que essa ferramenta altamente tecnológica apresenta.

3.5 Carga de trabalho no voleibol

O monitoramento da carga de trabalho no voleibol pode envolver um conjunto de variáveis determinantes na resposta do atleta ao processo de preparação na modalidade como: tipo de treinamento (físico, técnico e tático), função desempenhada na equipe, número de saltos, número de ações ofensivas, número de sets jogados, número de jogos, número de sessões de treino, distância total percorrida, número de acelerações, velocidades empregadas, duração do treinamento, tempo gasto nas zonas de frequência cardíaca, percepção do atleta ao esforço da sessão, percepção do atleta ao seu estado de recuperação, eficiência técnica dentre outras (ANDRADE *et al.*, 2018; BARA FILHO *et al.*, 2013; DEBIEN *et al.*, 2018; DUARTE *et al.*, 2019; HORTA *et al.*, 2017a, 2019b, 2020a; LIMA *et al.*, 2020; MORTATTI *et al.*, 2018; MROCZEK *et al.*, 2014; TIMOTEO *et al.*, 2017).

Dessa forma, o grande desafio dos profissionais à frente do processo de treinamento nas equipes de voleibol, é identificar e selecionar para um monitoramento constante, o conjunto de variáveis que melhor representam a demanda de desgaste da modalidade. Entretanto, alguns especialistas reforçam o cuidado que os profissionais do esporte devem ter em relação as escolhas das variáveis de monitoramento, uma vez que se observa um excesso de informações

de carga de treinamento que podem complicar ainda mais a interpretação de um fenômeno que por si só já é complexo (FOSTER *et al.*, 2017).

Carga de saltos verticais no voleibol

Devido as características da modalidade com uma alta exigência na performance de saltos verticais, essa variável recebe grande atenção dos profissionais do voleibol e cientistas do esporte observados por um grande número de publicações científicas (FLEDDERMANN; ZENTGRAF, 2018; HORTA *et al.*, 2017a; LIMA *et al.*, 2020; LIMA; PALAO; CLEMENTE, 2019; MROCZEK *et al.*, 2014; SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009; SKAZALSKI; WHITELEY; BAHR, 2018; VLANTES; READDY, 2017). Nesse sentido, o conhecimento preciso das demandas de salto das diferentes posições em um jogo oficial de voleibol é de crucial importância para o monitoramento da carga de saltos no treinamento (SKAZALSKI; WHITELEY; BAHR, 2018). Observações atuais no voleibol profissional de alto rendimento, apresentam diferenças marcantes nas demandas de saltos verticais em um jogo oficial entre as posições de atuação (SKAZALSKI; WHITELEY; BAHR, 2018). Análises de saltos realizadas com atletas profissionais de uma equipe brasileira de voleibol (HORTA *et al.*, 2017a), identificou que as maiores frequências de saltos verticais nas sessões de treinamento eram realizadas pelos levantadores (119 saltos), seguido pelos centrais (94 saltos), opostos (74 saltos) e ponteiros (68 saltos). Horta *et al* (2017), observaram que os saltos realizados pelos opostos apresentavam maior correlação com a carga de treinamento percebida pelos atletas em relação as outras posições ($r = 0,30$). Resultados semelhantes foram apresentados com atletas profissionais de voleibol de uma equipe masculina do Qatar (SKAZALSKI; WHITELEY; BAHR, 2018) utilizando o *Vert Jump System* para as análises de saltos. Skazalski *et al* (2018) observaram que os levantadores também apresentaram as maiores frequências de saltos em treinamentos e jogos (134 saltos/treinamento e 100 saltos/jogo), seguidos pelos centrais (115 saltos/treinamento e 87 saltos/jogo), opostos (73 saltos/treinamento e 82 saltos/jogo) e ponteiros (71 saltos/treinamento e 62 saltos/jogo). Resultados de 15 jogos da 1ª Divisão Feminina de Vôlei da NCAA (EUA) utilizando o micro sensor *Optimeye* da Catapult (VLANTES; READDY, 2017), mostraram que as levantadoras apresentaram maiores demandas de saltos, seguidas pelas centrais e posteriormente pelas

jogadoras de extremidades (ponteiras e opostas), corroborando com os achados de Horta *et al* (2017) e Skazalski *et al* (2018). Assim como foi observado no estudo de Horta *et al* (2017) com os saltos realizados pelos opostos, Skazalski *et al* (2018) identificaram através do dispositivo de análise de saltos que os opostos realizavam saltos significativamente mais intensos (70-80% de sua altura máxima de saltos) que as demais posições de atuação (50-65% de sua altura máxima de saltos).

Ainda em relação a investigação dos saltos verticais no voleibol, um estudo recente com atletas profissionais da 1ª Divisão do Vôlei Português utilizando o dispositivo *Vert Jump System* (LIMA *et al.*, 2020), demonstrou o comportamento dos saltos verticais dos atletas 1,2,3 e 4 dias antes do jogo. Nos quatro dias analisados, a maior frequência de saltos se encontrava entre 50-80% da altura máxima de saltos dos atletas. Foram encontradas correlações entre a PSE e o N° de saltos realizados ($r = 0,16$) e PSE da sessão (com a influência da duração da sessão) e o N° de saltos ($r = 0,49$). Dessa forma, os autores concluíram que a interação entre PSE e duração do treinamento (em minutos) estaria associada ao número total de saltos realizados, a intensidade dos saltos (saltos por minuto), bem como a densidade dos saltos (frequência por tempo).

Vlante e Readdy (2017) identificaram que as demandas de movimentação de jogos de voleibol de atletas da liga universitária americana da 1ª Divisão Nacional, correspondiam a 44.59% de saltos, 29.64% de deslocamentos laterais e 25.77% de deslocamentos para frente e para trás. Esses resultados, mesmo que sendo obtidos no seguimento feminino, refletem o impacto que a demanda de saltos impõe ao atleta de voleibol. Nesse sentido, cada vez mais é orientado a necessidade de um monitoramento individualizado dos saltos em sessões de treinamento, levando em consideração as características do atleta e a demanda de saltos da posição desempenhada.

Diferentes respostas de carga de trabalho por posições no voleibol

Como descrito anteriormente, cada vez mais as pesquisas ajudam a entender as demandas das diferentes posições de atuação no voleibol. Em detrimento da função desempenhada em quadra, é possível identificar diferentes padrões de movimentação que podem influenciar na manifestação da carga externa e interna do atleta (HORTA *et al.*, 2017a, 2019a; SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009;

SKAZALSKI; WHITELEY; BAHR, 2018; VLANTES; READDY, 2017). Horta *et al* (2017a) e (2019a) observaram em dois grupos de atletas diferentes participando da principal competição nacional de voleibol masculino do país, a Superliga de Vôlei, que os jogadores da posição de “ponta” apresentaram valores significativamente superior de carga de treinamento (PSE-sessão) em relação as demais posições de atuação. Os jogadores da posição de “ponta”, tradicionalmente chamados de “ponteiros” no voleibol, apresentam peculiaridades que podem justificar os maiores valores de carga de treinamento (através da PSE-sessão) encontrados nos estudos de Horta *et al* (2017a) e (2019a). Primeiramente, esses jogadores participam de todas as seis rotações da quadra, assim como os levantadores e opostos. Entretanto, além de desempenharem esforços de alta intensidade para deslocamentos de ataque e bloqueio na rede, quando os ponteiros estão no fundo de quadra são responsáveis pela composição da linha de recepção da equipe, tarefa extra que não exige grandes deslocamentos, mas em contrapartida exige alta capacidade técnica e demanda cognitiva de concentração (HORTA *et al.*, 2019a; VLANTES; READDY, 2017). Dessa forma, os atletas que desempenham a função de ponteiros, são responsáveis pela base de sustentação das jogadas da equipe provenientes de uma efetiva linha de recepção.

Entretanto, Vlantes e Readdy (2017) analisando as demandas de jogo de atletas femininas da 1ª Divisão de Vôlei da NCAA, identificaram que as “Líberos” apresentaram os maiores valores de carga de jogos (PSE-sessão) em relação as demais posições (diferença significativa para as ponteiros e opostas). Resultado contrário para a posição de “Líbero” foi encontrado no estudo de Horta *et al* 2019a, com esta posição apresentando os menores valores de carga de treinamento durante temporada competitiva de 20 semanas. No estudo de Vlantes e Readdy (2017) com as atletas da NCAA, utilizando o micro sensor *Optimeye* da Catapult, foi identificado que as levantadoras apresentaram o maior valor médio na variável “*Player Load*” (contabiliza todos os deslocamentos realizados nos três eixos: lateral, ântero-posterior e vertical), significativamente diferentes das demais posições. Resultado interessante para a posição de “central” foi também apresentado nesse estudo, com as atletas dessa posição apresentando valores significativamente superiores às demais posições para três variáveis de carga externa nos jogos: “*Player Load* de Alto impacto” (quantidade de *Player Load* derivado de acelerações $> 2 \text{ m/s}^2$), “% do *Player Load* de Alto impacto” (*Player Load* de Alto impacto/*Player*

Load) e “Esforços Explosivos” (quantidade de acelerações $> 3.5 \text{ m/s}^2$ registrados nos eixos mediolaterais e anteroposteriores). Esses resultados demonstram, que apesar dos “centrais” não participarem das rotações do fundo de quadra (1,6,5), a exigência imposta a esses atletas quando estão na rede (deslocamentos laterais explosivos para bloqueio e deslocamentos explosivos de ataque) são de altíssima intensidade, impondo demanda estressora significativa para essa posição (VLANTES; READDY, 2017).

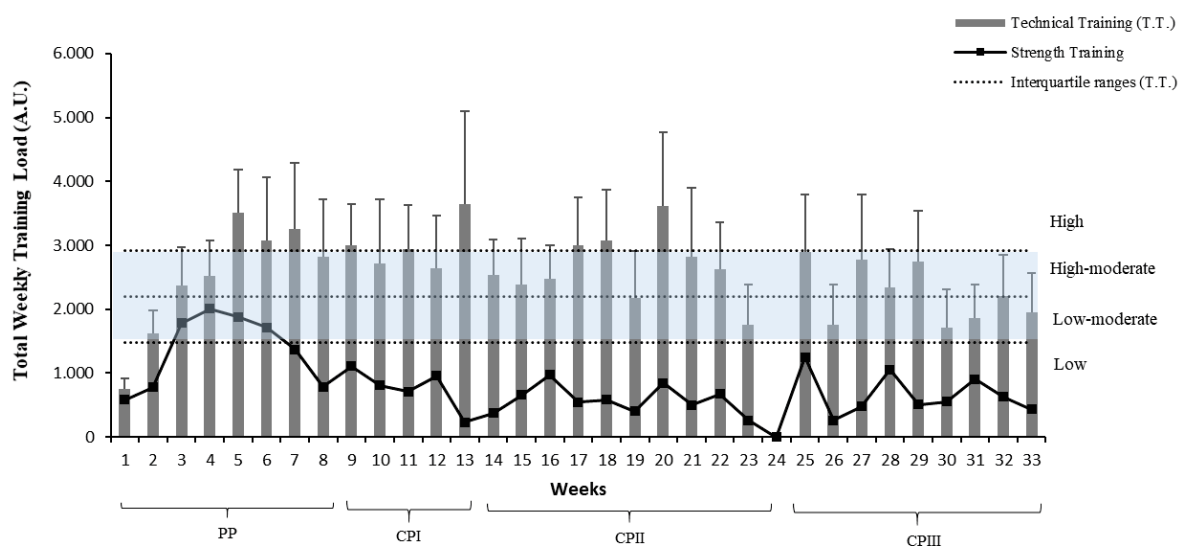
O estudo de Vlantes e Readdy (2017) apresentou uma interessante informação sobre o acúmulo de carga externa e interna em detrimento de jogos com 3, 4 e 5 sets. Uma equipe que joga 4 sets ao invés de 3, experimenta um aumento de 25,1% na “*Player Load*” (total de deslocamentos nos 3 eixos) e um aumento de 31,0% em jogos de 5 sets. A carga interna medida através da PSE-sessão, pode apresentar um aumento de 41,3% em um jogo de 4 sets e aumento de 49,2% em jogos de 5 sets em relação a jogos de 3 sets. Os autores observaram que o acúmulo de carga de trabalho em jogos de diferentes sets atingia de forma diferente as jogadoras de cada posição. Foi demonstrado que jogando 4 sets comparado a jogos de 3 sets, as atacantes de extremidade (ponteiras e opostas) apresentaram o maior aumento na “*Player Load*” (25.4%) e “Esforços Explosivos” (31.6%), com as “centrais” apresentando os maiores aumentos na “*Player Load* de Alto impacto” (34.4%) e “% do *Player Load* de Alto impacto” (11.8%). Por fim, a equipe experimentou 24.1% de saltos verticais a mais em jogos de 4 sets comparados a jogos de 3 sets. Já em jogos de 5 sets comparados aos jogos de 3 sets, foi observado o maior aumento entre as posições na “*Player Load*” (31.6%), “*Player Load* de Alto impacto” (42.9%) e “Esforços Explosivos” (44.0%) para as “líberos, com as “centrais” apresentando os maiores aumentos entre as posições para “% do *Player Load* de Alto impacto” (6.3%) e número de “saltos verticais” (31.6%).

Através de tecnologias cada vez mais precisas, os resultados demonstram que o jogo de voleibol impõe diferentes demandas de carga externa e interna para as diferentes posições de atuação. O conhecimento dessas diferenças, pode determinar uma maior especificidade no treinamento dos atletas para o jogo em relação a posição desempenhada, e até mesmo direcionar as estratégias de substituição da comissão técnica no jogo. Nesse sentido, a investigação minuciosa das demandas do jogo por posição de atuação, torna-se vital para a melhor preparação da equipe no voleibol de alto rendimento.

Carga de trabalho de diferentes tipos de treinamento no voleibol: físico, técnico e tático

O treinamento de força com pesos livres e aparelhos em academias de musculação, é a base do treinamento físico do atleta de voleibol e outras modalidades com alta exigência de força e potência (MUJIKÁ *et al.*, 2018; SHEPPARD; NEWTON, 2012; SUCHOMEL; NIMPHIUS; STONE, 2016). Entretanto, poucos estudos na literatura científica descreveram a dinâmica de monitoramento das cargas externas e internas específicas do treinamento de força no voleibol (DE FARIA *et al.*, 2020b; HORTA T.A.G. *et al.*, 2021). Faria *et al* (2020) com equipe de voleibol profissional masculina, participante da principal competição nacional (Superliga A), observou diferença significativa na carga de treinamento diária média medida através do método PSE da sessão para as sessões de treinamento técnico (414 UA), tático (395 UA) e de força (242 UA). Apesar da diferença significativa da carga interna percebida pelos atletas entre o treinamento de força (PSE = 4,25) e o treinamento tático (PSE = 4,96), os valores foram bem próximos. Porém, foi observada grande diferença na carga externa imposta pelos diferentes tipos de treinamento (tático = 90 minutos / força = 56 minutos), o que segundo os autores pode ter influenciado diretamente no menor valor de carga apresentado para o treinamento de força. Comportamento semelhante na distribuição de cargas foi observado por Horta *et al* (2021), também com equipe da Superliga A de voleibol no Brasil, com a influência do maior volume aplicado nas sessões de treino técnico ao longo de uma temporada competitiva. A figura abaixo (**Figura 12**) permite a visualização da dinâmica de distribuição das cargas de treinamento técnico e de força aplicados a equipe de voleibol.

Figura 12. Descrição da carga de treinamento semanal total (CTST) do treinamento técnico e de força durante 33 semanas de uma temporada no voleibol.



A.U. = unidades arbitrárias. Valores apresentados como média \pm desvio padrão.
Fonte: Autor (Horta *et al.*, 2021).

Como já descrito detalhadamente no tópico “Caracterização do voleibol”, o treinamento técnico constitui a execução sistemática de uma série de componentes do jogo de voleibol (saque, recepção, bloqueio, ataque, levantamento, defesa) de forma mais desconectada com o jogo (HORTA *et al.*, 2021). Já o treinamento tático, envolve a junção de todos esses elementos reproduzindo o jogo propriamente dito. Estudo recente com atletas profissionais de voleibol masculino de uma equipe do Brasil (DUARTE *et al.*, 2019), demonstrou através da PSE da sessão e TRIMP por Zonas da Frequência cardíaca que o treinamento técnico de defesa e bloqueio eram os mais intensos. Já o treinamento técnico de saque-passe e recepção eram os mais leves. Por fim, foi observado que através da análise da carga de treinamento interna objetiva (TRIMP-Zonas de FC), o treinamento tático apresentou valores significativamente superiores ao treinamento técnico. Resultado semelhante foi observado por Horta *et al* (2017a) com uma equipe também participante da Superliga A de Vôlei, no qual os maiores valores de PSE foram identificados para o treinamento tático em comparação com outros tipos de treinamento técnicos como já citados anteriormente.

Gabbett *et al* (2008) também identificaram diferenças significativas na comparação dos efeitos fisiológicos entre um programa de treinamento técnico mais

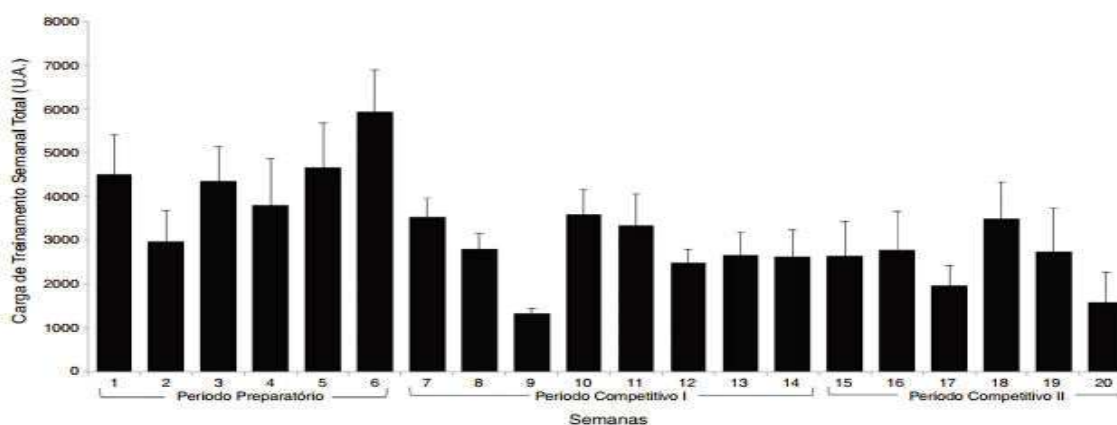
analítico e um programa de jogos baseados em habilidades técnico-táticas aplicados em atletas juniores do voleibol australiano. Enquanto o programa de treinamento voltado para os jogos induziu melhoras no salto vertical, salto de ataque, velocidade, agilidade, potência muscular de membros superiores e potência aeróbica máxima estimada, o treinamento técnico melhorou apenas o salto de ataque e a velocidade. Entretanto, ao avaliar medidas de execução das habilidades técnicas, o programa de treinamento técnico induziu melhorias em todas as variáveis analisadas, enquanto que o programa baseado em jogos não obteve resultados significativos. Interessante notar, que o programa de treinamento baseado em jogos quando comparado as demandas dos jogos oficiais, apresentaram o mesmo comportamento em relação aos tempos gastos nas zonas de frequência cardíaca de baixa, moderada e alta intensidade. Os resultados de Gabbett *et al* (2008) demonstraram por fim, que o programa de treinamento baseado em jogos (mais próximo da realidade do jogo de voleibol), oferecia um estímulo de treinamento específico que simulava as demandas fisiológicas da competição.

Os estudos apresentados reforçam a importância que cada tipo de treinamento apresenta na preparação de uma equipe de alto rendimento no voleibol. Por mais experientes que sejam os atletas que atuam em um nível profissional da modalidade, o treinamento técnico constitui grande importância no ajuste de deficiências técnicas, vícios técnicos, alteração de padrões técnicos, como também na adequação para o enfrentamento dos adversários (HORTA *et al.*, 2021). Entretanto, os resultados relacionados a carga de treinamento técnico no voleibol (DE FARIA *et al.*, 2020b; DUARTE *et al.*, 2019; GABBETT, 2008; HORTA *et al.*, 2017a; HORTA *et al.*, 2021), indicam que a característica menos dinâmica desse treinamento, além do número mais reduzido de sessões ao longo da temporada, pode contribuir para menores valores de carga acumulados pelas equipes. Como apresentado por Horta *et al* (2021), o treino técnico trata-se de um importante pilar de preparação para aplicação ao treino tático de voleibol. Por outro lado, os maiores valores de carga apresentados nas sessões de treinamento tático, deixa claro a prioridade na execução desse tipo de treinamento pelas equipes devido a sua proximidade de exigências fisiológicas e técnico-táticas com o jogo (DE FARIA *et al.*, 2020b; DUARTE *et al.*, 2019; GABBETT, 2008; HORTA *et al.*, 2017a).

Monitoramento da carga de trabalho no voleibol pela Percepção Subjetiva do Esforço

Como citado anteriormente, são diversos estudos que demonstraram o uso do método da Percepção Subjetiva do Esforço (PSE da sessão) no monitoramento da carga de trabalho no voleibol. A facilidade de uso do método é apontada nos estudos como sua principal característica (HADDAD *et al.*, 2017; HORTA *et al.*, 2021), e esse é um ponto fundamental quando falamos de rotinas de trabalho em equipes esportivas de alto rendimento (HORTA *et al.*, 2021). Uma possibilidade extremamente útil que o método oferece é a criação de gráficos de carga de trabalho (**Figura 13**), permitindo a visualização concreta do caminho percorrido (ANDRADE *et al.*, 2018; DEBIEN *et al.*, 2018; DUARTE *et al.*, 2019; HORTA *et al.*, 2017c, 2019a, 2020b; HORTA *et al.*, 2021; RODRÍGUEZ-MARROYO *et al.*, 2014; TIMOTEO *et al.*, 2018). Além disso, a possibilidade de ajustes rápidos na programação em detrimento do produto apresentado pelos atletas, é facilmente detectada pela visualização da dinâmica de distribuição das cargas de trabalho em micros, mesos e macrociclos.

Figura 13. Visualização dos microciclos, mesociclos e macrociclo da carga de trabalho semanal total (CTST) de 20 semanas de uma temporada no voleibol.



A.U. = unidades arbitrárias. Valores apresentados como média \pm desvio padrão.

Fonte: Autor (Horta *et al.*, 2019a).

Estudos no voleibol com equipes profissionais brasileiras descrevendo a carga de trabalho semanal total (CTST), que representa a quantificação do acúmulo de carga de trabalho de uma semana (envolvendo todos os tipos de treinamento

inseridos nos valores de carga: físico, técnico e tático), relatam valores médios de CTST para a temporada semelhantes: Debien *et al.* (2018) (3.733 ± 1.228 UA); Horta *et al.* (2019b) (3.206 ± 685 UA). Andrade *et al.* (2018) identificaram valores de CTST de (3.512 ± 876 UA) no PP, (2.843 ± 1.026 UA) no PCI e (2.696 ± 933 UA) no PCII. Clemente *et al.* (2019) ao longo de uma temporada de 36 semanas, observou valores de cargas de trabalho semanal total com atletas profissionais da 1ª divisão da Liga Portuguesa de voleibol variando entre 1.666 UA (menor valor) a 3.185 UA (maior valor). Valores oscilando entre 4.000 e 6.000 UA de CTST já foram relatados em estudos com equipes profissionais de voleibol brasileiras no PP (DEBIEN *et al.*, 2018; HORTA *et al.*, 2019a, 2019b; TIMOTEO *et al.*, 2018). Outra possibilidade do método é a visualização dos valores diários da carga de trabalho dos atletas (NAKAMURA; MOREIRA; AOKI, 2010). No voleibol os estudos demonstram valores médios para sessões diárias concentradas no período preparatório variando entre 300 a 625 UA e valores oscilando entre 250 a 400 UA para o período competitivo (AOKI *et al.*, 2017; CLEMENTE *et al.*, 2019; DE FARIA *et al.*, 2020a; HORTA *et al.*, 2019a; MENDES *et al.*, 2018).

O monitoramento dos diferentes tipos de treinamento realizados no voleibol (físico, técnico e tático) pelo método PSE da sessão são relatados na literatura (DE FARIA *et al.*, 2020a; DUARTE *et al.*, 2019; HORTA *et al.*, 2017a; HORTA T.A.G. *et al.*, 2021). Sessões de treinamento físico no voleibol relatam valores médios de 250 UA (DE FARIA *et al.*, 2020a). Duarte *et al.* (2019), identificaram para o treinamento técnico valores médios de 502 UA para o treino de bloqueio, 259 UA para o treino de defesa, 474 UA para o treino de saque-passe e 299 UA para o treinamento de recepção. Além dos valores diários de carga de trabalho expresso em unidades arbitrárias (UA), o método pode ser utilizado também apenas com a taxação do esforço percebido pelo atleta para determinada sessão. Horta *et al.* (2017), apresentou resultados semelhantes ao estudo de Duarte *et al.* (2019) com atletas profissionais de voleibol, identificando percepções mais intensas de esforço para as sessões de treino técnico de bloqueio (PSE = 5,8).

A utilização do método PSE da sessão se mostrou sensível ao ser capaz de identificar diferentes padrões de comportamento da carga de trabalho interna percebida pelos atletas das diferentes posições de atuação no voleibol (HORTA *et al.*, 2017a, 2019a). Horta *et al.*, identificaram padrões semelhantes em dois estudos com grupos de atletas diferentes, em que a posição de “Ponteiro” apresentou

valores significativamente superiores de carga de trabalho interna em relação as demais posições. Em outro estudo semelhante, o mesmo grupo de pesquisadores (HORTA *et al.*, 2017c) identificaram que atletas considerados titulares apresentavam valores significativamente maiores de carga de trabalho interna (PSE da sessão) comparados ao grupo de atletas reservas (Titulares: 4.132 ± 140 UA vs. Reservas: 3.636 ± 131 UA, $p = 0.02$, TE = 3.66) nas sessões de treino.

A investigação das demandas de carga de trabalho externa e interna do jogo no voleibol não é uma tarefa simples de realizar. Situações como dificuldade de acesso do pesquisador a quadra (caso esse não seja membro inscrito da comissão técnica para o jogo); resistência de alguns atletas em usar qualquer tipo de dispositivo que altere sua rotina pré-jogo e durante o jogo; dificuldade em reter o grupo no momento pós-jogo para coleta de informações mais demoradas; assédio da torcida aos jogadores antes e após as partidas, são algumas das dificuldades encontradas na tentativa de coleta de informações do jogo. A facilidade de aplicação do método PSE da sessão se mostra extremamente prática em uma situação de jogo oficial do voleibol no enfrentamento das situações complicadoras citadas anteriormente. Nesse sentido, alguns estudos apresentam resultados que possibilitam a interpretação da carga de trabalho imposta pelo jogo aos atletas (DE ALCARAZ; VALADÉS; PALAO, 2017; MENDES *et al.*, 2018; RODRÍGUEZ-MARROYO *et al.*, 2014). Mendes *et al.* (2018), encontraram valores médios de 252 UA em jogos oficiais inseridos em semanas com apenas 1 jogo; e valores médios de 364 UA em jogos inseridos em semanas com 2 ou mais jogos. Rodríguez-Marroyo *et al.* (2014), identificaram valores em torno de 300 UA para jogos de uma equipe feminina participando da 3ª divisão do Vôlei espanhol. No mesmo estudo, foi demonstrado que as sessões de treinamento físico apresentaram maiores valores de carga de trabalho através do método PSE da sessão e registro de Frequência cardíaca, seguidos pelo treinamento técnico-tático e pelas sessões de jogos com menores valores de carga percebida pelas atletas.

Ainda no voleibol, estudos já demonstraram a sensibilidade do método PSE da sessão em períodos de aumento de cargas de trabalho através da observação da dinâmica de oscilação de diferentes marcadores de estresse fisiológico como cortisol salivar e creatina quinase (FREITAS *et al.*, 2014; HORTA *et al.*, 2019b; MORTATTI *et al.*, 2018). A facilidade do uso, a não necessidade de gastos juntamente com a validade comprovada em pesquisas, tornam o método atrativo para sua utilização.

Apesar da maioria dos estudos apresentados serem realizados com equipes de voleibol do alto rendimento que normalmente apresentam melhores condições estruturais e orçamentárias, as possibilidades apresentadas de utilização do método fornecem uma valiosa ferramenta para equipes menores com orçamentos mais modestos.

Monitoramento da carga de trabalho no voleibol pela Frequência Cardíaca (FC)

A característica intermitente do voleibol exige cautela na interpretação e utilização da frequência cardíaca (FC) como parâmetro fisiológico de monitoramento pelos profissionais do esporte. Apesar do voleibol apresentar esforços de curta duração e alta intensidade, a soma total dessas ações em um set não ultrapassam os 5 minutos (DE ALCARAZ; VALADÉS; PALAO, 2017), o que faz com que a frequência cardíaca seja relativamente baixa comparada a outros esportes coletivos. Tal característica pode não ter correspondência direta com o aumento da FC, minimizando o cálculo da carga interna de treinamento (BARA FILHO *et al.*, 2013).

Dessa forma, fica praticamente inviável a interpretação da carga interna no voleibol de treinamentos e jogos como um todo por valores médios de FC (BARA FILHO *et al.*, 2013). Nesse sentido, observa-se nos estudos com dados oriundos da rotina real de equipes de voleibol, que uma melhor maneira de se interpretar a carga de trabalho utilizando a FC é através da estratificação do tempo gasto nas zonas de intensidade da frequência cardíaca (BARA FILHO *et al.*, 2013; DUARTE *et al.*, 2019; RODRÍGUEZ-MARROYO *et al.*, 2014). Bara Filho *et al* (2013) observaram que em uma temporada de 37 semanas de treinamentos de uma equipe profissional de voleibol masculino, 25,6% do tempo era gasto na zona 1 (50-60% da FC máxima), 35,8% na zona 2 (60-70% da FC máxima), 26,8% na zona 3 (70-80% da FC máxima), 10,8% na zona 4 (80-90% da FC máxima) e 1% na zona 5 (90-100% da FC máxima). O estudo de Bara Filho *et al* (2013) demonstrou que a grande concentração de esforço no voleibol fica abaixo de 80% da FC máxima, com a maior parte do tempo nos treinamentos a FC permanecendo na zona de intensidade 1 entre 50 e 60% da FC máxima.

Dados de frequência cardíaca (FC) coletados durante um período de 15 semanas de treinamentos e jogos de uma equipe participante do Campeonato Espanhol feminino da 3ª divisão de voleibol (RODRÍGUEZ-MARROYO *et al.*, 2014),

mostraram que as sessões de treinamento técnico-tático (TT) ($137 \pm 5 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$) e jogos (J) ($135 \pm 5 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$) apresentaram valores de FC média significativamente menores do que o treinamento físico (TF) ($150 \pm 6 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$). Foi demonstrado que o maior percentual de tempo total gasto acima de 80% da FC máxima das atletas era observado no treinamento físico ($p \leq 0.05$, $n^2 = 0.40-0.65$), que consistia de circuito com treinamento com pesos e diferentes habilidades específicas do voleibol para desenvolver velocidade, potência e resistência. Entretanto, maiores percentuais de tempo total gasto entre 50-70% da FC máxima foram observados para o TT e J ($p \leq 0.05$, $n^2 = 0.30-0.53$) comparados ao treinamento físico, resultados que corroboram os encontrados por Bara Filho *et al* (2013) com atletas masculinos. O estudo de Rodríguez-Marroyo *et al* (2014), por fim, observou que o maior percentual de tempo total gasto entre 70-80% da FC máxima foi apresentado nos jogos oficiais da equipe ($p \leq 0.05$, $n^2 = 0.22$).

Outra possibilidade para o monitoramento da carga interna no voleibol, é através da análise do estresse fisiológico que os diferentes tipos de treinamento técnico e o treinamento tático podem impor aos atletas através do comportamento da frequência cardíaca (FC). Duarte *et al* (2019), observaram em uma equipe profissional de voleibol brasileira, que os treinamentos técnicos (bloqueio, defesa, saque e passe, recepção) apresentavam o maior percentual de tempo total gasto na zona 2 (60 – 70% da FC máxima). O treinamento de defesa e bloqueio, eram os que apresentavam maiores percentuais de tempo total gasto na zona 5 (90-100% da FC máxima) com 17% e 15% respectivamente. Quando comparado o comportamento da FC entre treinamento técnico e treinamento tático, foram observados maiores percentuais de tempo total gasto nas zonas 3 (35%) (70-80% da FC máxima) e zona 4 (25%) (80-90% da FC máxima) para o treinamento tático. Semelhantemente, Gabbett *et al* (2008) demonstraram que jovens atletas de voleibol australianos apresentaram maiores percentuais de tempos gastos entre 76% e 85% da FC máxima em jogos oficiais e treinamentos táticos.

É interessante observar que os resultados dos estudos que analisaram a frequência cardíaca no voleibol retratam de forma clara a característica intermitente da modalidade. A relação de trabalho/repouso no voleibol que pode chegar de 1:2 até 1:4 em jogos oficiais (DE ALCARAZ; VALADÉS; PALAO, 2017), fica ainda mais evidente nos treinamentos técnicos que tradicionalmente possuem características mais analíticas de execução dos exercícios (HORTA *et al.*, 2021). Outro fato

importante a se observar, é a carência de estudos com a análise do comportamento da FC em jogos oficiais no voleibol de alto rendimento, tanto no masculino quanto no feminino. A análise da frequência cardíaca do jogo é de extrema importância para verificação se os estímulos aplicados no treinamento realmente reproduzem a realidade em que o atleta será exposto na competição. Isso permite aos profissionais adequar, ajustar e até mesmo intensificar os estímulos fisiológicos de forma específica para o tipo de treinamento (técnico ou tático) a ser executado. Por exemplo: em uma sessão de treinamento de recepção, o treinador pode inserir ações técnicas subsequentes (com exigência de deslocamentos) a ação principal para reduzir o tempo de recuperação entre as ações e automaticamente aumentar a intensidade fisiológica e técnica do exercício.

4 MÉTODOS

4.1 Característica do estudo

Trata-se de um estudo prospectivo, observacional e longitudinal, com o acompanhamento e registro dos dados dos atletas de uma equipe da elite do voleibol nacional durante o período de estudo.

4.2 Amostra

Participaram do estudo 7 atletas pertencentes a uma equipe de voleibol profissional da cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais, participante das principais competições da modalidade à nível estadual e nacional. A equipe analisada possuía uma experiência de participação em 8 temporadas (8 anos) na Superliga A, a principal competição de voleibol profissional do Brasil, considerada uma das melhores ligas do mundo da modalidade. O elenco completo da equipe era composto de 16 atletas, que participavam do processo de treinamento e competições. Os atletas apresentavam em média $25,7 \pm 3,7$ anos de idade, $1,90 \pm 0,11$ cm de altura, $84,5 \pm 9,9$ kg de peso corporal. Para comparar as demandas de deslocamentos e carga de trabalho fisiológica dos atletas em situação de treino e jogo (uma das linhas de investigação do estudo), foi utilizado para as análises os dados de 7 atletas considerados titulares (1 levantador, 1 líbero, 2 centrais, 2 ponteiros e 1 oposto) (número de atletas que jogam uma partida de voleibol) que foram monitorados de forma fixa com o mesmo sensor durante a pesquisa. Em todo o período de competição, a equipe titular se manteve praticamente fixa, sofrendo pequenas alterações dos atletas na posição de “ponta”. Nesse caso, foram selecionados para o estudo os dois atletas com maior percentual de atuação nos jogos para a posição (>75%). Os atletas titulares monitorados apresentavam experiência mínima de 5 anos como atletas profissionais de voleibol. Como critério de inclusão dos atletas no estudo (além de pertencer à equipe de voleibol analisada), os participantes deveriam atender os seguintes critérios: 1) participar de no mínimo 75% das sessões de treinamento e jogos realizados durante o período de investigação; 2) responder diariamente a PSE referente a cada sessão de treinamento e jogo e 3) utilizar a fita com o sensor do *Polar Team Pro System* em

todas as sessões de treinamentos e jogos de acordo com a definição do pesquisador. Ao longo do período analisado, ocorreram algumas lesões traumáticas como entorse de tornozelo, além de lesões de sobrecarga articular e ligamentar oriundas do processo de repetições de movimentos específicos da modalidade. Entretanto, nenhum dos atletas que sofreram algumas das lesões mencionadas, se ausentou dos treinamentos em mais de 25% das sessões. Sendo assim, nenhum atleta foi excluído do estudo.

Antes do início da investigação, cada atleta participante da pesquisa assinou um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO I), expressando a sua livre participação, após serem informados de todos os procedimentos e objetivos do estudo. A investigação foi classificada como de risco mínimo. Os procedimentos estavam de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Os participantes tinham acesso a atendimento de emergência imediato sem nenhum tipo de ônus material e/ou pessoal caso ocorresse algum problema que tivesse relação direta com sua participação no estudo. O projeto foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Humana da Universidade Federal de Juiz de Fora com o parecer CAAE nº 30686220.6.0000.5147 (ANEXO II).

4.3 Delineamento experimental

O banco de dados gerado teve um total de 480 sessões individuais (soma das sessões monitoradas de cada atleta) de treinamentos e jogos que foram utilizados para as análises do presente estudo. Cada sessão individual apresentava 38 variáveis para análise que somatizavam 18.240 dados de informação (38 variáveis*480 sessões). A coleta de dados foi realizada diariamente ao longo de todo o período de treinamentos da equipe de voleibol na temporada 2019/2020. A competição alvo da equipe foi a Superliga B de vôlei masculino da Confederação Brasileira de Vôlei (CBV), que representa a segunda divisão do vôlei profissional no país. A competição contou com a participação de 8 equipes, disputada entre janeiro de 2019 e março de 2020, na qual as duas primeiras colocadas tinham o acesso para compor o quadro de equipes da liga principal de vôlei nacional, a Superliga A. A equipe analisada terminou a competição na quinta colocação. Importante destacar que a competição foi finalizada ao término da fase classificatória pela Confederação Brasileira de Vôlei (CBV), antes do início dos *playoffs* de quartas de final, devido a

paralisação das atividades esportivas no Brasil por conta da pandemia do Covid-19. A temporada teve duração de 15 semanas no total, em que foram monitoradas 61 sessões de treinamento tático e 9 jogos oficiais, totalizando 70 sessões da equipe em um período de 3 meses e 15 dias. Todo o processo de treinamento foi elaborado pela comissão técnica, sem nenhuma interferência do pesquisador no direcionamento das atividades realizadas.

Em média a equipe realizava 3 sessões de treinamento de força, 3 sessões de treinamento técnico, 4 sessões de treinamento tático e 1 jogo por semana durante o período analisado. Foi utilizado para o monitoramento da carga interna e externa de trabalho os métodos da Percepção Subjetiva do Esforço da Sessão (PSE da sessão) (ANEXO III) (FOSTER *et al.*, 2001) e dispositivo *Polar Team Pro System*. Uma vez que uma das linhas principais de investigação do estudo foi analisar as demandas de carga de trabalho (fisiológica e de deslocamentos) dos treinamentos com as demandas dos jogos, todas as sessões de treinamento tático da equipe foram monitoradas pelos dois métodos mencionados anteriormente: PSE da sessão e *Polar Team Pro System* (**Quadro 4**). Para a investigação da relação da carga de trabalho apresentada pela equipe e o seu desempenho técnico-tático nos jogos, foram utilizados dados estatísticos dos jogos provenientes do software DataVolley®. As informações foram coletadas por um profissional especialista da comissão técnica (estatístico) em todos os jogos da equipe, e posteriormente tabulados e confrontados estatisticamente com os dados captados pelo *Polar Team Pro System* para as análises do estudo.

Todos os atletas foram informados dos procedimentos e instrumentos a serem utilizados no processo de treinamentos e jogos referentes a pesquisa logo no primeiro dia de apresentação da equipe. Dessa forma o monitoramento das cargas de treinamento através dos métodos mencionados se iniciaram logo na primeira semana de treinamento. Por fim, também na primeira semana de trabalho da equipe, os atletas passaram por uma avaliação geral, que consistiu na avaliação da composição corporal; avaliação fisioterápica e avaliação cardiorrespiratória.

Quadro 4. Descrição do número de sessões de treinamento ao longo da temporada analisada.

SEMANAS		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	MÉDIA SEM.	TOTAL POR TREINO	TIPO DE MONITORAMENTO
TIPOS DE SESSÕES DE TREINO E JOGOS	TREINO DE FORÇA	4	4	4	2	4	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	44	PSE
	TREINO TÉCNICO	0	2	2	2	3	2	3	3	4	3	3	2	4	2	3	3	38	PSE
	TREINO TÁTICO	5	5	5	2	3	4	4	4	4	5	5	3	4	3	5	4	61	PSE + POLAR
	Nº de jogos	0	0	2	0	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	12	PSE + POLAR
	Tipo			A			A	JO	JO	JO	JO	JO	JO	JO	JO			TOTAL GERAL	TOTAL MONITORADO POLAR
	Local			JEC			JFC	JEC	JEC	JFC	JEC	JEC	JEC	JFC	JFC			155	73 sessões
																		TÁTICO + JOGOS	UTILIZADAS NO ESTUDO
																	73	70 sessões 61 Treinos / 9 JO	

SEM= semana; A= amistoso; JEC= jogo em casa; JFC= jogo fora de casa; PSE= percepção subjetiva do esforço; POLAR = dispositivo eletrônico de monitoramento da carga de trabalho.

Fonte: Autor

4.4 Programa de treinamento

Uma característica da rotina de treinamentos de equipes profissionais de voleibol é a utilização de dois períodos de treinos durante o dia. Esse padrão constitui o formato da maioria das sessões diárias com algumas exceções pontuais em decorrência da programação semanal em virtude do calendário de jogos e sessões de treinamento da equipe. No presente estudo, a equipe teve como objetivo principal a participação na Superliga B, com a ocorrência de um jogo por semana, compreendidos normalmente nos dias finais da semana (quinta / sexta / sábado). Outro ponto importante a destacar em relação a rotina semanal da equipe, era se o jogo seria realizado como mandante (jogo em casa), ou como visitante (jogo fora de casa), pois esse fator implicava diretamente na programação semanal da equipe em detrimento das viagens e adequações das sessões de treinamento. Abaixo, apresentamos a programação de duas semanas competitivas da equipe investigada na temporada, com um jogo em casa (**Quadro 5**) e um jogo fora de casa (**Quadro 6**)

Quadro 5. Programação de treinamento semanal: semana 11 - Jogo em casa.

SEGUNDA (10/02)	TERÇA (11/02)	QUARTA (12/02)	QUINTA (13/02)	SEXTA (14/02)	SÁBADO (15/02)	DOMINGO (16/02)
MANHÃ TREINO FORÇA 10:00 HS G1 (PASSADOR) MUSCULAÇÃO 11:00 HS G2 (LEV, OPO, CENT) MUSCULAÇÃO	MANHÃ TREINO FORÇA + TREINO TÉCNICO 09:00 HS G3 (LEV, LIB) LEVANTAMENTO 10:00 HS G2 (PASSADOR) RECEPÇÃO G1 (OPO,CENT) E G3 MUSCULAÇÃO 11:00 HS G2 MUSCULAÇÃO G1 SAQUE	MANHÃ RECUPERAÇÃO	MANHÃ TREINO FORÇA + TREINO TÉCNICO 09:00 HS G3 (LEV, LIB) LEVANTAMENTO 10:00 HS G2 (PASSADOR) RECEPÇÃO G1 (OPO,CENT) E G3 MUSCULAÇÃO 11:00 HS G2 MUSCULAÇÃO G1 SAQUE	MANHÃ RECUPERAÇÃO	MANHÃ TREINO TÉCNICO 09:00 HS QUADRA SAQUE-PASSE	MANHÃ FOLGA
TARDE RECUPERAÇÃO	TARDE RECUPERAÇÃO	TARDE RECUPERAÇÃO	TARDE RECUPERAÇÃO	TARDE RECUPERAÇÃO	TARDE RECUPERAÇÃO	TARDE RECUPERAÇÃO
NOITE TREINO TÁTICO 19:00 HS QUADRA SIDE OUT	NOITE TREINO TÁTICO 19:00 HS QUADRA TRANSIÇÃO	NOITE TREINO TÁTICO 19:00 HS QUADRA SIDE OUT	NOITE TREINO TÁTICO 18:30 HS SALA DE VÍDEO VIDEO UBERL 19:00 HS QUADRA BLOQUEIO TRANSIÇÃO	NOITE TREINO TÁTICO 17:30 HS QUADRA SIDE OUT	NOITE JOGO 17:30 APRESENTAÇÃO 19:00 HS SL2020 - JOGO 4 LOCAL; JUIZ DE FORA	NOITE FOLGA

Fonte: elaborado pelo Autor.

Quadro 6. Programação de treinamento semanal: semana 13 – Jogo fora de casa.

SEGUNDA (24/02)	TERÇA (25/02)	QUARTA (26/02)	QUINTA (27/02)	SEXTA (28/02)	SÁBADO (29/02)	DOMINGO (01/03)
MANHÃ FOLGA	MANHÃ TREINO FORÇA + TREINO TÉCNICO 09:00 HS G1 (LEV, LIBERO) 10:00 HS G2 (PASSADOR) RECEPÇÃO G3 (CENT, OPO) E G1 MUSCULAÇÃO 11:00 HS G2 MUSCULAÇÃO G3 SAQUE	MANHÃ RECUPERAÇÃO	MANHÃ TREINO FORÇA + TREINO TÉCNICO 09:00 HS G1 (LEV, LIBERO) 10:00 HS G2 (PASSADOR) RECEPÇÃO G3 (CENT, OPO) E G1 MUSCULAÇÃO 11:00 HS G2 MUSCULAÇÃO G3 SAQUE	MANHÃ VIAGEM 10:00 HS SAÍDA PARA AEROPORTO DA ZONA DA MATA GOIANÁ-SP- BRASÍLIA	MANHÃ TREINO TÉCNICO SESI BRASÍLIA 10:30 HS QUADRA SAQUE-PASSE	MANHÃ VIAGEM RETORNO PARA JF
TARDE MUSCULAÇÃO UFJF 17:00 HS	TARDE RECUPERAÇÃO	TARDE RECUPERAÇÃO	TARDE RECUPERAÇÃO	TARDE VIAGEM	TARDE JOGO SESI BRASÍLIA 17:00 HS SL2020 - JOGO 6	TARDE FOLGA
NOITE TREINO TÁTICO 18:00 HS QUADRA BOLA	NOITE TREINO TÁTICO 17:00 HS QUADRA SIDE OUT	NOITE TREINO TÁTICO 18:00 HS QUADRA ESPECÍFICO CENTRAIS 19:00 QUADRA TODOS SIDE OUT + TRANSIÇÃO	NOITE TREINO TÁTICO 18:30 HS VÍDEO UPS 19:00 HS SIDE OUT	NOITE TREINO TÁTICO SESI BRASÍLIA 20:00 BOLA	NOITE -	NOITE FOLGA

Fonte: elaborado pelo Autor.

A divisão da rotina de treinamentos da equipe investigada possuía o seguinte formato:

- Treino da manhã: Treino de Força + Treino Técnico

- O treinamento de força consistia na realização de exercícios de musculação e levantamento de peso em academia, sempre sob a supervisão e direcionamento das atividades pelo preparador físico. As sessões tinham duração entre 45 a 60 minutos, com um planejamento de estímulos voltados para o ganho de força e potência, com frequência média de 3 vezes por semana.

- O treinamento técnico consistia na realização de exercícios técnicos específicos do voleibol na quadra com os atletas divididos em pequenos grupos, normalmente definidos por posição de atuação, sempre com a supervisão e direcionamento das atividades pelo técnico principal e assistente técnico (**Quadro 7**). As sessões de treino técnico eram realizadas em média 3 vezes por semana e tinham a duração média de 60 minutos, sempre realizadas na quadra de voleibol.

Quadro 7. Descrição das atividades realizadas no Treinamento Técnico.

FUNDAMENTOS TÉCNICOS DO VOLEIBOL	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES QUE COMPÕEM O TREINAMENTO TÉCNICO	DIRECIONAMENTO POR POSIÇÕES	OBJETIVO
BLOQUEIO	Exercícios direcionados para o deslocamento, tempo de reação, tempo de salto, sincronismos de ações e entrada de braço. Exercícios separados por funções de bloqueio (somente centrais / somente extremidades)	Todas as posições trabalham o desenvolvimento do bloqueio: Levantadores, opostos, ponteiros, centrais	PRÁTICA DA TÉCNICA INDIVIDUAL CORRETA, PARA AJUSTE POSTERIOR DENTRO DOS SISTEMAS QUE CONSTITUEM DIFERENTES PARTES DO JOGO
DEFESA	Exercícios direcionados para o controle de bola, ou seja, desenvolvimento da habilidade técnica de controlar a bola na ação de defesa com manchete, toque e recursos.	Todas as posições trabalham o desenvolvimento da defesa (pequenos grupos) Participação enfática do Líbero	
RECEPÇÃO	Exercícios direcionados para o desenvolvimento técnico das ações de recepção: técnica de movimentação, ataque a bola de manchete e toque, conceitos de concentração.	Foco de trabalho nas posições de passe: Ponteiros e Liberos	
ATAQUE	Exercícios direcionados para o desenvolvimento do acerto de bola entre levantador e atacante. Foco no ajuste de deslocamento, velocidade, altura e direcionamento do ataque.	Foco de trabalho entre: Levantador e atacantes (ponteiros, opostos e centrais)	
SAQUE	Exercícios direcionados para o desenvolvimento da precisão e regularidade do saque. Exercícios de repetição do gesto técnico de saque, automatismo do movimento e concentração.	Todas as posições trabalham o desenvolvimento técnico do saque exceto os liberos.	

Fonte: elaborado pelo Autor.

- Treino da noite: Treino Tático

- O treinamento tático consistia na realização de exercícios técnico-táticos voltados para a preparação específica da equipe em relação aos adversários da semana. Basicamente eram reproduzidas ações e situações de jogo com o enfrentamento (6x6) do time titular contra o time reserva. As sessões de treinamento tático eram realizadas em média de 4 a 5 vezes por semana, e tinham a duração entre 90 a 120 minutos. Essa consistia na principal sessão de treino da equipe, com a participação de todos os atletas e comissão técnica com a condução principal das atividades pelo técnico da equipe. Um resumo das atividades e objetivos das sessões de treinamento tático realizados pela equipe, pode ser observado a seguir (**Quadro 8**).

Quadro 8. Descrição das atividades realizadas no Treinamento Tático.

FUNDAMENTOS TÉCNICOS DO VOLEIBOL		DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES QUE COMPÕEM O TREINAMENTO TÁTICO	DIRECIONAMENTO DAS AÇÕES NAS ESTRUTURAS DO JOGO DE VOLEIBOL	OBJETIVO DO TREINO TÁTICO
BLOQUEIO		Definição de estratégias e aplicação no treinamento em função dos adversários.	<p>Complexo I do jogo (K-1) ou Side-out:</p> <p>Habilidades que a equipe usa para neutralizar o efeito do saque da equipe adversária e para organizar seu ataque, tentando conseguir a posse do saque. Incluem as ações de: recepção, levantamento e ataque</p> <p>Transição do complexo I para o II</p> <p>Complexo II do jogo (K-2) ou defesa de side-out:</p> <p>Habilidades que uma equipe usa para neutralizar o ataque da equipe adversária e para organizar seu contra-ataque e continuar de posse do saque. Incluem as ações de: saque, bloqueio, defesa e contra-ataque.</p> <p>Transição do complexo II para o I</p>	<p>APLICAR O CONJUNTO DE PROCEDIMENTOS TÉCNICO-TÁTICOS INDIVIDUAIS NA ORGANIZAÇÃO COLETIVA UTILIZADOS NO CONTEXTO DO JOGO.</p>
DEFESA		Adequação e aplicação da defesa em concordância com o posicionamento do bloqueio para cada adversário.		
RECEPÇÃO		Desenvolvimento da linha de recepção em função do saque adversário. Aplicação da ação no complexo I (side-out).		
ATAQUE		Trabalho da ação dentro dos complexos I (side-out) e II (contra-ataque), de acordo com as necessidades da equipe e do posicionamento adversário.		
SAQUE		Trabalho da ação dentro do contexto de jogo, seguindo as estratégias e objetivos definidos (velocidade, acerto, sequência, direcionamento)		

Fonte: elaborado pelo Autor.

4.5 Carga interna e externa de trabalho

Em relação aos métodos de monitoramento e controle da carga de trabalho interna e externa utilizados no presente estudo, foram utilizados o método da Percepção Subjetiva do Esforço da sessão (PSE da sessão) (FOSTER *et al.*, 2001) e o dispositivo *Polar Team Pro System* (PTPS). Para o monitoramento da carga de trabalho interna, o método PSE da sessão avalia de forma subjetiva a autopercepção do atleta em relação ao esforço realizado na sessão de treinamento e jogo. Já o segundo método (*Polar Team Pro System*) registra uma série de informações oriundas do monitoramento da frequência cardíaca pela captação de sensores durante as atividades de monitoramento. O registro da carga de trabalho externa era composto pela duração da sessão e registro das variáveis de deslocamento dos atletas monitorados, mostrados adiante (**Quadro 10**). Os dados foram coletados nas sessões de treinamento e jogos sempre pelo preparador físico ou cientista esportivo da equipe. A seguir, a descrição e características dos métodos utilizados e principais variáveis do estudo:

Percepção subjetiva do esforço (PSE da sessão): Este método de controle da carga interna de trabalho consiste em o atleta responder após o término da sessão à seguinte pergunta: “Como foi sua sessão de treinamento?” A resposta é fornecida através da escala CR 10 proposta por Borg em 1982 e modificada por Foster e colaboradores em 2001, que varia de 0 (repouso) e 10 (esforço máximo) (**Quadro 09**) (ANEXO-III). O produto do valor da PSE (intensidade) pela duração da sessão (volume) reflete o valor da carga de trabalho expresso em unidades arbitrárias (U.A) (FOSTER *et al.*, 2001). Na presente investigação foram utilizados os registros da carga de trabalho (interna e externa) através do método PSE da sessão referente as sessões de treinamento tático e jogos da equipe. As medidas coletadas através do método PSE da sessão foram registradas em planilha em folha no local de treinamento e posteriormente transportadas para planilha Excel em computador. Todos os atletas monitorados da equipe foram previamente familiarizados com o método e todo o processo de coleta.

Polar Team Pro System: O dispositivo *Polar Team Pro System* consiste de um conjunto de acessórios (fitas de acoplamento de sensor; sensores de deslocamento

e frequência cardíaca, software de geração de dados, base de transferência de informações e tablet de monitoramento) (**Quadro 09**) que registra uma série de informações da carga externa realizada e a carga interna manifestada pelo atleta através dos deslocamentos registrados e dados da frequência cardíaca. Os dados são captados e registrados através de um sensor acoplado a uma fita de sustentação usada pelos atletas na região do tórax (em cima do processo xifóide ou extremidade inferior do externo). A ferramenta engloba o sistema de posicionamento global via satélite (GPS), acelerômetro giroscópico e bússola digital que grava dados a 200 Hz com um alcance de 200 metros. Esse dispositivo pode ser usado para registro de informações em ambientes fechados como ginásios de voleibol, onde as informações de deslocamentos são geradas por algoritmos acoplados sem a necessidade da utilização do GPS.

Quadro 9. Variáveis de registro da carga interna de trabalho pelos métodos PSE da sessão e PTPS.

<table border="1"> <thead> <tr> <th>Classificação</th> <th>Descritor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Reposo</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Muito, Muito Fácil</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Fácil</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Moderado</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Um Pouco Difícil</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Difícil</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Muito Difícil</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Máximo</td> </tr> </tbody> </table>	Classificação	Descritor	0	Reposo	1	Muito, Muito Fácil	2	Fácil	3	Moderado	4	Um Pouco Difícil	5	Difícil	6	-	7	Muito Difícil	8	-	9	-	10	Máximo	<p>Carga de trabalho interna: PSE da sessão</p> <p>Registro do esforço subjetivo percebido pelo atleta: Variável:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Carga de trabalho PSE da sessão (em unidades arbitrárias) ▪ Ex.: Carga diária: 370 UA. ▪ Ex.: Carga semanal: 3.700 UA.
Classificação	Descritor																								
0	Reposo																								
1	Muito, Muito Fácil																								
2	Fácil																								
3	Moderado																								
4	Um Pouco Difícil																								
5	Difícil																								
6	-																								
7	Muito Difícil																								
8	-																								
9	-																								
10	Máximo																								
	<p>Carga de trabalho interna: Polar Team Pro System</p> <p>Registro da frequência cardíaca do atleta: Variáveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Frequência cardíaca (FC) máxima, % da FC máxima; ▪ Frequência cardíaca (FC) média, % da FC média; ▪ Tempo nas zonas de Frequência cardíaca (1, 2, 3, 4 e 5). ▪ Carga de trabalho do dispositivo: Training Load Polar ▪ Carga de trabalho calculada pela zona de FC: Trimp de Edwards ▪ Tempo de recuperação 																								

Fonte: elaborado pelo Autor.

Variável - Training Load Polar: Trata-se da variável representativa da carga interna de trabalho ou treinamento do *Polar Team Pro System*. De acordo com a descrição do manual do dispositivo, seu cálculo baseia-se na intensidade e duração da sessão

analisada. O cálculo engloba a utilização da intensidade medida pelo registro da frequência cardíaca, além de dados pessoais pré-registrados dos atletas como sexo, idade, peso, VO₂máx e histórico de treino. O dispositivo também apresenta a formatação específica de cálculo dessa variável de acordo com a modalidade esportiva monitorada. O *Training Load Polar* é apresentado em valor numérico variando entre 50 e 250 UI em sessões de 30 a 90 minutos.

Variável - Tempo de recuperação: Foi utilizado para avaliação do estado de recuperação uma variável chamada “*Recovery*” (recuperação) fornecida pelo equipamento utilizado *Polar Team Pro System* (PTPS). Através do manual do equipamento, podemos observar que o registro dessa variável é direcionado de acordo com o valor do *Training Load Polar* registrado na sessão monitorada. Dessa forma, a variável “recuperação” gerada pelo *Polar Team Pro System* fornece o tempo de recuperação em horas necessário para a recuperação do atleta após a sessão registrada. Sendo assim, o estudo analisou a correlação da variável “recuperação” chamada no presente estudo de “Tempo de recuperação” com alguns marcadores de carga externa e interna apresentados pelos atletas de voleibol.

O monitoramento da carga externa de trabalho da equipe foi realizado através do volume de treinamentos e jogos em minutos (duração), além do registro de variáveis de deslocamentos registrados através do dispositivo *Polar Team Pro System*. Além das variáveis fornecidas pelo dispositivo (**Quadro 10**), foram criadas 3 variáveis de carga de trabalho externa pelo autor: (1) Total de acelerações; (2) Total de desacelerações e (3) Total de acelerações + desacelerações. Trata-se da junção da quantidade de ações de aceleração e desaceleração, fornecida pelo Polar por zonas de velocidade, que representa o quantitativo de ações intermitentes de acelerar e frear característicos do voleibol.

Quadro 10. Variáveis de registro da carga externa de trabalho pelo método PTPS.

	<p>Carga de trabalho externa: Polar Team Pro System</p> <p>Registro dos deslocamentos dos atletas via acelerômetro: Variáveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Duração em minutos; ▪ Distância total percorrida; ▪ Distância por minuto; ▪ Distância nas zonas de velocidade 1, 2, 3, 4 e 5; ▪ Velocidade máxima, velocidade média; ▪ Número de sprints; ▪ Total de acelerações; ▪ Total de desacelerações; ▪ Número de acelerações nas zonas 1, 2, 3 e 4; ▪ Número de desacelerações nas zonas 1, 2, 3 e 4; ▪ Total de acelerações + desacelerações.
---	--

Fonte: elaborado pelo Autor.

4.6 Carga de trabalho e desempenho no jogo

Para a investigação da relação da carga de trabalho da equipe e o seu respectivo desempenho no jogo, foi realizado o cruzamento estatístico dos dados oriundos do *Polar Team Pro System* e software de análise de desempenho Data Volley. O desempenho no jogo abordado no presente estudo, se referiu ao percentual de aproveitamento da equipe em duas situações de ocorrência no jogo: side-out e contra-ataque. O side-out implicando o poder de definição do ponto pela equipe ao receber o saque adversário, e o contra-ataque implicando o poder de recuperação da posse de bola e conversão do ponto quando a equipe realiza o serviço (saque). Dados de deslocamentos referente a carga externa (Distância percorrida, total de acelerações e desacelerações) e dados referentes a carga interna de trabalho (*Training Load*) do dispositivo *Polar Team Pro System* registrados nos jogos foram utilizados para a análise da relação entre as variáveis de desempenho e carga de trabalho.

Data Volley: Trata-se de um software Italiano de computador para a realização de *scout* do jogo de voleibol (DRIKOS et al., 2021). O sistema é utilizado nas principais equipes e ligas do vôlei profissional mundial com os dados registrados por profissionais que ocupam o posto de estatístico nas comissões técnicas das equipes

(DRIKOS et al., 2021). Através dos dados registrados pelo *Data Volley*, uma série de informações sobre o desempenho técnico-tático do jogo coletivo e individual dos atletas são gerados para análise durante e posterior a partida (DRIKOS et al., 2021). No presente estudo, os dados de desempenho dos jogos foram extraídos do software *Data Volley*, manipulado sempre pelo estatístico especialista da equipe analisada. Para essa análise específica, tanto os dados de desempenho como de carga de trabalho dos jogos foram analisados de forma coletiva, ou seja, com os dados de cada atleta agrupados em escores únicos representativos da equipe.

4.7 Processo de coleta de dados com o *Polar Team Pro System*

As medidas oriundas do método *Polar Team Pro System*, foram descarregadas do dispositivo (sensor) para um programa repositório específico do fabricante (nuvem) seguindo uma via de procedimentos em 4 etapas (sensores - plataforma de base – software - planilhas), e posterior download das planilhas com os dados de registro dos atletas (**Quadro 11**).

Quadro 11. Processo de coleta de dados com o dispositivo *Polar Team Pro System*.



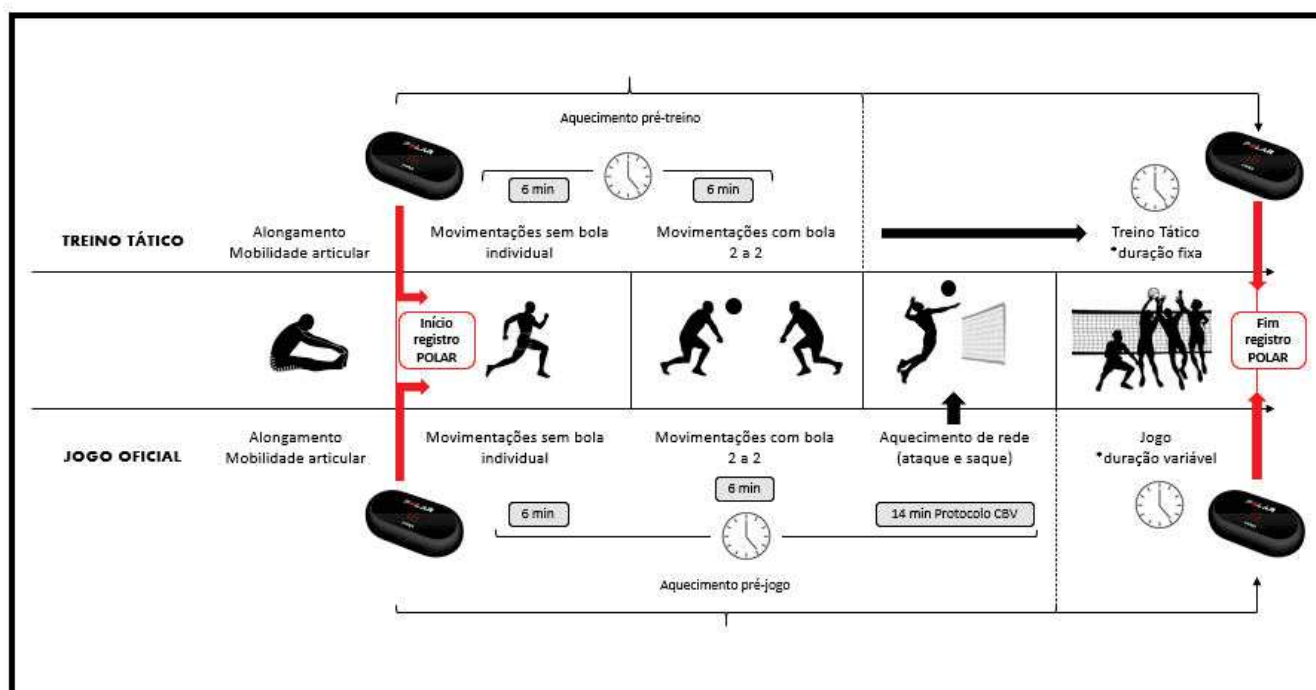
Fonte: elaborado pelo Autor.

Padronização de registro de dados nas sessões de treinos e jogos pelo Polar Team Pro System

Importante salientar, que no monitoramento através do dispositivo *Polar Team Pro System*, os sensores eram ligados no início dos deslocamentos de aquecimento

após a fase de alongamento dos atletas, tanto para as sessões de treino quanto nas sessões de jogos. Optamos por inserir a fase de aquecimento nas análises do estudo por esta ser uma preparação fisiológica e físico-motora para a prática do voleibol e qualquer modalidade esportiva, além de ser considerado um ritual preparatório pelos atletas em treinos e jogos. Além disso, é improvável um atleta profissional iniciar um treino ou jogo oficial sem realizar o procedimento de aquecimento. Dessa forma, trata-se de um componente integrante das rotinas de treinamentos e jogos. As atividades realizadas no aquecimento para as sessões de treino e jogos eram basicamente as mesmas (acelerações multidirecionais, frenagens, saltitos, movimentos coordenativos e exercícios de controle de bola 2 a 2). A única diferença entre as sessões é que no jogo oficial após a fase de aquecimento, existe o protocolo de aquecimento na rede, onde são realizadas ações de ataque (atacantes + levantadores) e saque com bola. Os Líberos nesse momento realizam exercícios técnicos de recepção e defesa e posteriormente aplicam essas ações na quadra no aquecimento de saque pré-jogo. A seguir apresentamos um fluxograma das ações para melhor visualização do processo de padronização do registro de dados pelo dispositivo *Polar Team Pro System* (**Quadro 12**).

Quadro 12. Padronização do registro de dados pelo dispositivo *Polar Team Pro System*.



Fonte: elaborado pelo Autor.

5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram descritos pela média \pm desvio-padrão. Para testar diferenças nas demandas psicofisiológicas e físico-motoras entre o tipo de sessão (treino vs. jogo) e as posições de jogo, bem como a interação tipo de sessão*posição de jogo, foram utilizados Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) com estrutura de variância-covariância autorregressiva (AR) e teste post-hoc de Bonferroni. O tamanho do efeito (TE) foi avaliado pelo d de Cohen, onde o efeito foi classificado de acordo com a proposta descrita por Hopkins (HOPKINS *et al.*, 2009) como: trivial (0.0-0.2); pequeno (0.2-0.6); moderado (0.6-1.2); grande (1.2-2.0); muito grande (2.0-4.0) e extremamente grande (>4.0). A relação entre variáveis foi analisada pelo teste de correlação de Pearson e a concordância entre os métodos *Training Load Polar*, *Trimp Edwards* e PSE foi feita utilizando o coeficiente de correlação intraclass (ICC). Foram utilizados os seguintes critérios na interpretação da magnitude da correlação (r) entre as variáveis: <0.1 trivial, 0.1 a 0.3 fraca, 0.3 a 0.5 moderada, 0.5 a 0.7 forte, 0.7 a 0.9 muito forte e 0.9 a 1.0 quase perfeita (HOPKINS *et al.*, 2009). Para algumas medidas foram descritos o delta percentual ($\Delta\%$) para indicar a variação percentual das medidas em situação de treino e jogo. As análises foram feitas no software estatístico SPSS versão 24 (IBM Corp., Armonk, NY). O valor de $p < 0,05$ foi adotado para significância estatística.

6 RESULTADOS

Os resultados foram apresentados em uma sequência de 4 tópicos referentes aos objetivos da pesquisa para melhor organização das informações: 5.1 Demanda de deslocamentos; 5.2 Demanda de frequência cardíaca e carga de trabalho; 5.3 Relação da carga externa realizada com a carga interna apresentada e 5.4 Relação da carga de trabalho e desempenho no jogo (DataVolley). Cada tópico de investigação apresenta uma ou mais tabelas principais com os resultados descritivos das variáveis de análise com valores estratificados por posições e tipo de sessão. Os resultados de efeito principal para as diferentes posições, tipo de sessão (Treino vs Jogo) e interação (Posição vs Sessão), foram apresentadas pelo valor de *P* para todas as variáveis (tabelas). Para identificação dos efeitos de interação entre posição, tipo de sessão e posição vs sessão ocorridos nas principais variáveis de análise do estudo, foram apresentadas a descrição no texto dos valores das interações (diferenças) mais relevantes através do valor de *p*, tamanho do efeito (TE) com *d* de Cohen, delta percentual ($\Delta\%$) e gráfico de linhas. Nos gráficos de linhas (**Figuras 19 a 27**) a descrição foi realizada seguindo três tópicos de informação (em negrito): interação do tipo de sessão para cada posição (**treino*jogo/posição**); interação entre as posições nas sessões de treino (**posições*treino**) e interação entre as posições nas sessões de jogo (**posições*jogo**).

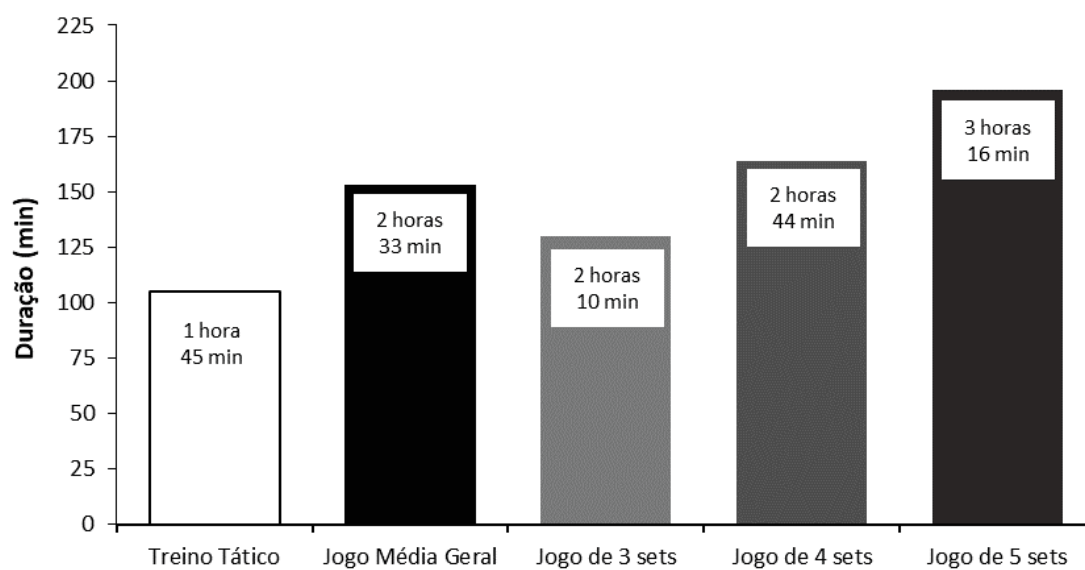
6.1 Demandas de deslocamentos

Foi encontrado efeito de interação significativo da posição, do tipo de sessão e da interação entre posição e sessão para a grande maioria das variáveis de deslocamentos analisadas (**Tabelas 1, 2, 3 e 4**). Os resultados apresentados (**Tabela 1**) demonstraram efeito significativo para posição em relação a variável “Distância total”. A partir da análise univariada do efeito “Posição” entre as médias (linha “Total” na tabela = média do treino + jogo), foi observado efeito significativo entre a distância total percorrida pelo Levantador e todas as posições: (Levantador vs Líbero; $p = 0,013$; $d = 0,57$ / TE pequeno); (Levantador vs Oposto; $p = 0,001$; $d = 0,72$ / TE moderado); (Levantador vs Central; $p = 0,011$; $d = 0,50$ / TE pequeno); (Levantador vs Ponteiro; $p = 0,005$; $d = 0,53$ / TE pequeno). Líberos e atacantes

apresentaram valores semelhantes de distância total percorrida entre si, com cada posição apresentando diferença significativa apenas para a posição de Levantador. Foi observado efeito de interação significativo para o tipo de sessão em relação a variável “Distância total” (Treino vs Jogo; $p = 0,001$; $d = 1,24$ / TE grande; $\Delta\% = 40,8$) com maior valor manifestado nos jogos.

A diferença nos tempos de duração entre as sessões de treino tático e jogos oficiais (**Tabela 1**) sofreu influência direta na grande amplitude de duração dos jogos (**Figura 14**). No presente estudo foram analisados 3 jogos de 3 sets; 4 jogos de 4 sets e 2 jogos de 5 sets. Os registros apresentam a realidade da modalidade tanto na amplitude de duração dos jogos quanto na duração típica de uma sessão de treinamento tático. Observa-se na tabela 1 que a distância percorrida em todas as zonas de velocidade nos jogos foi superior a distância apresentada nas sessões de treino. Além disso, o levantador foi a posição que percorreu as maiores distâncias em treinos e jogos comparado as demais posições, assim como os maiores acúmulos semanais de distância total percorrida (**Figura 15**). A estratificação das distâncias percorridas por zonas de velocidade, possibilita o entendimento de como essas distâncias são percorridas pelos jogadores em relação a intensidade das ações. Pode-se observar, que a maior parte da distância total percorrida pelos jogadores são compreendidas nas zonas de velocidade 1 e 2 (84,3% e 81,7% da distância total do treino e jogo respectivamente), com deslocamentos entre 3.00 a 10.99 km/h. A distância percorrida com deslocamentos acima de 11 km/h (> zona 3 de velocidade), é consideravelmente menor (8,4% e 9,5% da distância total do treino e jogo respectivamente).

Figura 14. Duração média das sessões de treino tático e jogos oficiais de diferentes sets.



Fonte: elaborada pelo autor (2021).

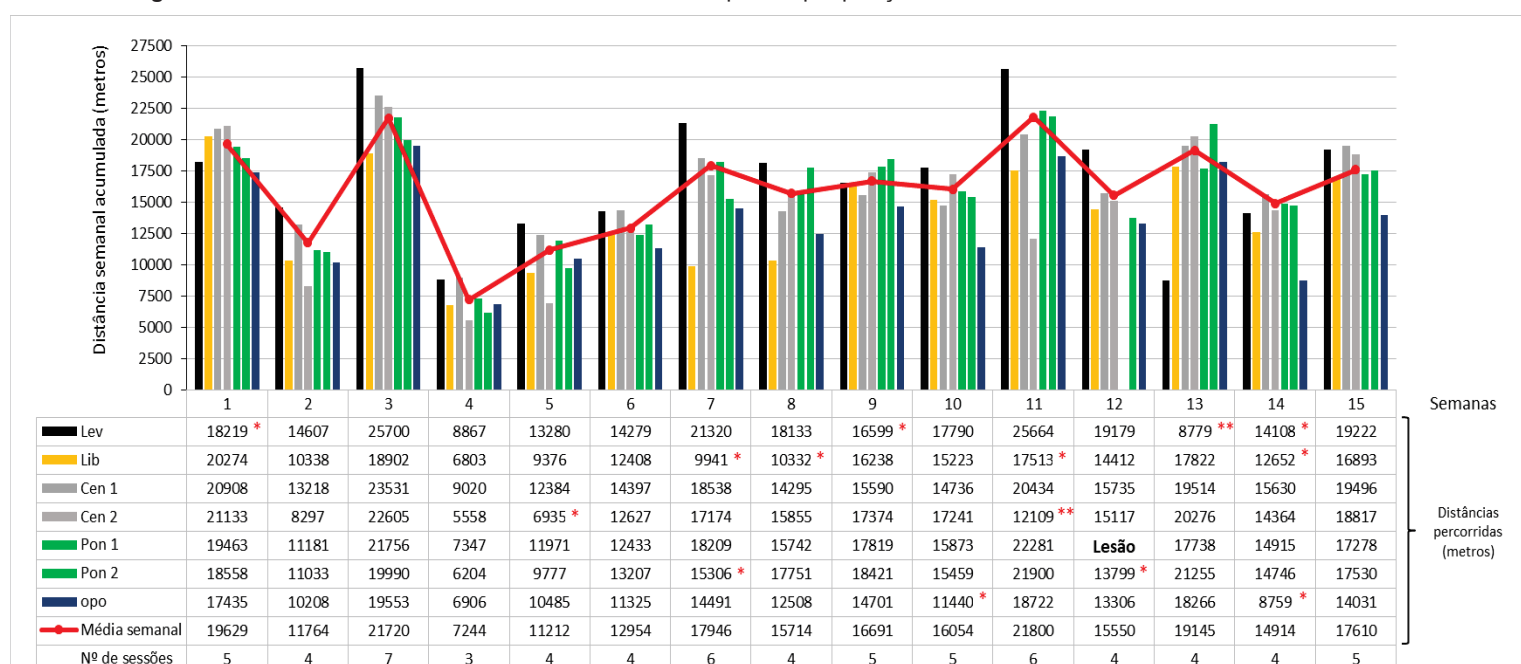
Tabela 1. Demandas de deslocamentos relacionados a distância percorrida de treinos táticos, jogos e posições de atuação no voleibol.

Variável	Tipo de Sessão	Posição de Jogo					Total	Efeitos principais e Efeito de Interação		
		Levantador	Líbero	Oposto	Central	Ponteiro		Efeito Posição de Jogo	Efeito Sessão	Interação Posição*Sessão
Duração (min)	Treino	104 ± 25	105 ± 25	104 ± 25	105 ± 25	105 ± 25	105 ± 27	p = 0,999	p < 0,001	p = 0,999
	Jogo	153 ± 20	152 ± 20	152 ± 20	153 ± 20	154 ± 20	153 ± 21			
	Total	129 ± 33	129 ± 33	128 ± 33	129 ± 33	129 ± 34				
Distância total (metros)	Treino	3713 ± 1144	2953 ± 1144	2777 ± 1150	3355 ± 1149	3321 ± 1157	3224 ± 1220	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Jogo	5413 ± 872	4515 ± 873	4236 ± 869	4312 ± 868	4227 ± 857	4541 ± 912			
	Total	4563 ± 1455	3734 ± 1459	3506 ± 1481	3834 ± 1484	3774 ± 1513				
Distância / min (metros)	Treino	36 ± 9	28 ± 9	27 ± 9	32 ± 9	32 ± 9	31 ± 10	p < 0,001	p = 0,134	p < 0,001
	Jogo	35 ± 7	29 ± 7	28 ± 7	28 ± 7	28 ± 7	30 ± 8			
	Total	35 ± 12	29 ± 12	27 ± 12	30 ± 12	30 ± 12				
Distância na zona de velocidade 1 (3.00-6.99 km/h)	Treino	2077 ± 677	1892 ± 677	1854 ± 681	2017 ± 680	1908 ± 685	1950 ± 722	p < 0,002	p < 0,001	p < 0,001
	Jogo	3291 ± 497	3108 ± 498	2788 ± 495	2684 ± 494	2425 ± 487	2859 ± 519			
	Total	2684 ± 848	2500 ± 850	2321 ± 863	2351 ± 865	2167 ± 880				
Distância na zona de velocidade 2 (7.00-10.99 km/h)	Treino	1031 ± 441	635 ± 441	564 ± 444	775 ± 443	842 ± 446	769 ± 470	p < 0,001	p = 0,54	p < 0,001
	Jogo	1122 ± 326	726 ± 326	742 ± 325	759 ± 324	916 ± 320	853 ± 341			
	Total	1076 ± 554	680 ± 556	653 ± 564	767 ± 565	879 ± 575				
Distância na zona de velocidade 3 (11.00-14.99 km/h)	Treino	233 ± 104	115 ± 104	116 ± 104	180 ± 104	221 ± 104	173 ± 110	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Jogo	333 ± 90	176 ± 90	245 ± 90	268 ± 90	351 ± 89	275 ± 94			
	Total	283 ± 139	146 ± 140	180 ± 142	224 ± 142	286 ± 146				
Distância na zona de velocidade 4 (15.00-18.99 km/h)	Treino	67 ± 57	25 ± 57	32 ± 57	89 ± 57	85 ± 57	60 ± 60	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Jogo	126 ± 45	27 ± 45	74 ± 45	140 ± 45	136 ± 44	101 ± 47			
	Total	97 ± 73	26 ± 73	53 ± 75	114 ± 75	111 ± 76				
Distância na zona de velocidade 5 (>19.00 km/h)	Treino	39 ± 71	9 ± 71	11 ± 71	74 ± 71	51 ± 72	37 ± 76	p < 0,001	p < 0,002	p < 0,001
	Jogo	44 ± 45	8 ± 45	17 ± 45	141 ± 45	64 ± 44	55 ± 47			
	Total	41 ± 85	9 ± 85	14 ± 86	108 ± 86	57 ± 87				

Fonte: elaborada pelo autor (2021)

A figura 15 a seguir, apresenta o gráfico com os valores das distâncias acumuladas por semana de treinamento pelos 7 atletas monitorados. Em algumas semanas (1, 3, 7, 11, 13) determinadas posições nos chamaram a atenção (levantadores, Centrais e Ponteiros) percorrendo distâncias superiores ou próximas a uma meia maratona (21 km). As posições de Oposto e Líbero foram as que apresentaram os menores acúmulos de distância percorrida permanecendo em quase todas as semanas com valores abaixo da média do grupo. Outro ponto interessante, é o comportamento semelhante de distâncias acumuladas pelas duplas de centrais e ponteiros. Essa observação pode indicar que diferentes atletas podem ter realizado o mesmo padrão de movimentação, específica dessas posições.

Figura 15. Distância Total acumulada nas semanas da temporada por posição.

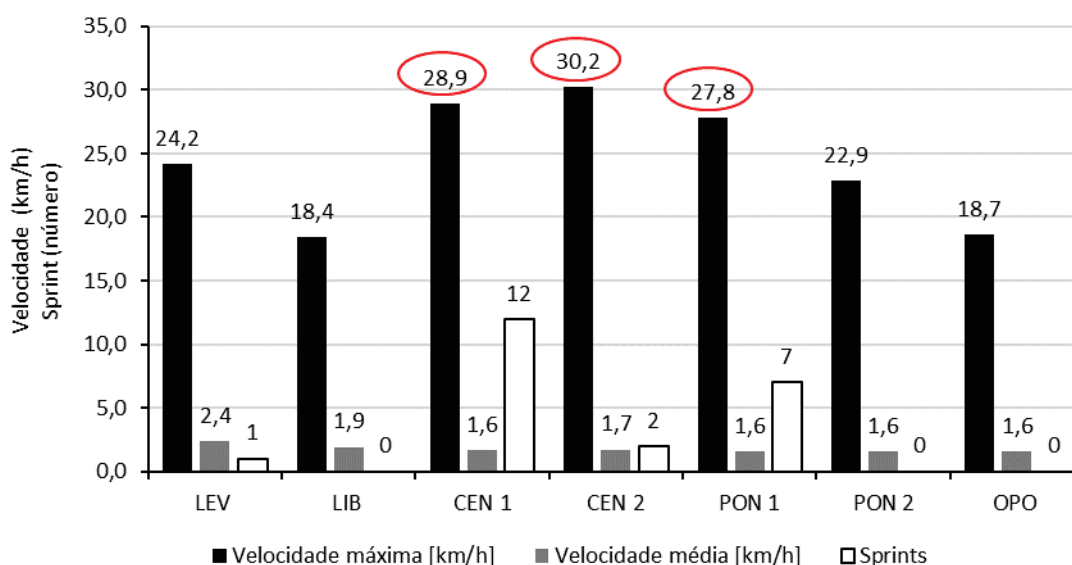


* = atleta perdeu uma sessão por lesão; ** = atleta perdeu duas sessões por lesão; **Lesão** = atleta perdeu a semana por lesão.

Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Apesar da velocidade ser uma capacidade de grande influência individual do atleta, os valores apresentados na tabela 2 a seguir são de grande relevância, pois apresentam parâmetros de velocidade que podem ser alcançados nas ações do voleibol. Foi observado interação significativa entre as diferentes posições de atuação e o tipo de sessão, com as maiores velocidades apresentadas na situação de jogo oficial. Apesar da dimensão relativamente pequena da quadra de vôlei, foram registrados alcances elevados de velocidade pelos jogadores em treinamentos e jogos (próximo e acima de 30 km/hora) como descrito na figura 16 a seguir. Os valores observados para a velocidade média representam claramente a característica intermitente do jogo de voleibol. Em relação ao número de *sprints*, foram contabilizados qualquer aceleração com deslocamentos acima de 3.1 metros por segundo (11 km/hora) realizados pelos atletas. Esse limiar é definido pelo sistema e contabiliza qualquer tipo de deslocamento acima do limiar mencionado, com acelerações de apenas um movimento explosivo de três passos até acelerações máximas de 20 – 30 metros.

Figura 16. Velocidade máxima, média e número de sprints dos atletas titulares das posições em jogo oficial da Superliga B - 2019/2021.



Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Tabela 2. Demandas de deslocamentos relacionados a velocidade de treinos táticos, jogos e posições de atuação no voleibol.

Variável	Tipo de Sessão	Posição de Jogo						Total	Efeitos principais e Efeito de Interação		
		Levantador	Libero	Oposto	Central	Ponteiro	Efeito Posição de Jogo		Efeito Sessão	Interação Posição*Sessão	
Velocidade máxima (km/h)	Treino	23,9 ± 3,2	20,5 ± 3,2	21,1 ± 3,2	25,2 ± 3,2	23,5 ± 3,3	22,9 ± 3,4	p < 0,001	p = 0,036	p < 0,001	
	Jogo	24,1 ± 2,9	20,2 ± 2,9	22,1 ± 2,9	27,2 ± 2,9	25,0 ± 2,9	23,7 ± 3,0				
	Total	24,0 ± 4,4	20,3 ± 4,4	21,6 ± 4,5	26,2 ± 4,5	24,3 ± 4,6					
Velocidade média (km/h)	Treino	2,2 ± 0,5	1,9 ± 0,5	1,7 ± 0,5	2,0 ± 0,5	2,0 ± 0,5	2,0 ± 0,5	p < 0,001	p = 0,029	p < 0,001	
	Jogo	2,2 ± 0,4	1,9 ± 0,4	1,7 ± 0,4	1,7 ± 0,4	1,7 ± 0,4	1,9 ± 0,4				
	Total	2,2 ± 0,6	1,9 ± 0,6	1,7 ± 0,6	1,9 ± 0,6	1,9 ± 0,6					
Número de Sprints	Treino	0,9 ± 3,6	0,2 ± 3,6	0,3 ± 3,6	3,2 ± 3,6	0,9 ± 3,6	1,1 ± 3,8	p < 0,001	p = 0,013	p < 0,001	
	Jogo	1,3 ± 2,3	0,5 ± 2,3	0,3 ± 2,3	6,4 ± 2,3	0,5 ± 2,2	1,8 ± 2,4				
	Total	1,1 ± 4,3	0,4 ± 4,3	0,3 ± 4,4	4,8 ± 4,4	0,7 ± 4,4					

Fonte: elaborada pelo autor (2021).

A tabela 3 a seguir, demonstra que as posições de Levantador e líbero realizaram um maior número de acelerações nas zonas 1 e 2 em relação aos atacantes, e a partir da zona 3 levantadores e atacantes foram semelhantes com exceção do líbero. Observa-se, que todas as posições apresentaram maiores volumes de acelerações nas zonas 1 e 2 (0.50 a 1.99 m/s²) representando 94% do total de acelerações em treinos e jogos, com alcances de velocidade de até 7.0 km/hora (zona 2 de aceleração). A partir da análise univariada entre as médias (linha Total = média do treino + jogo) das diferentes posições, foi observado efeito significativo entre as posições. Levantadores e Líberos apresentaram valores semelhantes, entretanto se diferiram significativamente dos atacantes (Levantador vs Oposto; $p = 0,001$; $d = 0,84$ / TE moderado); (Levantador vs Central; $p = 0,001$; $d = 0,85$ / TE moderado); (Levantador vs Ponteiro; $p = 0,001$; $d = 0,82$ / TE moderado); (Líbero vs Oposto; $p = 0,009$; $d = 0,58$ / TE pequeno); (Líbero vs Central; $p = 0,001$; $d = 0,75$ / TE moderado); (Líbero vs Ponteiro; $p = 0,002$; $d = 0,71$ / TE moderado). Os atacantes não apresentaram diferença entre si para o total de acelerações realizadas. Foi observado efeito de interação significativa na análise da variável para o tipo de sessão (Treino vs Jogo; $p = 0,001$; $d = 1,91$ / TE grande; $\Delta\% = 54$) com maior valor manifestado nos jogos.

Na tabela 4, posteriormente, pode-se observar o mesmo padrão encontrado para o número de desacelerações (totais, por zonas e posições) nas análises pareadas. As constantes alternâncias entre a quebra da inércia e aplicação de diferentes intensidades de deslocamentos, seguidos por frenagens de diferentes intensidades e mudanças de direção, são representadas pela quantidade de acelerações e desacelerações que o atleta de voleibol realiza em quadra.

Tabela 3. Demandas de deslocamentos relacionados a acelerações em treinos táticos, jogos e posições de atuação no voleibol.

Variável	Tipo de Sessão	Posição de Jogo					Total	Efeitos principais e Efeito de Interação		
		Levantador	Líbero	Oposto	Central	Ponteiro		Efeito Posição de Jogo	Efeito Sessão	Interação Posição*Sessão
Total de Acelerações (n°)	Treino	767 ± 203	748 ± 203	593 ± 204	659 ± 204	662 ± 205	686 ± 216	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Jogo	1271 ± 163	1150 ± 163	996 ± 163	926 ± 163	933 ± 161	1055 ± 171			
	Total	1019 ± 264	949 ± 265	794 ± 269	793 ± 269	798 ± 275				
N° de Acelerações Zona 1 (0.50-0.99 m/s ²)	Treino	293 ± 91	327 ± 91	189 ± 91	212 ± 91	221 ± 92	248 ± 97	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Jogo	476 ± 65	584 ± 66	302 ± 65	284 ± 65	317 ± 64	393 ± 68			
	Total	385 ± 113	455 ± 113	245 ± 115	248 ± 115	269 ± 117				
N° de Acelerações Zona 2 (1.00-1.99 m/s ²)	Treino	424 ± 124	402 ± 124	374 ± 124	390 ± 124	397 ± 125	397 ± 132	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Jogo	714 ± 99	546 ± 99	639 ± 98	557 ± 98	560 ± 97	603 ± 103			
	Total	569 ± 160	474 ± 161	506 ± 163	473 ± 164	479 ± 167				
N° de Acelerações Zona 3 (2.00-2.99 m/s ²)	Treino	51 ± 26	19 ± 26	31 ± 26	55 ± 26	43 ± 26	40 ± 28	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Jogo	81 ± 18	22 ± 18	54 ± 18	83 ± 18	57 ± 18	59 ± 19			
	Total	66 ± 32	21 ± 32	42 ± 33	69 ± 33	50 ± 33				
N° de Acelerações Zona 4 (3.00-50.00 m/s ²)	Treino	0,3 ± 1,7	0,1 ± 1,7	0,1 ± 1,7	1,4 ± 1,7	0,4 ± 1,7	0,5 ± 1,8	p < 0,001	p = 0,009	p < 0,001
	Jogo	0,4 ± 1,2	0,4 ± 1,2	0,1 ± 1,2	3,4 ± 1,2	0,2 ± 1,2	0,9 ± 1,3			
	Total	0,4 ± 2,1	0,3 ± 2,1	0,1 ± 2,1	2,4 ± 2,1	0,3 ± 2,2				

Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Tabela 4. Demandas de deslocamentos relacionados a desacelerações em treinos táticos, jogos e posições de atuação no voleibol.

Variável	Tipo de Sessão	Posição de Jogo					Total	Efeitos principais e Efeito de Interação		
		Levantador	Líbero	Oposto	Central	Ponteiro		Efeito Posição de Jogo	Efeito Sessão	Interação Posição*Sessão
Total de Desacelerações (n°)	Treino	770 ± 199	705 ± 199	575 ± 200	662 ± 200	643 ± 201	671 ± 212			
	Jogo	1266 ± 159	1103 ± 159	964 ± 159	925 ± 159	895 ± 157	1031 ± 167	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Total	1018 ± 258	904 ± 259	770 ± 263	793 ± 264	769 ± 270				
N° Desacelerações Zona 1 (-0.99--0.50 m/s ²)	Treino	282 ± 82	259 ± 82	167 ± 83	205 ± 83	203 ± 83	223 ± 88			
	Jogo	402 ± 59	444 ± 59	248 ± 59	255 ± 59	263 ± 58	323 ± 62	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Total	342 ± 102	352 ± 103	207 ± 104	230 ± 104	233 ± 106				
N° Desacelerações Zona 2 (-1.99--1.00 m/s ²)	Treino	406 ± 107	378 ± 107	333 ± 107	371 ± 107	357 ± 107	369 ± 114			
	Jogo	741 ± 89	584 ± 89	597 ± 89	543 ± 89	510 ± 88	595 ± 94	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Total	573 ± 141	481 ± 142	465 ± 144	457 ± 144	434 ± 133				
N° Desacelerações Zona 3 (-2.99--2.00 m/s ²)	Treino	75 ± 30	65 ± 30	70 ± 31	68 ± 31	70 ± 31	70 ± 32			
	Jogo	111 ± 22	72 ± 22	104 ± 22	93 ± 22	99 ± 22	61 ± 23	p = 0,005	p < 0,001	p = 0,003
	Total	93 ± 38	69 ± 38	87 ± 39	80 ± 39	84 ± 39				
N° Desacelerações Zona 4 (-50.00--3.00 m/s ²)	Treino	8 ± 15	3 ± 16	5 ± 16	18 ± 16	13 ± 16	9 ± 17			
	Jogo	12 ± 9	4 ± 9	16 ± 9	35 ± 9	24 ± 9	18 ± 9	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Total	10 ± 18	3 ± 18	10 ± 18	26 ± 18	18 ± 18				

Fonte: elaborada pelo autor (2021).

6.2 Demandas de frequência cardíaca e carga de trabalho

A tabela 5 a seguir apresenta os resultados de carga de trabalho fisiológico das diferentes posições através do monitoramento da frequência cardíaca (FC). Observa-se que apesar da FC média dos atletas representar um esforço de intensidade moderada (60 a 64 % da FC máx), os atletas de voleibol ultrapassam seus valores máximos de FC em vários momentos nas sessões de treino e jogo. Entretanto, esses momentos são extremamente rápidos e curtos, sem a sustentação prolongada da FC em intensidades máximas ou submáximas (>80% da FC máxima), representando as diversas ações de movimentos explosivos característicos do voleibol. Essa observação é reforçada quando analisamos os tempos reduzidos em zonas de FC de maior intensidade (zonas 4 e 5), com valores de FC > 80% da FC máxima. Ao analisar os tempos de permanência em cada zona de intensidade da FC, os atletas permaneceram maior tempo na zona 2 da FC (60-69 % da FC máx), o que caracterizou o valor médio de FC de forma geral. Em todas as zonas de intensidade o tempo de permanência da FC foi maior na situação de jogo comparado as sessões de treino. Todas as 5 posições de atuação apresentaram mais tempo de permanência nas zonas inferiores de intensidade da FC (zona 1 e 2), com o Líbero apresentando grande superioridade de tempo em relação as demais posições na zona 1. Entretanto, a partir da zona de intensidade 3, o Líbero apresentou inferioridade marcante de permanência em relação aos atacantes.

As zonas de Frequência Cardíaca (FC) 2 e 4 apresentaram maiores volumes de tempo nos dois extremos de intensidade (zona 2 – inferior e zona 4 – superior). Em relação ao tempo gasto na zona de FC 2, os principais efeitos significativos para “posição” foram entre (Ponteiro vs Líbero; $p = 0,026$; $d = 0,44$ / TE pequeno) e (Ponteiro vs Central; $p = 0,036$; $d = 0,33$ / TE pequeno). Para o tipo de sessão (média geral de todas as posições) foi encontrado efeito significativo (Treino vs Jogo; $p = 0,001$; $d = 1,53$ / TE grande; $\Delta\% = 88$) com maiores valores na situação de jogo. Para o tempo gasto na zona de FC 4, foram observados efeitos significativos para “posição” entre as posições de preparação e atacantes (Levantador vs Oposto; $p = 0,001$; $d = 1,00$ TE moderado); (Levantador vs Central; $p = 0,001$; $d = 0,62$ / TE moderado); (Líbero vs Oposto; $p = 0,001$; $d = 1,31$ / TE grande); (Líbero vs Central; $p = 0,001$; $d = 0,92$ / TE moderado) e (Líbero vs Ponteiro; $p = 0,001$; $d = 0,69$ / TE moderado). Em relação ao tipo de sessão foi observado efeito significativo (Treino vs

Jogo; $p = 0,001$; $d = 0,95$ / TE moderado; $\Delta\% = 180$) com maiores valores na situação de jogo. A descrição dos efeitos de interação entre posição e sessão para a medida de tempo na zona de FC 2 e 4 são apresentados mais adiante no gráfico de linhas (**Figura 18 e 19**).

Tabela 5. Demandas de Frequência Cardíaca (FC) em treinos táticos, jogos e posições de atuação no voleibol.

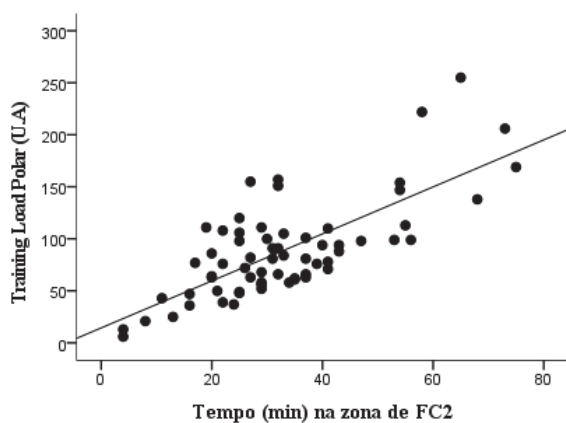
Variável	Tipo de Sessão	Posição de Jogo					Total	Efeitos principais e Efeito de Interação		
		Levantador	Libero	Oposto	Central	Ponteiro		Efeito Posição de Jogo	Efeito Sessão	Interação Posição*Sessão
FC máxima (bpm)	Treino	219 ± 24	179 ± 24	227 ± 24	218 ± 24	184 ± 24	206 ± 25			
	Jogo	216 ± 20	184 ± 20	223 ± 20	228 ± 20	188 ± 20	208 ± 21	p < 0,001	p = 0,449	p < 0,001
	Total	218 ± 32	182 ± 32	225 ± 32	223 ± 32	186 ± 33				
% FC máxima (bpm)	Treino	110 ± 12	92 ± 12	118 ± 12	112 ± 12	94 ± 12	105 ± 13			
	Jogo	109 ± 10	94 ± 10	115 ± 10	117 ± 10	96 ± 10	106 ± 11	p < 0,001	p = 0,438	p < 0,001
	Total	110 ± 16	93 ± 16	116 ± 17	115 ± 17	95 ± 17				
FC média (bpm)	Treino	118 ± 13	106 ± 13	125 ± 13	119 ± 13	123 ± 13	118 ± 14			
	Jogo	132 ± 10	105 ± 10	138 ± 10	132 ± 10	128 ± 9	129 ± 10	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Total	125 ± 16	111 ± 16	131 ± 17	125 ± 17	126 ± 17				
% da FC média	Treino	59 ± 7	54 ± 7	65 ± 7	61 ± 7	62 ± 7	60 ± 7			
	Jogo	66 ± 5	59 ± 5	72 ± 5	68 ± 5	65 ± 5	66 ± 5	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Total	63 ± 8	57 ± 8	68 ± 9	64 ± 9	64 ± 9				
Tempo na Zona de FC 1 (50-59%) (minutos)	Treino	30 ± 17	38 ± 17	21 ± 17	26 ± 17	30 ± 17	29 ± 18			
	Jogo	18 ± 13	71 ± 13	12 ± 13	30 ± 13	38 ± 12	34 ± 13	p < 0,001	p < 0,003	p < 0,001
	Total	24 ± 21	54 ± 21	17 ± 22	28 ± 22	34 ± 22				
Tempo na Zona de FC 2 (60-69%) (minutos)	Treino	29 ± 16	17 ± 16	28 ± 17	25 ± 17	30 ± 17	26 ± 18			
	Jogo	56 ± 12	49 ± 12	40 ± 11	45 ± 11	54 ± 11	49 ± 12	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Total	43 ± 20	33 ± 20	34 ± 21	35 ± 21	42 ± 21				
Tempo na Zona de FC 3 (70-79%) (minutos)	Treino	11 ± 12	3 ± 12	20 ± 12	14 ± 12	17 ± 12	13 ± 12			
	Jogo	45 ± 9	11 ± 9	37 ± 9	33 ± 9	35 ± 9	32 ± 10	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Total	28 ± 15	7 ± 15	28 ± 16	24 ± 16	26 ± 16				
Tempo na Zona de FC 4 (80-89%) (minutos)	Treino	2 ± 11	1 ± 11	8 ± 11	7 ± 11	7 ± 11	5 ± 12			
	Jogo	7 ± 7	1 ± 7	27 ± 7	20 ± 7	14 ± 7	14 ± 7	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Total	5 ± 13	1 ± 13	18 ± 13	13 ± 13	10 ± 13				
Tempo na Zona de FC 5 (90-100%) (minutos)	Treino	1,3 ± 2,5	0,4 ± 2,5	2,4 ± 2,5	1,7 ± 2,5	1,1 ± 2,5	1,4 ± 2,7			
	Jogo	0,9 ± 2,3	0,1 ± 2,3	1,9 ± 2,3	6,5 ± 2,3	1,9 ± 2,3	2,2 ± 2,4	p < 0,001	p = 0,008	p < 0,001
	Total	1 ± 3	0,4 ± 3	2 ± 4	4 ± 4	1 ± 4				

Fonte: elaborada pelo autor (2021).

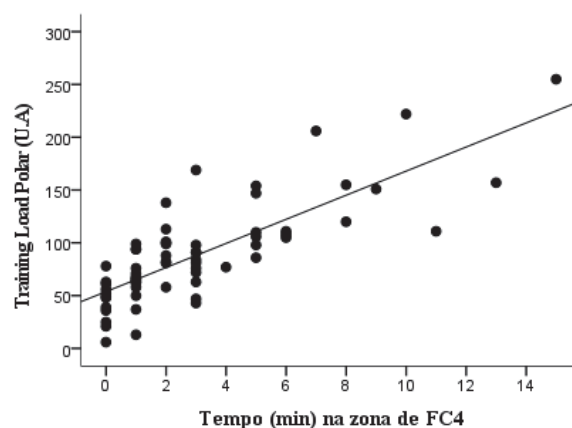
As correlações apresentadas nos gráficos abaixo (**Figura 17**), elucidam a investigação de quais zonas de intensidade da frequência cardíaca (FC) podem ter maior impacto na manifestação final de carga interna apresentada pelos atletas das diferentes posições no voleibol. A escolha das zonas 2 e 4 são justificadas por serem zonas com maior volume apresentado em treinos e jogos, tanto na faixa inferior de intensidade da FC (zonas 1 e 2) quanto na faixa superior (zonas 4 e 5).

Figura 17. Correlação entre Training Load Polar e Tempo gasto nas zonas de FC 2 e 4 por posição de jogo.

Levantador

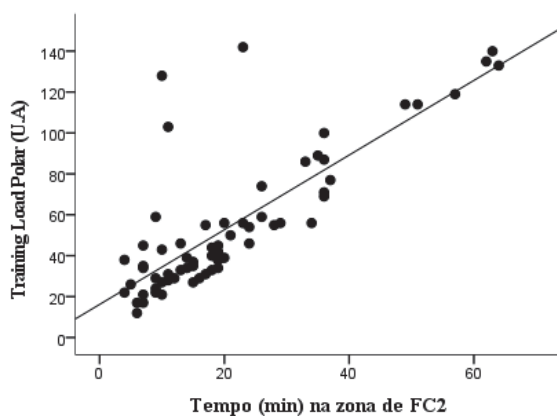


$$r = 0.738 / p < 0.001$$

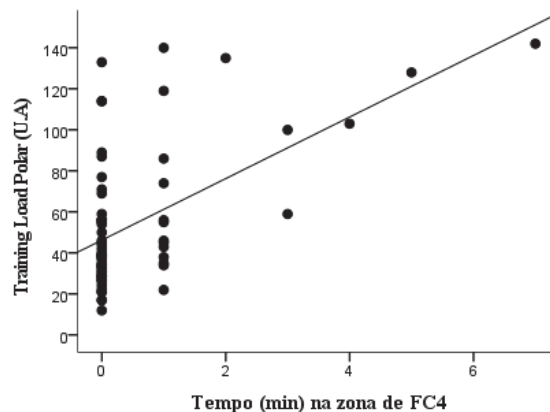


$$r = 0.794 / p < 0.001$$

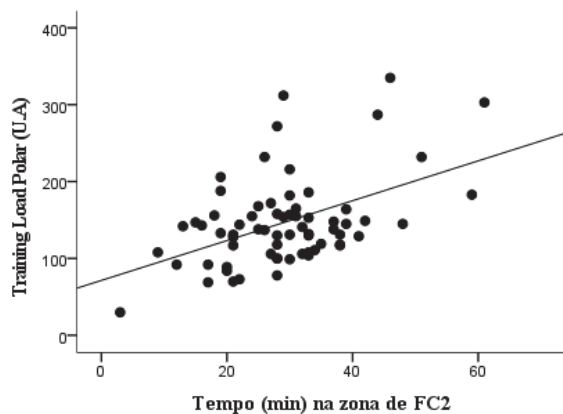
Líbero



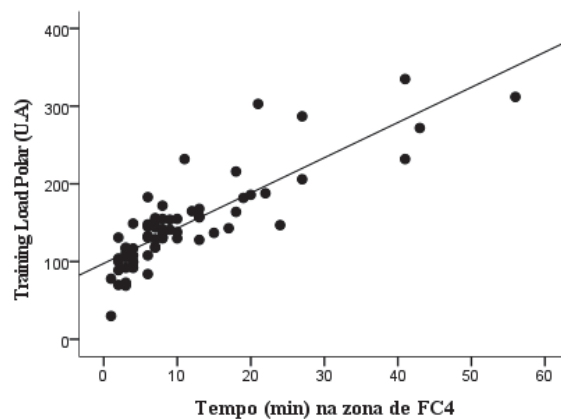
$$r = 0.796 / p < 0.001$$



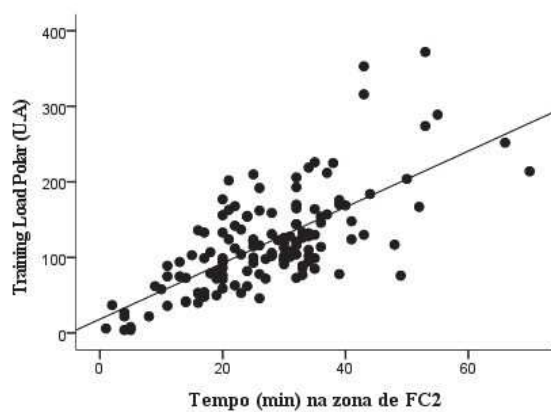
$$r = 0.559 / p < 0.001$$

Oposto

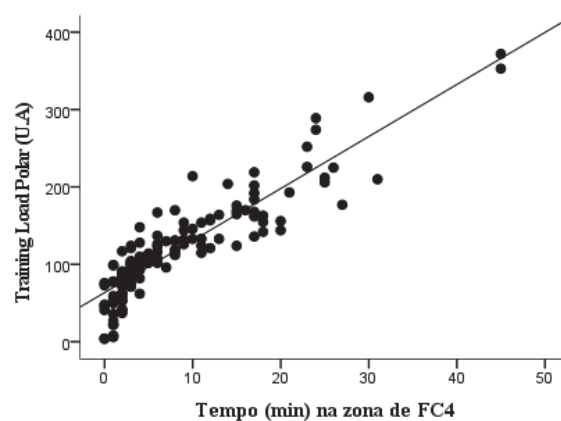
$$r = 0.478 / p < 0.001$$



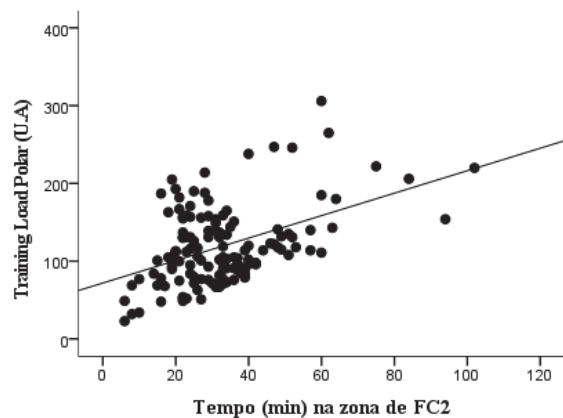
$$r = 0.845 / p < 0.001$$

Central

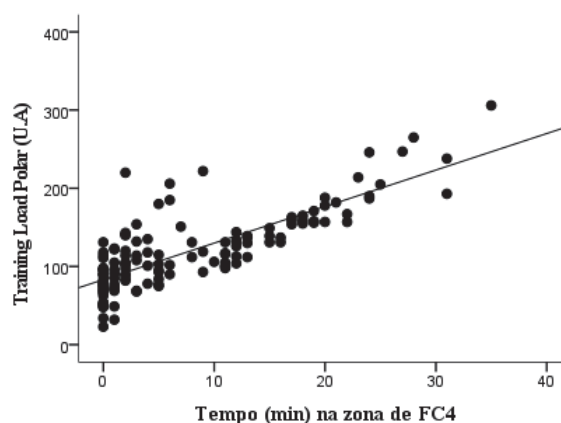
$$r = 0.698 / p < 0.001$$



$$r = 0.902 / p < 0.001$$

Ponteiro

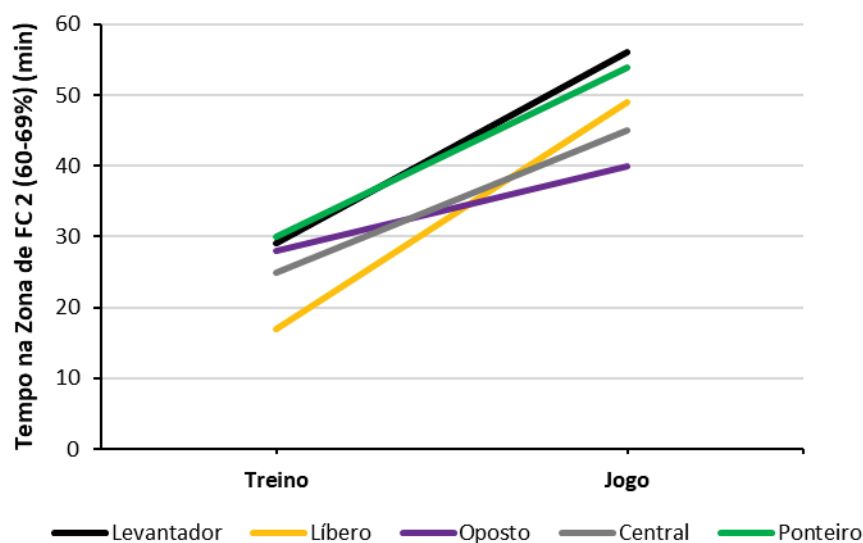
$$r = 0.461 / p < 0.001$$



$$r = 0.795 / p < 0.001$$

A figura 18 a seguir, apresenta a visualização das interações entre posição vs tipo sessão para o tempo de permanência na zona de intensidade 2 da frequência cardíaca (FC). Todas as posições apresentaram efeitos significativos para o tempo de permanência na zona 2 de intensidade da FC levando-se em consideração o tipo de sessão (**treino*jogo/posição**): (Levantador: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.93$ / TE grande; $\Delta\% = 93$); (Líbero: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.29$ / TE muito grande; $\Delta\% = 188$); (Oposto: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 0.86$ / TE moderado; $\Delta\% = 43$) (Central: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.43$ / TE grande; $\Delta\% = 80$) e (Ponteiro: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.71$ / TE grande; $\Delta\% = 80$). Na análise entre as posições para cada tipo de sessão separadamente (treino e jogo), foram encontrados efeitos de interações significativos para o tempo na zona 2 de FC nas sessões de treino ($p < 0,001$) e jogo ($p = 0,007$). Como observado de forma nítida no gráfico abaixo, os resultados demonstraram que a posição de Líbero apresentou demanda significativamente diferente de todas as demais posições nos treinamentos (**posições*treino**): (Líbero vs Levantador; $p = 0,001$; $d = 0,75$ / TE moderado), (Líbero vs Oposto; $p = 0,007$; $d = 0,67$ / TE moderado), (Líbero vs Central; $p = 0,048$; $d = 3,20$ / TE pequeno) e (Líbero vs Ponteiro; $p = 0,001$; $d = 0,79$ / TE moderado). Ao observar o tempo de permanência na zona 2 da FC em situação de jogo, identificamos um agrupamento maior entre as posições com o Líbero apresentando valor semelhante e sem diferença para todas as posições. Em contrapartida, a posição de Oposto teve a alteração mais discreta do padrão treino vs jogo. Além disso, foi a posição com menos tempo na zona 2 de FC em situação de jogo, apresentando interação significativa com duas posições (**posições*jogo**): (Oposto vs Levantador; $p = 0,038$; $d = 1,39$ / TE grande), (Oposto vs Ponteiro; $p = 0,035$; $d = 1,27$ / TE grande).

Figura 18. Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: tempo na zona de FC 2.

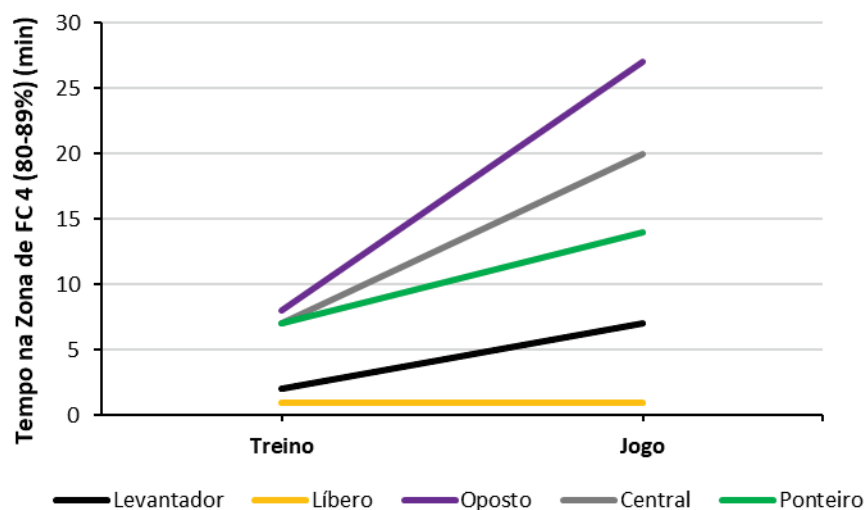


Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Ao observar a figura 19 a seguir, fica nítido o agrupamento dos atacantes em níveis superiores de tempo de permanência na zona 4 de intensidade da FC para a situação de treino. Quanto ao jogo, os atacantes permanecem com valores superiores de tempo na zona 4 da FC, porém, com valores mais diferenciados entre si. As posições de atacantes e Levantador apresentaram efeitos significativos para o tempo de permanência na zona 4 de intensidade da FC levando-se em consideração o tipo de sessão (**treino*jogo/posição**): (Levantador: Treino vs Jogo; $p = 0,018$; $d = 1.93$ / TE grande; $\Delta\% = 93$); (Oposto: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.11$ / TE muito grande; $\Delta\% = 237$); (Central: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.44$ / TE grande; $\Delta\% = 186$) e (Ponteiro: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 0.78$ / TE moderado; $\Delta\% = 100$). Não foi encontrado efeito de interação significativo para o Líbero, indicando que a posição apresentou tempos de permanência semelhantes na zona 4 de FC para treinos e jogos. Na análise entre as posições para cada tipo de sessão separadamente (treino e jogo), foram encontrados efeitos de interações significativos para o tempo na zona 4 de FC nas sessões de treino ($p < 0,001$) e jogo ($p < 0,001$). Fica claro no gráfico a seguir que a posição de Líbero apresentou demanda significativamente diferente de todas as demais posições nos treinamentos, com exceção do Levantador (**posições*treino**): (Líbero vs Oposto; $p = 0,003$; $d = 0,64$ / TE moderado), (Líbero vs Central; $p = 0,009$; $d = 0,55$ / TE pequeno) e (Líbero vs

Ponteiro; $p = 0,004$; $d = 0,55$ / TE pequeno). Ao observar o tempo de permanência na zona 4 da FC em situação de jogo, observa-se que o Líbero manteve o mesmo padrão. Por outro lado, a posição de Oposto apresentou grande variação no padrão de tempo de permanência na zona 4 de FC na situação de jogo, com efeito significativo de interação para todas as demais posições (**posições*jogo**): (Oposto vs Levantador; $p = 0,001$; $d = 2,86$ / TE muito grande), (Oposto vs Líbero; $p = 0,001$; $d = 3,71$ / TE muito grande); (Oposto vs Central; $p = 0,048$; $d = 1,00$ / TE moderado) e (Oposto vs Ponteiro; $p = 0,001$; $d = 1,86$ / TE grande).

Figura 19. Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: tempo na zona de FC 4.



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

6.3 Relação da carga externa realizada com a carga interna apresentada

Foram encontrados efeitos (diferenças) significativos da posição sobre todas as medidas de carga externa (Distância total; total de acelerações + desacelerações) e interna (carga de trabalho - PSE da sessão; *Training Load Polar*; Trimp de Edwards) listadas na tabela a seguir (**Tabela 6**).

Para as medidas de carga externa (deslocamentos) foram observados efeitos significativos para “posição” com o levantador apresentando maior “Distância total” que as demais posições (**posição**): (Levantador vs Líbero; $p = 0,013$; $d = 0,57$ / TE pequeno); (Levantador vs Oposto; $p = 0,001$; $d = 0,72$ / TE moderado); (Levantador

vs Central; $p = 0,011$; $d = 0,50$ / TE pequeno); (Levantador vs Ponteiro; $p = 0,005$; $d = 0,53$ / TE pequeno). Em relação ao “total de acelerações + desacelerações” realizadas, as posições de “preparação” (levantador e líbero) realizaram um maior número de ações comparados aos atacantes: (Levantador vs Oposto; $p = 0,001$; $d = 0,90$ / TE moderado); (Líbero vs Oposto; $p = 0,017$; $d = 0,55$ / TE pequeno); (Levantador vs Central; $p = 0,001$; $d = 0,86$ / TE moderado); (Líbero vs Central; $p = 0,008$; $d = 0,51$ / TE pequeno); (Levantador vs Ponteiro; $p = 0,001$; $d = 0,88$ / TE moderado) e (Líbero vs Ponteiro; $p = 0,004$; $d = 0,54$ / TE pequeno).

Em relação ao efeito da “posição” para as variáveis de carga interna, foi observado que o Líbero apresentou maior valor de carga para a variável subjetiva “Carga de Trabalho – PSE da sessão”, com diferença significativa para todas as posições (exceto Oposto - segundo maior valor de carga) (**posição**): (Líbero vs Levantador; $p = 0,010$; $d = 0,58$ / TE pequeno); (Líbero vs Central; $p = 0,001$; $d = 0,73$ / TE moderado); (Líbero vs Ponteiro; $p = 0,006$; $d = 0,52$ / TE pequeno); (Oposto vs Central; $p = 0,017$; $d = 0,47$ / TE pequeno). Padrão inverso foi observado para a variável objetiva “TRIMP Edwards”, com o Líbero apresentando valor médio significativamente menor que todas as demais posições: (Líbero vs Levantador; $p = 0,001$; $d = 0,69$ / TE moderado); (Líbero vs Oposto; $p = 0,001$; $d = 1,00$ / TE moderado); (Líbero vs Central; $p = 0,001$; $d = 0,91$ / TE moderado); (Líbero vs Ponteiro; $p = 0,001$; $d = 0,94$ / TE moderado). Para a variável objetiva “*Training Load Polar*”, Levantador e Líbero apresentaram os menores valores de carga de trabalho, com diferença significativa dos valores apresentados por essas posições em relação a todas as outras, por exemplo: (Líbero vs Levantador; $p = 0,005$; $d = 0,63$ / TE moderado) e (Líbero vs Oposto; $p = 0,001$; $d = 1,55$ / TE grande). Entre os atacantes, a posição de Central não diferiu das demais, entretanto a posição de Oposto e Ponteiro apresentaram diferença significativa entre si: (Oposto vs Ponteiro; $p = 0,002$; $d = 0,56$ / TE pequeno).

Todas as variáveis de carga de trabalho apresentadas na tabela 6 tiveram a maior demanda na situação de jogo em comparação com as sessões de treinamento tático: Distância total (Treino vs Jogo; $p = 0,001$; $d = 1,24$ / TE grande; $\Delta\% = 41$); Total de acelerações + desacelerações (Treino vs Jogo; $p = 0,001$; $d = 1,91$ / TE grande; $\Delta\% = 54$); Carga de Trabalho – PSE da sessão (Treino vs Jogo; $p = 0,001$; $d = 1,98$ / TE grande; $\Delta\% = 134$); Trimp Edwards (Treino vs Jogo; $p = 0,001$; $d = 1,96$ / TE grande; $\Delta\% = 102$); *Training Load Polar* (Treino vs Jogo; $p = 0,001$; $d = 1,85$ / TE

grande; $\Delta\% = 105$); Calorias (Treino vs Jogo; $p = 0,001$; $d = 2,26$ / TE muito grande; $\Delta\% = 90$) e Tempo de recuperação (Treino vs Jogo; $p = 0,001$; $d = 1,48$ / TE grande; $\Delta\% = 172$).

Foram encontrados os seguintes efeitos de interação para a variável “Calorias” (**posição**): (Líbero vs Levantador; $p = 0,001$; $d = 0,78$ / TE moderado); (Líbero vs Oposto; $p = 0,001$; $d = 1,52$ / TE grande); (Líbero vs Central; $p = 0,001$; $d = 1,22$ / TE grande); (Líbero vs Ponteiro; $p = 0,001$; $d = 1,02$ / TE moderado); (Levantador vs Oposto; $p = 0,001$; $d = 0,75$ / TE moderado); (Levantador vs Central; $p = 0,034$; $d = 0,45$ / TE pequeno) e (Oposto vs Ponteiro; $p = 0,015$; $d = 0,48$ / TE pequeno). Em relação ao “Tempo de recuperação” foram observadas as seguintes interações significativas (**posição**): (Líbero vs Levantador; $p = 0,004$; $d = 0,63$ / TE moderado); (Líbero vs Oposto; $p = 0,001$; $d = 1,10$ / TE moderado); (Líbero vs Central; $p = 0,001$; $d = 0,66$ / TE moderado); (Líbero vs Ponteiro; $p = 0,001$; $d = 0,82$ / TE moderado); (Levantador vs Oposto; $p = 0,038$; $d = 0,51$ / TE pequeno); (Opo vs Central; $p = 0,035$; $d = 0,44$ / TE pequeno).

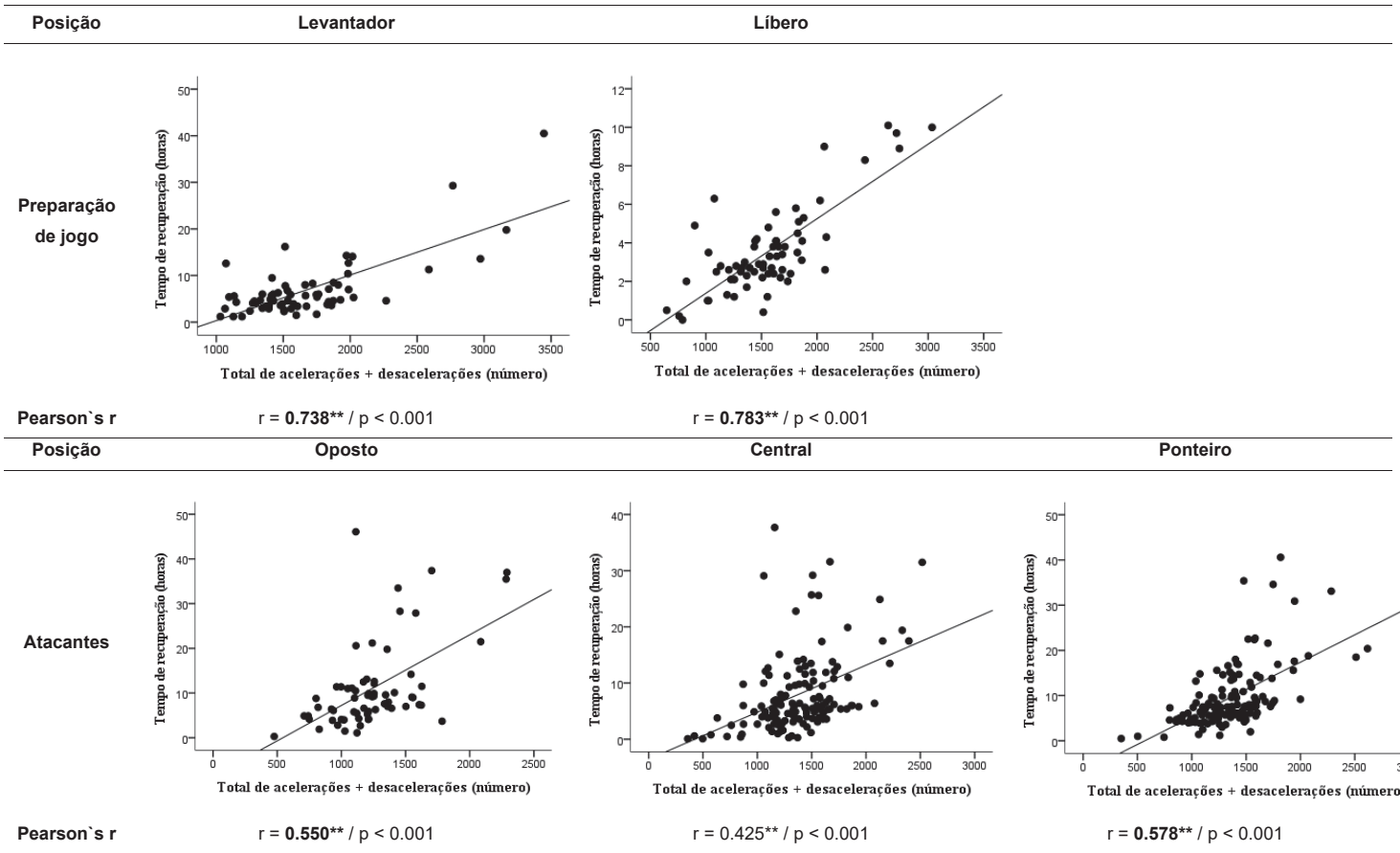
Tabela 6. Demandas de Carga de Trabalho (carga externa e carga interna) nos treinos táticos, jogos e posições de atuação no voleibol.

Variável	Tipo de Sessão	Posição de Jogo					Total	Efeitos principais e Efeito de Interação		
		Levantador	Líbero	Oposto	Central	Ponteiro		Efeito Posição de Jogo	Efeito Sessão	Interação Posição*Sessão
Distância Total (metros)	Treino	3713 ± 1144	2953 ± 1144	2777 ± 1150	3355 ± 1149	3321 ± 1157	3224 ± 1220	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Jogo	5413 ± 872	4515 ± 873	4236 ± 869	4312 ± 868	4227 ± 857	4541 ± 912			
	Total	4563 ± 1455	3734 ± 1459	3506 ± 1481	3834 ± 1484	3774 ± 1513				
Total de Acelerações + Desacelerações	Treino	1538 ± 402	1453 ± 402	1168 ± 404	1321 ± 403	1305 ± 406	1357 ± 428	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Jogo	2537 ± 322	2253 ± 322	1960 ± 321	1851 ± 321	1829 ± 317	2086 ± 337			
	Total	2037 ± 522	1853 ± 523	1564 ± 531	1586 ± 532	1567 ± 544				
Carga de Trabalho (PSE da sessão) (U.A)	Treino	331 ± 301	486 ± 301	395 ± 302	425 ± 302	465 ± 304	420 ± 321	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Jogo	944 ± 234	1240 ± 234	1135 ± 233	734 ± 233	850 ± 230	981 ± 245			
	Total	637 ± 386	863 ± 387	765 ± 393	580 ± 393	658 ± 402				
TRIMP Edwards (U.A)	Treino	137 ± 84	86 ± 84	181 ± 84	153 ± 84	175 ± 85	146 ± 89	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Jogo	299 ± 60	206 ± 60	322 ± 60	331 ± 60	317 ± 59	295 ± 63			
	Total	218 ± 104	146 ± 104	251 ± 106	242 ± 106	246 ± 108				
Training Load Polar (U.A)	Treino	76 ± 59	46 ± 59	129 ± 60	103 ± 59	110 ± 60	93 ± 63	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Jogo	172 ± 42	111 ± 42	258 ± 41	225 ± 41	192 ± 41	191 ± 43			
	Total	124 ± 73	79 ± 73	193 ± 74	164 ± 74	151 ± 75				
Calorias (kcal)	Treino	822 ± 389	561 ± 389	1095 ± 392	977 ± 391	1000 ± 394	891 ± 415	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Jogo	1626 ± 279	1129 ± 280	2081 ± 278	1907 ± 278	1701 ± 274	1689 ± 292			
	Total	1224 ± 483	845 ± 485	1588 ± 492	1442 ± 493	1350 ± 501				
Tempo de Recuperação (horas)	Treino	5,0 ± 7,9	2,9 ± 7,9	9,4 ± 8,0	6,7 ± 8,0	8,4 ± 8,0	6,5 ± 8,5	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
	Jogo	18,5 ± 6,0	7,9 ± 6,0	24,7 ± 6,8	17,8 ± 6,5	19,4 ± 6,1	17,7 ± 6,6			
	Total	11,7 ± 10,0	5,4 ± 10,1	17,1 ± 11,1	12,3 ± 10,9	13,9 ± 10,7				

Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Os resultados de correlação nos gráficos de dispersão a seguir (**Figura 20**), demonstram forte relação entre o número total de acelerações + desacelerações (variável criada pelo autor representada pela soma do nº total de acelerações e desacelerações) que o atleta de voleibol realiza e o impacto que essas ações representam no tempo de recuperação pós sessão de treinamento ou jogo. As correlações se mostraram mais fortes para as posições de preparação, Levantadores e Líberos ($r > 0.70$; classificadas de acordo com *Hopkins et al.* como “muito forte”) em comparação com os atacantes. Para os atacantes, a posição de Central (r entre 0.30 – 0.50 classificadas como “moderada”) apresentou uma correlação mais fraca em relação aos Ponteiros e Oposto (r entre 0.50 – 0.70; classificadas como “forte”).

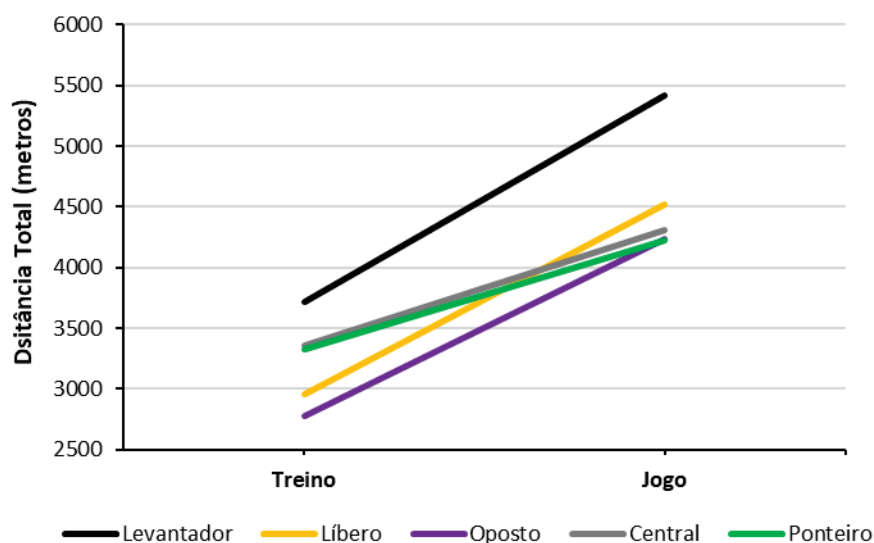
Figura 20. Correlação entre Tempo de Recuperação e Total de acelerações + desacelerações por posição de jogo.



Fonte: elaborada pelo autor (2021).

A seguir, são apresentados a descrição dos resultados e respectivos gráficos de interação posição*sessão para as variáveis da tabela 6. Em relação à distância total (**Figura 21**), todas as posições apresentaram efeito significativo para a situação de treino vs jogo (**treino*jogo/posição**): (Levantador: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.69$ / TE grande; $\Delta\% = 46$); (Líbero: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.55$ / TE grande; $\Delta\% = 53$); (Oposto: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.45$ / TE grande; $\Delta\% = 53$); (Central: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 0.95$ / TE moderado; $\Delta\% = 28$) e (Ponteiro: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 0.90$ / TE moderado; $\Delta\% = 27$). De forma geral, os resultados demonstraram que a demanda de distância percorrida para todas as posições foi superior na situação de jogo. Entretanto, essa diferença foi menos impactante para as posições de Central e Ponteiro. Na análise entre as posições para cada tipo de sessão separadamente (treino e jogo), foram encontrados efeitos de interações significativos para a distância total nas sessões de treino ($p < 0,001$) e jogo ($p = 0,012$). Foram observados efeitos significativos de interação posição*sessão para as seguintes posições na situação de treino (**posições*treino**): (Levantador vs Líbero; $p = 0.006$; $d = 0.66$ / TE moderado); (Levantador vs Oposto; $p = 0.001$; $d = 0.82$ / TE moderado); (Oposto vs Central; $p = 0.021$; $d = 0.50$ / TE pequeno) e (Oposto vs Ponteiro; $p = 0.038$; $d = 0.47$ / TE pequeno). Já na situação de jogo, observa-se no gráfico uma aproximação maior entre as distâncias percorridas pelas posições, com exceção do Levantador que apresenta métrica significativamente superior em relação a todas as posições de atacantes (**posições*jogo**): (Levantador vs Oposto; $p = 0.043$; $d = 1.35$ / TE grande); (Levantador vs Central; $p = 0.021$; $d = 1.27$ / TE grande) e (Levantador vs Ponteiro; $p = 0.011$; $d = 1.37$ / TE grande).

Figura 21. Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: distância total.

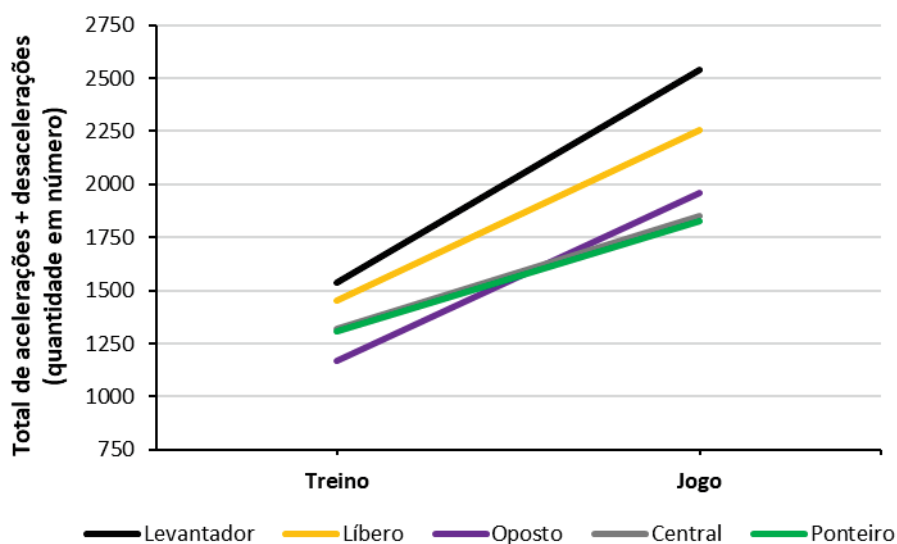


Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Para a variável “Total de acelerações + desacelerações” (**Figura 22**), foram observados efeitos de interação significativos para o tipo de sessão em todas as posições (**treino*jogo/posição**): (Levantador: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.76$ / TE muito grande; $\Delta\% = 65$); (Líbero: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.21$ / TE muito grande; $\Delta\% = 55$); (Oposto: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.18$ / TE muito grande; $\Delta\% = 68$); (Central: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.46$ / TE grande; $\Delta\% = 40$) e (Ponteiro: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.45$ / TE grande; $\Delta\% = 40$). A sobreposição da linha do “Central” e “Ponteiro” demonstra valores extremamente semelhantes para a variável analisada. De forma geral, os resultados demonstram que a demanda de ações de acelerações e desacelerações impostas aos atletas foram superiores para todas as posições na situação de jogo. Na análise entre as posições para cada tipo de sessão separadamente (treino e jogo), foram encontrados efeitos de interações significativos para a distância total nas sessões de treino ($p < 0,001$) e jogo ($p < 0,001$). Foram observadas diferenças significativas entre a posição de Levantador e os atacantes na situação de treino para o “Total de acelerações + desacelerações” (**posições*treino**): (Levantador vs Oposto; $p = 0.001$; $d = 0.92$ / TE moderado); (Levantador vs Central; $p = 0.012$; $d = 0.54$ / TE pequeno) e (Levantador vs Ponteiro; $p = 0.006$; $d = 0.58$ / TE pequeno). Os atacantes não diferiram entre si para a mesma variável na situação de treino. Na análise do “Total de acelerações + desacelerações” em situação de jogo, observamos que “Levantador” e “Líbero” apresentaram maior quantidade de ações que os atacantes, que ficaram agrupados

em uma escala inferior. Foi observado as seguintes diferenças significativas para a situação de jogo entre as posições (**posições*jogo**): (Levantador vs Oposto; $p = 0.002$; $d = 1.79$ / TE grande); (Levantador vs Central; $p = 0.001$; $d = 2.13$ / TE muito grande) e (Levantador vs Ponteiro; $p = 0.001$; $d = 2.22$ / TE muito grande); (Líbero vs Central; $p = 0.023$; $d = 1.25$ / TE grande) e (Líbero vs Ponteiro; $p = 0.016$; $d = 1.33$ / TE grande).

Figura 22. Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: total de acelerações + desacelerações.

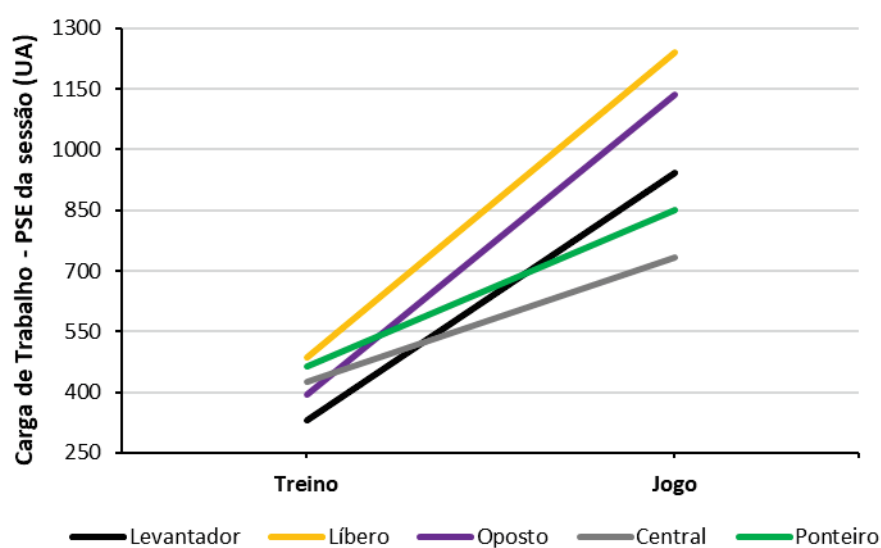


Fonte: elaborada pelo autor (2021).

A carga de trabalho - PSE da sessão (**Figura 23**) apresentou efeitos significativos de interação para o tipo de sessão em todas as 5 posições (**treino*jogo/posição**): (Levantador: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.29$ / TE muito grande; $\Delta\% = 185$); (Líbero: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.82$ / TE muito grande; $\Delta\% = 155$); (Central: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.16$ / TE moderado; $\Delta\% = 72$); (Ponteiro: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.44$ / TE grande; $\Delta\% = 83$) e (Oposto: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.77$ / TE muito grande; $\Delta\% = 187$). Os resultados e a visualização do gráfico abaixo demonstram claramente que a carga de trabalho imposta aos atletas de todas as posições medida através do método PSE da sessão foi muito superior na situação de jogo. Não foram observadas diferenças significativas na “Carga de trabalho – PSE da sessão” entre as posições para a situação de treino (**posições*treino**). Por outro lado, foram encontrados efeitos de

interação significativos entre a posição de Líbero vs atacantes e também entre os atacantes na situação de jogo (**posições*jogo**): (Líbero vs Central; $p = 0.001$; $d = 2.17$ / TE muito grande) e (Líbero vs Ponteiro; $p = 0.001$; $d = 1.68$ / TE grande); (Oposto vs Central; $p = 0.001$; $d = 1.72$ / TE grande) e (Oposto vs Ponteiro; $p = 0.034$; $d = 1.23$ / TE grande).

Figura 23. Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: carga de trabalho PSE da sessão.

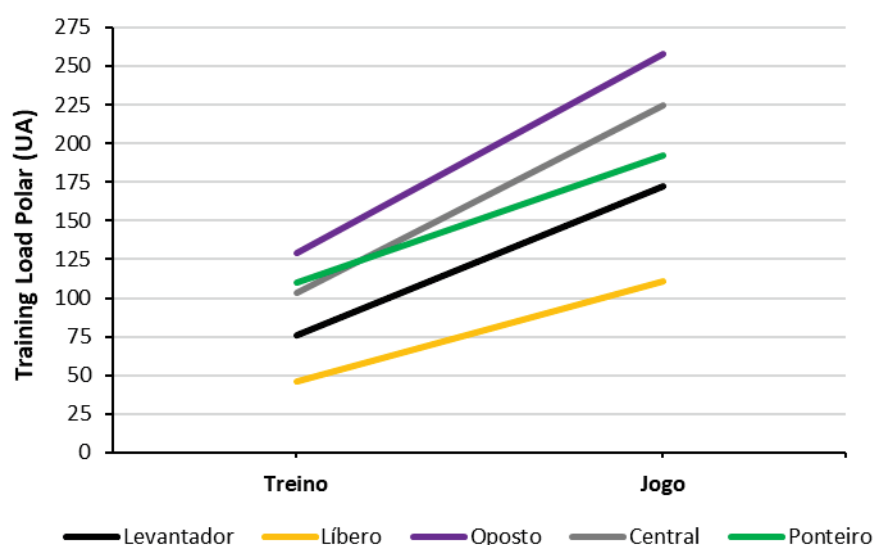


Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Na análise da variável de carga de trabalho “*Training Load Polar*” (**Figura 24**) foram observados efeitos significativos de interação para o tipo de sessão em todas as 5 posições (**treino*jogo/posição**): (Levantador: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.90$ / TE grande; $\Delta\% = 126$); (Líbero: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.29$ / TE grande; $\Delta\% = 141$); (Oposto: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.55$ / TE muito grande; $\Delta\% = 100$); (Central: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.44$ / TE muito grande; $\Delta\% = 118$); (Ponteiro: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.62$ / TE grande; $\Delta\% = 75$). Os resultados demonstraram que a carga de trabalho imposta às posições medida através da variável “*Training Load Polar*” foi superior na situação de jogo. Na análise entre as posições para cada tipo de sessão separadamente (treino e jogo), foram encontrados efeitos de interações significativos para a variável “*Training Load Polar*” nas sessões de treino ($p < 0,001$) e jogo ($p < 0,001$). Em relação à situação de treino, foi observado que as posições de Levantador e Líbero apresentaram

diferenças significativas para os atacantes (**posições*treino**): (Levantador vs Oposto; $p = 0.001$; $d = 0.89$ / TE moderado); (Levantador vs Central; $p = 0.047$; $d = 0.46$ / TE pequeno); (Levantador vs Ponteiro; $p = 0.006$; $d = 0.57$ / TE pequeno); (Líbero vs Oposto; $p = 0.001$; $d = 1.39$ / TE grande); (Líbero vs Central; $p = 0.001$; $d = 0.97$ / TE moderado); (Líbero vs Ponteiro; $p = 0.001$; $d = 1.08$ / TE moderado). Os atacantes não apresentaram diferença significativa entre si na situação de treino para a variável “*Training Load Polar*”. Na situação de jogo, entretanto, várias interações significativas foram encontradas. A posição de Líbero e Oposto apresentaram valores extremos de carga de trabalho no jogo, significativamente diferentes de todas as demais posições (com exceção para a interação “Oposto vs Central” / sem diferença significativa) (**posições*jogo**): (Líbero vs Levantador; $p = 0.021$; $d = 0.89$ / TE moderado); (Líbero vs Oposto; $p = 0.001$; $d = 0.89$ / TE moderado); (Líbero vs Central; $p < 0.001$; $d = 0.46$ / TE pequeno); (Líbero vs Ponteiro; $p < 0.001$; $d = 0.57$ / TE pequeno); (Oposto vs Levantador; $p = 0.001$; $d = 0.89$ / TE moderado) e (Oposto vs Ponteiro; $p = 0.002$; $d = 0.89$ / TE moderado). Mesmo com os atacantes apresentando menores valores de distância total percorrida e ações totais de acelerações e desacelerações nos jogos (**Figura 21 e 22**), os jogadores das posições de ataque apresentaram maiores valores de carga de trabalho fisiológica em comparação as posições de preparação.

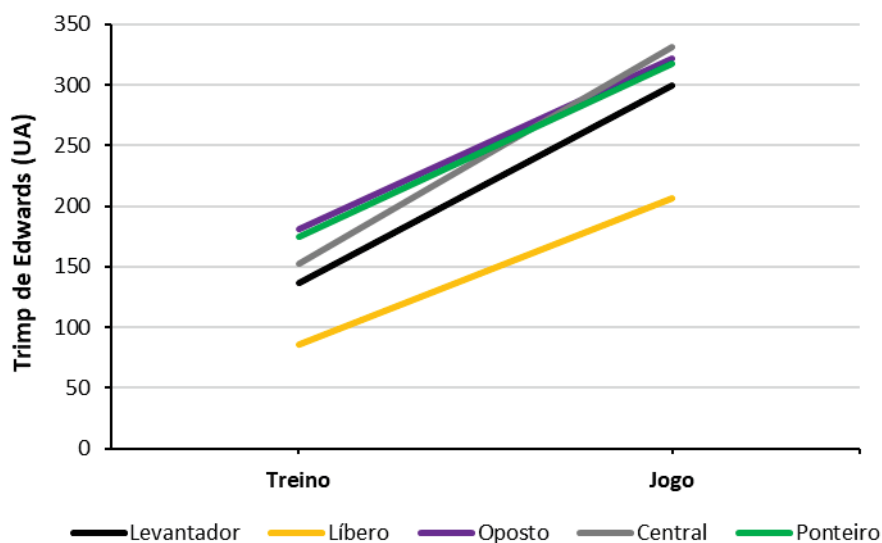
Figura 24. Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: *Training load polar*.



Fonte: elaborada pelo autor (2021).

A análise dos resultados da carga de trabalho através da variável “TRIMP Edwards” (**Figura 25**), apresentou efeitos significativos de interação para o tipo de sessão em todas as 5 posições (**treino*jogo/posição**): (Levantador: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.25$ / TE muito grande; $\Delta\% = 118$); (Líbero: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.67$ / TE grande; $\Delta\% = 140$); (Oposto: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.96$ / TE grande; $\Delta\% = 78$); (Central: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.47$ / TE muito grande; $\Delta\% = 116$); (Ponteiro: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.97$ / TE grande; $\Delta\% = 81$). Os resultados demonstraram que a carga de trabalho imposta as posições medida através do método *TRIMP Edwards* foi muito superior na situação de jogo. Na análise entre as posições para cada tipo de sessão separadamente (treino e jogo), foram encontrados efeitos de interações significativos para a variável “*TRIMP Edwards*” nas sessões de treino ($p < 0,001$) e jogo ($p < 0,001$). Em relação a situação de treino, a posição de Líbero apresentou diferença significativa para todas as posições (**posições*treino**): (Líbero vs Levantador; $p = 0.015$; $d = 0.61$ / TE moderado); (Líbero vs Oposto; $p = 0.001$; $d = 1.13$ / TE moderado); (Líbero vs Central; $p = 0.001$; $d = 0.94$ / TE moderado); (Líbero vs Ponteiro; $p = 0.001$; $d = 1.05$ / TE moderado). Atacantes e Levantador não apresentaram diferenças significativas entre si nas sessões de treino. Na análise da carga de trabalho do jogo, foi encontrado o mesmo padrão observado nas sessões de treino, com a posição do Líbero se diferenciando significativamente das demais posições com o menor valor para a variável “TRIMP Edwards” (**posições*jogo**): (Líbero vs Levantador; $p = 0.015$; $d = 1.55$ / TE grande); (Líbero vs Oposto; $p = 0.001$; $d = 1.93$ / TE grande); (Líbero vs Central; $p = 0.001$; $d = 2.08$ / TE muito grande); (Líbero vs Ponteiro; $p = 0.001$; $d = 1.87$ / TE grande). Apesar do padrão semelhante para as situações de treino e jogo, observou-se pelo tamanho do efeito (TE) que a diferença foi ainda maior entre o Líbero e demais posições na demanda do jogo.

Figura 25. Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: *TRIMP Edwards*.

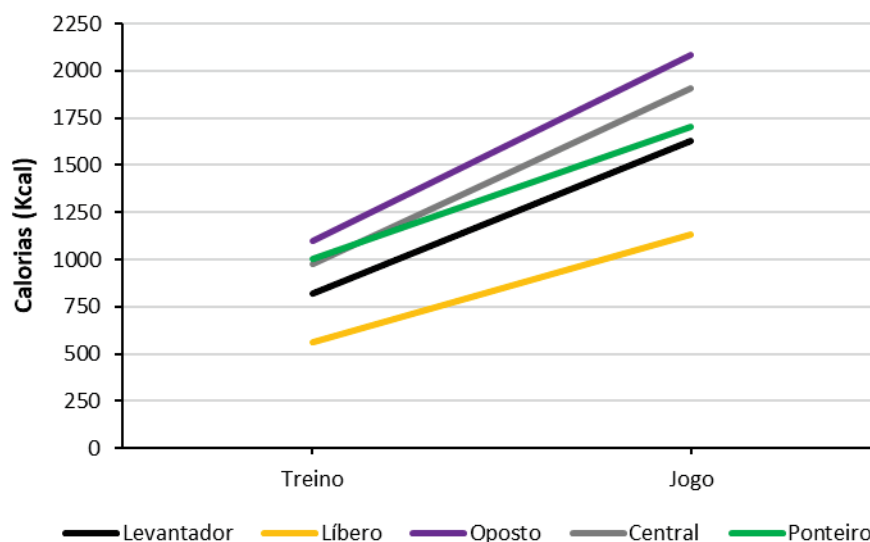


Fonte: elaborada pelo autor (2021).

A análise dos resultados da variável “Calorias” (**Figura 26**), apresentou efeitos significativos de interação para o tipo de sessão em todas as 5 posições (**treino*jogo/posição**): (Levantador: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.41$ / TE muito grande; $\Delta\% = 98$); (Líbero: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.70$ / TE grande; $\Delta\% = 101$); (Oposto: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.94$ / TE muito grande; $\Delta\% = 90$); (Central: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.78$ / TE muito grande; $\Delta\% = 95$); (Ponteiro: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.10$ / TE muito grande; $\Delta\% = 70$). Os resultados demonstraram que o gasto calórico imposto as posições foi muito superior na situação de jogo. Na análise entre as posições para cada tipo de sessão separadamente (treino e jogo), foram encontrados efeitos de interações significativos para a variável “Calorias” nas sessões de treino ($p < 0,001$) e jogo ($p < 0,001$). Em relação a situação de treino, foram observadas as seguintes interações referentes ao gasto calórico (**posições*treino**): (Líbero vs Levantador; $p = 0.006$; $d = 0.67$ / TE moderado); (Líbero vs Oposto; $p = 0.001$; $d = 1.37$ / TE grande); (Líbero vs Central; $p = 0.001$; $d = 1.07$ / TE moderado); (Líbero vs Ponteiro; $p = 0.001$; $d = 1.12$ / TE moderado) e (Levantador vs Oposto; $p = 0.003$; $d = 0.70$ / TE moderado). Na situação de jogo, padrão semelhante ao treino foi encontrado para a variável “Calorias” (**posições*jogo**): (Líbero vs Levantador; $p = 0.002$; $d = 1.78$ / TE grande); (Líbero vs Oposto; $p = 0.001$; $d = 3.41$ / TE muito grande); (Líbero vs Central; $p =$

0.001; $d = 2.79$ / TE muito grande); (Líbero vs Ponteiro; $p = 0.001$; $d = 2.06$ / TE muito grande); (Levantador vs Oposto; $p = 0.006$; $d = 1.63$ / TE grande) e (Oposto vs Ponteiro; $p = 0.011$; $d = 1.38$ / TE grande).

Figura 26. Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: Calorias.

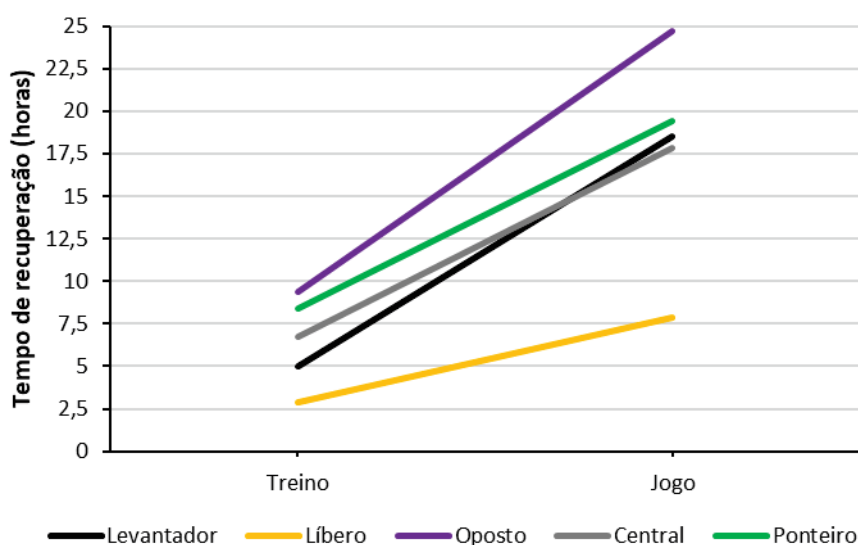


Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Por fim, a análise dos resultados da variável “Tempo de recuperação” (**Figura 27**), apresentou efeitos significativos de interação para o tipo de sessão em todas as 5 posições (**treino*jogo/posição**): (Levantador: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.94$ / TE grande; $\Delta\% = 270$); (Líbero: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 0.72$ / TE moderado; $\Delta\% = 172$); (Oposto: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 2.07$ / TE muito grande; $\Delta\% = 163$); (Central: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.53$ / TE grande; $\Delta\% = 166$); (Ponteiro: Treino vs Jogo; $p = 0.001$; $d = 1.56$ / TE grande; $\Delta\% = 131$). Os resultados demonstraram que o tempo de recuperação necessário pós jogo foi muito superior para todas as posições comparadas as sessões de treino. Na análise entre as posições para cada tipo de sessão separadamente (treino e jogo), foram encontrados efeitos de interações significativos para a variável “Tempo de recuperação” nas sessões de treino ($p < 0,001$) e jogo ($p < 0,001$). Em relação a situação de treino, foram observadas as seguintes interações referentes ao tempo de recuperação em horas (**posições*treino**): (Líbero vs Oposto; $p = 0.001$; $d = 0.82$ / TE moderado); (Líbero vs Central; $p = 0.001$; $d = 0.48$ / TE pequeno); (Líbero vs Ponteiro; $p = 0.001$; $d = 0.69$ / TE moderado) e (Levantador vs Oposto; $p = 0.003$; d

= 0.55 / TE pequeno). Na situação de jogo, por fim, foi observado diferença significativa para o tempo de recuperação do Líbero comparado a todas as demais posições (**posições*jogo**): (Líbero vs Levantador; $p = 0.002$; $d = 1.77$ / TE grande); (Líbero vs Oposto; $p = 0.001$; $d = 2.63$ / TE muito grande); (Líbero vs Central; $p = 0.001$; $d = 1.58$ / TE muito grande) e (Líbero vs Ponteiro; $p = 0.001$; $d = 1.90$ / TE grande).

Figura 27. Efeito de interação das posições vs tipo de sessão: Tempo de recuperação.



Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Correlações entre variáveis de carga externa e carga interna de trabalho no voleibol

A seguir, apresentamos uma sequência de três tabelas de correlações entre as variáveis de deslocamento / carga externa (Distância total e Total de acelerações + desacelerações) e variáveis de carga de trabalho / carga interna (Carga de trabalho – PSE da sessão, *Training Load Polar* e *Trimp Edwards*) com o objetivo de identificar possíveis relações lineares entre os deslocamentos realizados em quadra e a resposta psicofisiológica dos atletas de voleibol.

Os resultados na tabela 7 a seguir, representam a forma mais generalizada de análise com os dados agrupados em um único escore em relação a situação de treino e jogo e diferentes posições dos atletas. Foi observado que as variáveis de

carga interna apresentaram correlações significativas e classificadas em sua maioria como “forte” (r entre 0.5 a 0.7 / Hopkins et al.) com as variáveis de carga externa. Os valores extremamente altos de correlação entre a Distância total vs Total de acelerações + desacelerações, assim como *Training Load Polar* vs Trimp de *Edwards*, demonstram que essas são variáveis equivalentes em reproduzir o mesmo fenômeno.

Tabela 7. Coeficiente de correlação (r) entre variáveis de deslocamento e carga de trabalho.

		Distância Total (metros)	Total de acelerações + desacelerações (número)	Carga de Trabalho – PSE da sessão (UA)	TRIMP Edwards (UA)
Total de acelerações + desacelerações (número)	Pearson`s r	0.872**	--		
	p valor	<0.001	--		
Carga de Trabalho PSE da sessão (UA)	Pearson`s r	0.410**	0.535**	--	
	p valor	<0.001	<0.001	--	
TRIMP Edwards (UA)	Pearson`s r	0.633**	0.581**	0.496**	--
	p valor	<0.001	<0.001	<0.001	--
Training Load Polar (UA)	Pearson`s r	0.538**	0.467**	0.469**	0.948**
	p valor	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

O valor R com correlação forte está em negrito; ** correlação é significativa no nível de $p < 0.01$; UA, unidades arbitrárias.

Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Observa-se na tabela 8 abaixo que os valores de correlação entre as variáveis de carga interna e externa se mostraram mais elevados na análise das variáveis em situação de jogo.

Tabela 8. Coeficientes de correlação (r) entre variáveis de deslocamento e carga de trabalho em situação de treino e jogo.

			Distância Total (metros)	Total de acelerações + desacelerações (número)	Carga de Trabalho – PSE da sessão (UA)	TRIMP Edwards (UA)
Total de acelerações + desacelerações (número)	Treino	Pearson`s r	0.825**	--		
		p valor	<0.001	--		
	Jogo	Pearson`s r	0.956**	--		
		p valor	<0.001	--		
Carga de Trabalho PSE da sessão (UA)	Treino	Pearson`s r	0.113*	0.162**	--	
		p valor	0.023	<0.001	--	
	Jogo	Pearson`s r	0.589**	0.637**	--	
		p valor	<0.001	<0.001	--	
TRIMP Edwards (UA)	Treino	Pearson`s r	0.526**	0.359**	0.180**	--
		p valor	<0.001	<0.001	<0.001	--
	Jogo	Pearson`s r	0.589**	0.442**	0.394**	--
		p valor	<0.001	<0.001	<0.001	--
Training Load Polar (UA)	Treino	Pearson`s r	0.412**	0.220**	0.185**	0.946**
		p valor	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Jogo	Pearson`s r	0.447**	0.305**	0.367**	0.888**
		p valor	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

O valor R com correlação forte está em negrito; *correlação é significativa no nível de $p < 0.05$; ** correlação é significativa no nível de $p < 0.01$; UA, unidades arbitrárias.

Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Por fim, ao analisar a relação entre as variáveis com os dados agrupados de forma específica por posição (**Tabela 9**), identificamos os maiores valores de correlação. Com exceção do cruzamento entre Carga de Trabalho – PSE da sessão vs Distância Total, com valores moderados de correlações significativas, podemos generalizar que todas as demais análises entre medidas de carga externa e interna de trabalho apresentaram valores de correlação classificados entre “forte” e “muito forte” de acordo com a classificação de Hopkins *et al* 2009.

Tabela 9. Coeficientes de correlação (r) entre variáveis de deslocamento e carga de trabalho por posição.

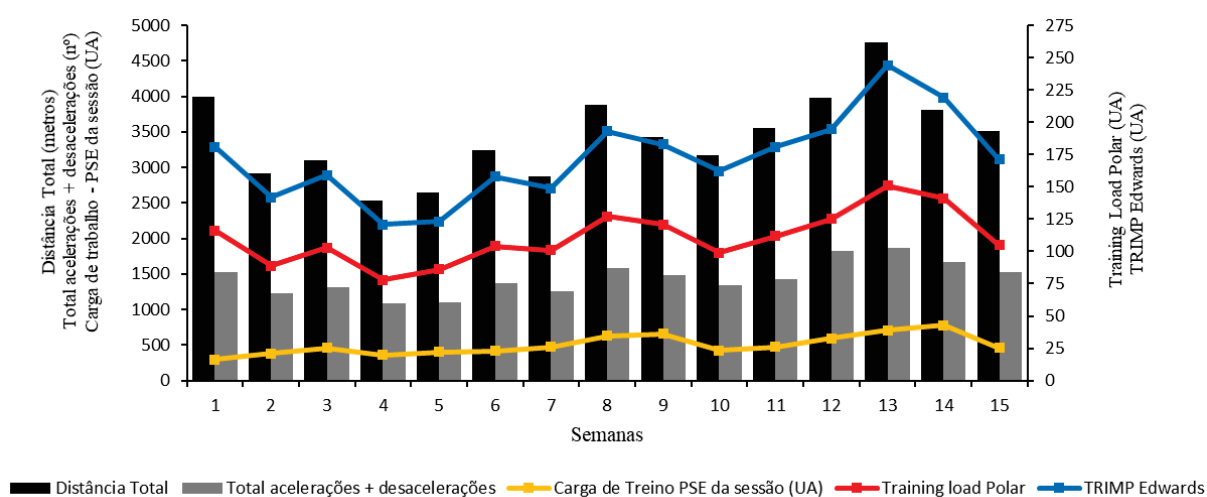
			Distância Total (metros)	Total de acelerações + desacelerações (número)	Carga de Trabalho PSE da sessão (UA)	TRIMP Edwards (UA)
Total de acelerações + desacelerações (número)	Lev	Pearson`s	0.909**	--		
		p valor	<0.001	--		
	Líb	Pearson`s	0.908**	--		
		p valor	<0.001	--		
	Cen	Pearson`s	0.891**	--		
		p valor	<0.001	--		
	Pon	Pearson`s	0.880**	--		
		p valor	<0.001	--		
Opo	Pearson`s	0.903**	--			
	p valor	<0.001	--			
Carga de Trabalho PSE da sessão (UA)	Lev	Pearson`s	0.675**	0.780**	--	
		p valor	<0.001	<0.001	--	
	Líb	Pearson`s	0.439**	0.595**	--	
		p valor	<0.001	<0.001	--	
	Cen	Pearson`s	0.418**	0.499**	--	
		p valor	<0.001	<0.001	--	
	Pon	Pearson`s	0.452**	0.516**	--	
		p valor	<0.001	<0.001	--	
Opo	Pearson`s	0.406**	0.546**	--		
	p valor	<0.001	<0.001	--		
TRIMP Edwards (UA)	Lev	Pearson`s	0.810**	0.830**	0.657**	--
		p valor	<0.001	<0.001	<0.001	--
	Líb	Pearson`s	0.868**	0.865**	0.564**	--
		p valor	<0.001	<0.001	<0.001	--
	Cen	Pearson`s	0.630**	0.689**	0.567**	--
		p valor	<0.001	<0.001	<0.001	--
	Pon	Pearson`s	0.725**	0.792**	0.633**	--
		p valor	<0.001	<0.001	<0.001	--
Opo	Pearson`s	0.724**	0.742**	0.559**	--	
	p valor	<0.001	<0.001	<0.001	--	
Training Load Polar (UA)	Lev	Pearson`s	0.776**	0.786**	0.646**	0.945**
		p valor	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Líb	Pearson`s	0.752**	0.689**	0.435**	0.898**
		p valor	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Cen	Pearson`s	0.580**	0.614**	0.566**	0.969**
		p valor	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Pon	Pearson`s	0.700**	0.792**	0.617**	0.980**
		p valor	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Opo	Pearson`s	0.761**	0.837**	0.671**	0.902**	
	p valor	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	

O valor R com correlação forte está em negrito; ** correlação é significativa no nível de $p < 0.01$; UA, unidades arbitrárias.

Fonte: elaborada pelo autor (2021).

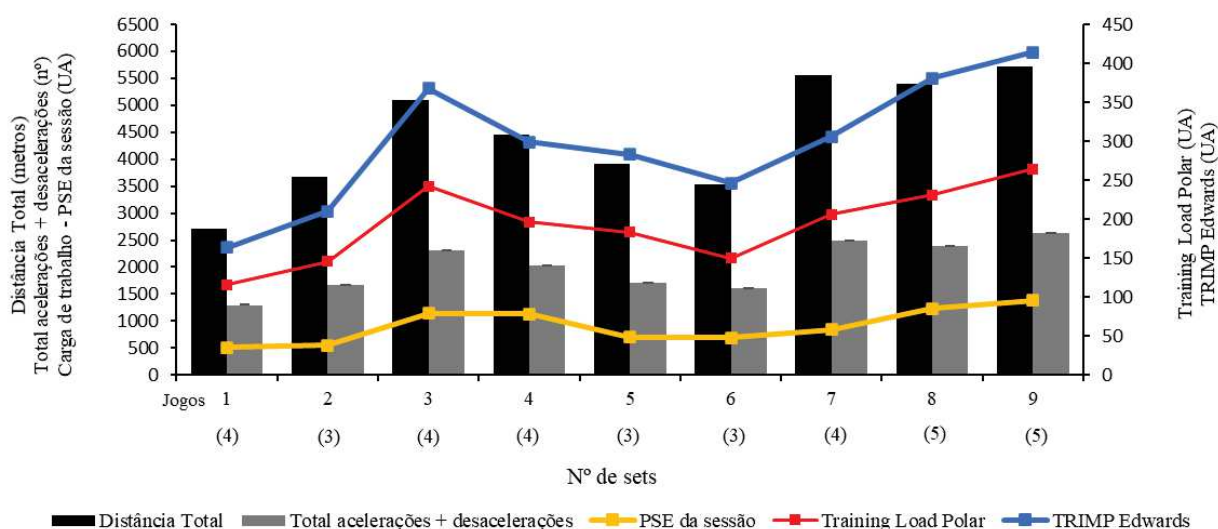
Os gráficos a seguir descrevem de forma clara a relação entre as variáveis apresentadas anteriormente pelas tabelas de correlação (**Tabelas 7, 8 e 9**) nas sessões de treinamento (**Figura 28**) e jogos (**Figura 29**). Quanto mais distância e ações de acelerações + desacelerações (representados pelas barras no gráfico abaixo) os atletas realizavam, mais altos eram os valores de carga interna apresentados (linhas).

Figura 28. Métricas de deslocamentos e carga de trabalho dos microciclos de treinamentos temporada 2019/2020.



Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Figura 29. Métricas de deslocamentos e carga de trabalho dos jogos temporada 2019/2020.



Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Quadro 13. Infográfico: resumo dos resultados (variáveis vs posições).

POSIÇÕES:	Levantador	Libero	Oposto	Central	Ponteiro
VARIÁVEIS					
1 Distância Total (metros)	4.563 média	3.734 média	3.506 média	3.834 média	3.774 média
	Distâncias percorridas equivalentes em treinos e jogos				
2 Total de acelerações + desacelerações (nº de repetições)	2.037 média ações	1.853 média ações	1.564 média ações	1.586 média ações	1.567 média ações
	Quantidade de ações equivalentes em treinos e jogos				
3 Zonas de Frequência Cardíaca (% da FC máxima)	Zona 2 vs atacantes (60 – 69 % FC máx)	Zonas 1 e 2 vs atac. (50 – 59 % FC máx)	Maior tempo de permanência zonas 4 e 5 vs posição preparação (80 – 89 % FC máx / 90 – 100 % FC máx)		
4 PSE da sessão (unidades arbitrárias)	Equivalente Ponteiro 0.78	Valor 0.60	Valor 0.55	Valor 0.50	Equivalente Levantador 0.52
5 TRIMP Edwards (unidades arbitrárias)	Valor 0.81 0.83	Valor 0.87 0.86	Valor 0.72 0.74	Valor 0.63 0.69	Valor 0.72 0.80
6 Training Load Polar (unidades arbitrárias)	Valor 0.78 0.79	Valor 0.75 0.69	Valor 0.76 0.84	Valor 0.58 0.61	Valor 0.70 0.80
7 Tempo de Recuperação (horas)	Valor 0.74	Tempo 0.78	Tempo 0.55	Valor 0.43	Valor 0.58

Obs: Valores médios envolvendo situação de treino e jogo para as variáveis 1 e 2; seta apontada p/ baixo = menor valor; seta apontada p/ cima + medalha de ouro = maior valor; três linhas empilhadas = sinal de equivalência; r = correlação de Pearson (carga externa vs interna).
Fonte: elaborado pelo autor (2021).

6.4 Relação da carga de trabalho e desempenho no jogo (DataVolley)

A tabela 10 abaixo, apresenta o resultado de correlação entre as variáveis de carga externa e carga interna analisadas durante todo o estudo e indicadores de desempenho técnico-tático durante os jogos oficiais realizados pela equipe. Os indicadores apresentados na tabela significam resumidamente as seguintes características da equipe: (side-out) o poder de definição do ponto da equipe após receber o saque adversário; (transição) o poder de definição da equipe em bolas de contra-ataque; (aproveitamento de pontos) o quanto de pontos que a equipe perde para a confirmação de um ponto. Os resultados mostraram haver uma relação inversa classificada como “muito forte” entre a distância total percorrida; o total de acelerações + desacelerações e a carga de trabalho fisiológica final que a equipe apresenta, com o poder de definição dos pontos no jogo (side-out).

Tabela 10. Coeficientes de correlação (r) entre variáveis de carga de trabalho e estatística de desempenho no jogo.

		Match Report Side Out	Match Report Transição	Match Report Aproveitamento de pontos
Distância Total (metros)	Pearson`s r	-0.764*	-0.254	0.554
	p valor	0.016	0.509	0.121
Total de acelerações + desacelerações (número)	Pearson`s r	-0.723*	-0.257	0.576
	p valor	0.028	0.505	0.104
Carga de Trabalho – PSE da sessão (UA)	Pearson`s r	-0.603	-0.341	0.659
	p valor	0.085	0.370	0.054
TRIMP Edwards (UA)	Pearson`s r	-0.783*	-0.292	0.566
	p valor	0.013	0.446	0.112
Training Load Polar (UA)	Pearson`s r	-0.779*	-0.265	0.605
	p valor	0.013	0.491	0.084
Tempo de Recuperação (horas)	Pearson`s r	-0.640	-0.334	0.607
	p valor	0.063	0.380	0.083

O valor R com correlação forte está em negrito; *correlação é significativa no nível de $p < 0.05$; UA = unidades arbitrárias.

Fonte: elaborada pelo autor (2021).

7 DISCUSSÃO

A investigação realizada no presente estudo demonstrou que as demandas de deslocamentos e carga de trabalho fisiológica imposta aos atletas de voleibol foram substancialmente maiores na situação de jogo comparada as sessões de treino tático. Os resultados demonstraram também, que as diferentes funções realizadas pelos atletas em cada posição de atuação acarretam diferentes demandas de deslocamentos e carga de trabalho fisiológica. Outro importante resultado do estudo, foi a identificação de uma variável com boa sensibilidade para utilização no controle da carga de trabalho no voleibol. A quantidade de acelerações e desacelerações (Total de acelerações + desacelerações) que o atleta de voleibol realiza em quadra, apresentou forte relação com a carga de trabalho fisiológica final apresentada. A investigação da relação das variáveis de carga interna e externa e o aproveitamento técnico-tático da equipe nos jogos, apresentou resultado interessante, demonstrando que quando a equipe realizava maiores distâncias de deslocamentos a mesma apresentava um percentual de aproveitamento menor na fase de side-out e conseqüentemente maior desgaste fisiológico final. Por outro lado, um maior percentual de aproveitamento no side-out implicava em menores distâncias percorridas nas partidas e menor desgaste fisiológico, indicando um melhor desempenho técnico-tático das ações do jogo que “poupavam” deslocamentos extras para a definição dos pontos.

Os resultados demonstraram que o monitoramento individualizado por posições de atuação, apresenta-se como uma estratégia mais adequada para a interpretação das respostas de carga de trabalho (carga externa e interna), uma vez que esses dados refletem as especificidades oriundas de cada função desempenhada pelos atletas. Para o voleibol de quadra profissional, os resultados aqui apresentados (métricas de deslocamentos alcançadas, quantitativo de ações físico-motoras, informações de demanda fisiológica de treinos e jogos para as diferentes posições de atuação, etc...) podem ser de grande valia na utilização prática desses parâmetros para comparação e direcionamento do processo de preparação das equipes pelos profissionais do esporte.

Até o momento, observa-se através das pesquisas realizadas nas principais plataformas de busca, que se trata do primeiro estudo a apresentar o perfil de demandas de deslocamentos de treinos e jogos por posição utilizando o dispositivo

Polar Team Pro Sytem (PTPS) no voleibol de quadra profissional. Como citado anteriormente ao longo do trabalho, é crescente o número de publicações utilizando o dispositivo PTPS em esportes coletivos *outdoors* como futebol de campo, futebol australiano, *rugby*, *rugby union*, *hockey* de campo (TAYLOR et al., 2017). Em relação aos esportes coletivos *indoors*, o basquete apresenta publicações recentes utilizando dispositivos de outras marcas, mas equivalentes ao *Polar Team Pro System* (TAYLOR et al., 2017). No handebol, o cenário é ainda mais escasso com poucas publicações encontradas (TAYLOR et al., 2017). Entretanto, observa-se um crescente número de publicações relacionadas a temática do presente estudo com a utilização do dispositivo PTPS no vôlei de praia profissional (BELLINGER et al., 2021; NUNES et al., 2020).

Reforçamos por fim, um ponto importante do presente estudo em relação a padronização das análises de dados entre as sessões de treino tático e jogo oficial. Como observado na tabela 1, diferença significativa entre os tempos de duração das sessões foi identificada. As sessões de jogos oficiais apresentaram uma média de 49 minutos a mais que as sessões de treino tático. Dois fatores contribuíram diretamente para essa diferença como mencionado anteriormente na sessão “Metodologia” e “Resultados”: (1) a amplitude de variação da duração de um jogo e (2) a etapa de aquecimento protocolar pré-jogo oficial da competição que a equipe participou. Em relação ao primeiro fator, além da interferência do número de sets jogados em uma partida, temos também o padrão de conquista dos pontos pelas equipes (margem diferencial pequena entre as pontuações das equipes) que podem gerar uma grande variação na duração dos jogos (BELLINGER et al., 2021; DEBIEN et al., 2018). O segundo fator, envolve o registro pelo dispositivo *Polar Team Pro System* (PTPS) da etapa de aquecimento pré-jogo. A única diferença entre o aquecimento realizado no momento pré-treino para o momento pré-jogo, se dá no acréscimo do aquecimento de ataque de rede e saque após o aquecimento geral realizado com movimentações físico motoras específicas. Essa parte adicional através do protocolo da Confederação Brasileira de Vôlei (CBV), apresenta um período de duração de 18 minutos (4 min: cerimônia de apresentação da arbitragem + hino nacional / 14 min: ataque de rede e saque + apresentação da equipe titular).

O fato de o aquecimento pré-jogo em sua totalidade fazer parte do protocolo oficial do jogo (em todas as competições oficiais da FIVB e federações vinculadas no mundo), somado ao fato da grande importância que comissão técnica e atletas dão

ao processo de preparação psicofisiológica para a atuação na partida, além dos benefícios comprovados para o desempenho em esportes com característica de esforços explosivos (MCGOWAN et al., 2015; SILVA et al., 2018), achamos de extrema importância considerar esse momento como pertencente ao jogo para as análises de comparação com o treino.

7.1 Demanda de deslocamentos

A análise cinemática (estudo do movimento) de uma modalidade esportiva é de grande importância no processo de preparação dos atletas para o jogo (TAYLOR et al., 2017). Conhecer a demanda das diferentes habilidades envolvidas em uma modalidade esportiva atende objetivos específicos para treinadores e pesquisadores: preparação da equipe, gerenciamento da equipe durante os jogos; avaliação do jogo; avaliação do treino, ajuda na tomada de decisões, e para obter valores de referência e/ou padrões do esporte investigado (PALAO et al., 2018; TAYLOR et al., 2017). A falta de pesquisas relacionadas as demandas de deslocamentos no voleibol, principalmente no vôlei de quadra, é citada em importante revisão sistemática da literatura sobre demandas de movimentos multidirecionais em esportes coletivos recentemente (TAYLOR et al., 2017). No presente estudo, foram observadas diferenças significativas para as variáveis de deslocamentos (distância total percorrida, número de acelerações, distâncias percorridas em diferentes zonas de velocidade, zonas de velocidade de aceleração) realizadas nas sessões de treino táticos e jogos oficiais. A demanda imposta aos atletas na situação de jogo demonstrou ser muito superior comparada aos treinos.

Uma importante informação trazida pelo presente estudo, foi a observação de diferentes padrões de deslocamentos entre os atletas que compõem as 5 posições de atuação no voleibol. Foram identificadas diferenças marcantes na distância total percorrida entre a posição de levantador e atacantes (TE grande), principalmente na situação de jogo. A posição de “Levantador” percorria em média uma distância 20,0% maior que o “Oposto” (Lev. = 5.413 vs Opo. = 4.236 metros); 25,5% maior que o “Central” (Lev. = 5.413 vs Cen. = 4.312 metros) e 28,0% maior que o “Ponteiro” (Lev. = 5.413 vs Pon. = 4.227 metros) nos jogos oficiais. Em relação as intensidades que essas distâncias eram percorridas, foi identificado que em média 82,0% da distância total eram percorridas nas zonas de velocidade 1 e 2

(3.00 a 10.99 km/h), que representam deslocamentos mais leves como caminhadas, trotes e corridas moderadas. As distâncias percorridas através de corridas de alta (zona 4: 15.00-18.99 km/h) e muito alta velocidade (zona 5: >19.00 km/h), representavam em média 3,0%, 5,8% e 4,5% da distância total percorrida em treinos e jogos para as posições de “Levantador”, “Central” e “Ponteiro”, respectivamente. Líbero e Opostos apresentaram valores percentuais ainda menores em relação as distâncias percorridas através de corridas de alta velocidade. No voleibol, os poucos segundos e até milissegundos de tempo para se mover até o encontro da bola, pode ser um fator determinante para a conquista do ponto. Devido ao tamanho de espaço reduzido da quadra de vôlei, na maioria das ações os atletas não possuem tempo para o alcance de velocidades máximas de corrida. Dessa forma, a rapidez de deslocamentos deve ser maximizada (JOHNSON et al., 2010). Os percentuais inferiores de corridas em alta e muito alta velocidade (> 15.00 km/h; > 19.00 kmh) registrados no presente estudo, confirmam a característica mencionada anteriormente.

Outro ponto a se destacar, é que os atletas das posições de “Líbero” e “Central”, por características de suas posições acumulam suas distâncias percorridas com passagens de apenas 3 posições na quadra (Líbero: posições 1, 6 e 5 / Central: posições 4, 3 e 2). Mesmo com o revezamento entre as duas posições nas zonas de defesa (Líberos) e ataque (Centrais), o que representa uma atuação em apenas metade das posições da quadra, as mesmas apresentaram distâncias totais percorridas nos jogos ligeiramente superiores aos atacantes com permanência constante na quadra (Opostos e Ponteiros). Apesar da semelhança na distância total percorrida pelo “Líbero” e “Central”, os resultados do presente estudo demonstram uma marcante diferença nas características (zonas de velocidade, zonas de aceleração, zonas de frequência cardíaca) de como essas distâncias são percorridas pelas duas posições.

Mroczek *et al.* (2014) em estudo até então inédito para o momento da publicação, apresentaram resultados da análise cinemática de jogadores de voleibol de quadra da principal liga polonesa. Foi observado que as distâncias percorridas pelos jogadores aumentavam ao final de cada set. Semelhantemente ao nosso estudo, a posição de levantador apresentou as maiores distâncias percorridas em jogos oficiais (1.630 metros). Por outro lado, os “Centrais” apresentaram as menores distâncias percorridas (788 metros). Entretanto, os valores se diferem muito dos

apresentados no presente estudo com o uso dos sensores do *Polar Team Pro System*. Essa diferença apresentada nos estudos, pode ter relação direta com os métodos utilizados, uma vez que na investigação dos jogadores poloneses foi utilizado um *software* baseado em análise retrospectiva de vídeos dos jogos, equipamento esse produzido pelos próprios autores do estudo (MROCZEK et al., 2014).

Nunes *et al.* (2020) apresentaram dados de demanda de deslocamentos utilizando o dispositivo *Polar Team Pro System* (PTPS) de uma dupla feminina brasileira de Vôlei de Praia (nível top mundial). Ao todo, dados de 33 jogos do campeonato nacional e 66 jogos do campeonato mundial de vôlei de praia foram analisados. Em média as atletas percorriam uma distância total de 1.730 metros (bloqueadoras) e 1.688 metros (defensora) por jogo no campeonato nacional. Interessantemente, na análise da intensidade como essas distâncias eram percorridas, nossos resultados foram semelhantes aos demonstrados pela dupla de vôlei de praia, que percorriam em média 85% da distância total através de caminhadas, trotes e corridas, em zonas de aceleração com baixa velocidade ($< 2.00 \text{ m.s}^{-2}$; equivalente a 7.00 km/h) (NUNES et al., 2020). Valores semelhantes de distância total percorrida no Vôlei de Praia foram demonstrados por Bellinger *et al.* (2021) com dados de atletas femininas participantes do Campeonato Nacional Australiano. As atletas percorriam em média 570 metros por set, podendo alcançar distâncias totais médias de 1.700 metros em jogos de 3 sets. Além da diferença no tamanho das quadras entre o vôlei de quadra (18 x 9 metros) e vôlei de praia (16 x 8 metros), dentre outras peculiaridades como a diferente amplitude de duração das partidas entre as modalidades e tipo de piso, a semelhança dos resultados em relação a forma como essas distâncias foram percorridas nos chamam a atenção. Apesar de todas as diferenças entre as modalidades, parece existir um padrão similar de movimentações básicas típicas da dinâmica do jogo de voleibol para a execução das ações técnico-táticas.

Os resultados relativos as distâncias percorridas registrados no presente estudo, demonstram que apesar da dimensão reduzida da quadra de vôlei (18 x 9 metros) os atletas de voleibol realizam considerável acúmulo de distância através de suas movimentações (média de 3.224 metros nos treinos táticos / média de 4.541 metros nos jogos). Entretanto, em algumas situações pontuais, foram registradas distâncias totais percorridas de 7.500 metros pela posição de “Levantador” em um

jogo de 5 sets pela Superliga B. Esse registro apresentado pelo “Levantador” se aproxima a distância percorrida pela posição de “zagueiro” em um jogo completo de futebol de campo (7.812 – 10.537 metros) e ultrapassa a métrica média dos goleiros (3.510 – 6.806 metros), como apresentado por Panduro *et al.* (2021) em análise de 217 jogos da 1ª Divisão da Liga Dinamarquesa feminina de futebol utilizando o dispositivo *Polar Team Pro System*. Em média, as jogadoras das diferentes posições de “linha” percorriam uma distância total entre 7.812 – 12.823 metros em um jogo oficial completo. A posição de “goleiro” percorria uma distância total 50% menor que todas as demais posições (PANDURO *et al.*, 2021).

Além da grande diferença nas dimensões apresentadas por um campo oficial de futebol (90-120 metros de comprimento / 45-90 metros de largura – padrão FIFA) comparados a quadra de voleibol, a dinâmica de movimentação no futebol com corridas constantes e alta solicitação do sistema de fornecimento de energia aeróbio, resultam em distâncias três vezes superiores as demonstradas no voleibol pelo presente estudo. Os resultados dos estudos demonstram que os atletas de voleibol parecem percorrer distâncias semelhantes ao goleiro do futebol. A posição de “goleiro” no futebol apresenta por característica de sua função pouca movimentação realizada em um espaço reduzido do campo com solicitações pontuais de movimentos explosivos durante a partida, o que faz com que em alguns estudos os dados dessa posição sejam até excluídos das análises do jogo (DALEN *et al.*, 2016). Pesquisas no futebol de campo demonstram que o futebol é o esporte coletivo com a maior demanda de corridas, variando entre 9.000 a 12.000 metros percorridos por jogo, sendo praticamente duas vezes mais que o basquetebol, handebol e futsal (TAYLOR *et al.*, 2017). No voleibol, pode-se dizer que a distância total percorrida por um jogador durante uma partida, depende dos seguintes fatores: número de sets jogados; função do jogador na quadra; área da quadra mais utilizada; pontuação dos sets; a quantidade e duração dos *rallys* e dos tipos e quantidades de ações realizadas em um *rally* (MROCZEK *et al.*, 2014).

Como apresentado na tabela 3, todas as posições de atuação apresentaram quase a totalidade de acelerações (94% do total realizado) realizadas em treinos e jogos nas zonas 1 e 2, representando ações de deslocamentos de até 7.00 km/h dentro de quadra. Entretanto, quando analisamos especificamente a zona 3 de aceleração (2.00-2.99 m/s²; equivalente a velocidades entre 7.00 a 10.9 km/h), observa-se um número expressivamente superior de ações realizadas pelo

“Levantador” e “Centrais” em comparação as posições de “Líbero”, “Oposto” e “Ponteiro”. Esse resultado reforça a especificidade das demandas de ações motoras exigidas por cada posição como descrito por Sheppard *et al.* (2009) em estudo analisando as ações dos jogadores de seleções nacionais adultas masculinas em jogos da Liga Mundial de Vôlei de quadra e Jogos Olímpicos (SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009). O estudo de Sheppard *et al.* (2009), demonstrou através de análises de vídeos, que a posição de “Central” apresentava as maiores demandas de saltos de ataques. Os ataques realizados pelos jogadores de Vôlei, normalmente (quase a totalidade) são precedidos por corridas de aproximação para a realização da projeção vertical do salto (JOHNSON *et al.*, 2010; PAWLIK *et al.*, 2020). No caso específico dos jogadores de posição de “Central”, por características de sua função, executam ataques de primeiro tempo com a ação de corrida para aproximação realizada em um espaço curto da quadra localizado dentro da zona de ataque (a partir da linha de 3 metros) (VLANTES; READDY, 2017). Essas ações são caracterizadas por corridas extremamente explosivas, que somadas as características físicas típicas dos jogadores dessa função (mais altos e pesados), impõem grande demanda de desgaste pelos saltos e aterrissagens (CHARLTON *et al.*, 2017; FLEDDERMANN; ZENTGRAF, 2018; MARQUES *et al.*, 2009; SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009). Além do ataque, a posição de “Central” percorre toda a extensão da rede (9 metros de comprimento) para a composição do bloqueio das extremidades, muito das vezes em ações de corrida explosivas (FLEDDERMANN; ZENTGRAF, 2018; VLANTES; READDY, 2017). Essa é uma grande peculiaridade em relação ao tipo de deslocamento para ataque realizado entre “Centrais” e os atacantes “Opostos” e “Ponteiros”, que normalmente realizam corridas de aproximação para o ataque em maiores distâncias saindo de trás da linha de 3 metros (FLEDDERMANN; ZENTGRAF, 2018). Para a posição de “Levantador”, a diferença superior em relação ao número de acelerações na zona 3 comparado a todos os atacantes, é justificado pelos deslocamentos de aproximação a zona de levantamento a partir da recepção do saque adversário. Os resultados apresentados no presente estudo em relação a diferença no número de acelerações realizados na zona 3 pelos atacantes centrais, opostos e ponteiros, reforçam claramente as características de cada posição.

Padrão semelhante foi observado na análise da quantidade de desacelerações realizadas em diferentes zonas de velocidade pelos atletas

analisados no presente estudo. Nas sessões de treinamento e jogos, cerca de 88,5% do total de desacelerações eram realizadas nas zonas de velocidade 1 e 2, que representavam deslocamentos respectivos de (-0.99 a - 0.50 m/s²) e (-1.99 a - 1.00 m/s²). Já em relação aos deslocamentos de desaceleração realizados em padrões mais altos de velocidade (zonas 3 e 4), essas representavam cerca de 8 a 12% do total de desacelerações. No voleibol particularmente, as ações de desaceleração são manifestadas principalmente no momento de frenagem da corrida de ataque e bloqueio realizadas para a projeção vertical do corpo do atleta (salto) (JOHNSON et al., 2010; VLANTES; READDY, 2017). Além disso, as ações também podem estar presentes nos momentos de afastamento da rede pelos atacantes (recuo), frequentemente realizados com a manutenção da parte frontal do corpo voltados para a rede em corridas para trás (JOHNSON et al., 2010; VLANTES; READDY, 2017). Vlantes *et al.* (2017) utilizaram o dispositivo Catapult para analisar a carga de trabalho das posições de atuação no voleibol feminino em uma temporada do campeonato da 1ª divisão da NCAA. Os pesquisadores identificaram em uma análise da variável de carga de trabalho “*PlayerLoad*” dividida por eixos, que 44,59% da carga de trabalho era proveniente do eixo vertical, 29,64% de movimentos laterais e 25,77% de movimentos para frente e para trás. Para a posição de “Levantador”, as ações de desaceleração são constantes durante todos os “*rallys*” principalmente na frenagem após os deslocamentos até o ponto de levantamento da bola, que podem ser por motivo da infiltração (posicionamento do rodízio), como também para deslocamentos após recepção com passes “C” (direcionamento ruim da recepção) (MROCZEK et al., 2014).

A análise de movimento é de fundamental importância nos mais variados contextos esportivos (DALEN *et al.*, 2016, 2019). O conhecimento das características de ocorrência das acelerações e desacelerações realizadas no voleibol, podem ser de grande relevância na preparação dos atletas para as demandas da modalidade (BELLINGER *et al.*, 2021; NUNES *et al.*, 2020), pois constituem ações inseridas na dinâmica de desenvolvimento do jogo que podem determinar o seu resultado final (PALAO *et al.*, 2018). A maioria dos deslocamentos realizados pelos atletas de voleibol se originam através de uma posição inicial estática, ou através de deslocamentos contínuos com mudanças bruscas de direção (BELLINGER *et al.*, 2021; FUCHS *et al.*, 2019; JOHNSON *et al.*, 2010). Nesse sentido, para acelerar maximamente o corpo para frente a partir de uma posição

estacionária, as pesquisas demonstram que alguns pontos são de fundamental importância: posicionamento à frente do centro de massa corporal e uso do ciclo de alongamento e encurtamento da cadeia muscular de membros inferiores envolvidas na ação através da realização de um passo falso (passo para trás) antes da aceleração frontal (JOHNSON *et al.*, 2010). Todas essas características citadas anteriormente demonstram a necessidade do monitoramento dos deslocamentos realizados pelos atletas de voleibol, reforçando os resultados apresentados no presente estudo.

7.2 Demanda de frequência cardíaca e carga de trabalho

A demanda de carga de trabalho fisiológica através da análise dos tempos de permanência em diferentes zonas de intensidade da frequência cardíaca (FC), foi apresentada na tabela 5 e gráficos de linha 18 e 19. Os resultados demonstraram que os atletas de voleibol experimentaram maiores demandas de carga de trabalho fisiológica na situação de jogo comparado a situação de treino tático. De forma geral, a grande maioria do tempo de atividade dos jogadores envolvia as zonas 1, 2 e 3 da FC (65,0% do tempo total das sessões de treinos / 75,0% do tempo total das sessões de jogos), representando intensidade de esforços leves e moderados entre 50 a 79% da FC máxima dos atletas. Os esforços acima de 80% da FC máxima (zonas 4 e 5 da FC), representavam 6,0% e 11,0% do tempo total de sessões de treino e jogos respectivamente. Resultado semelhante foi apresentado por Bara Filho *et al.* (2013) ao analisar 266 sessões de treinamento de uma equipe masculina profissional de voleibol de quadra, com a maioria do tempo gasto em esforços entre 50 a 80% da frequência cardíaca máxima. Duarte *et al.* (2019), entretanto, observaram um percentual maior de tempo gasto nas zonas 4 e 5 da FC em sessões de treinamento tático de atletas profissionais de voleibol masculino (33% do tempo total). Apesar da movimentação intermitente intensa realizada ao longo de uma sessão de treinamento ou jogo no voleibol, essas ações consistem em esforços explosivos com predominância do sistema anaeróbico alático, que parecem não ter uma boa correspondência com o aumento da frequência cardíaca (BARA FILHO *et al.*, 2013). A observação dos gráficos de registro da frequência cardíaca (FC) pelo dispositivo utilizado no presente estudo apresentados na seção “Revisão de Literatura”, demonstram claramente que esses esforços explosivos da FC

representam picos de elevação extremamente rápidos contabilizando um tempo de permanência final muito pequeno para as zonas mais intensas da FC.

Os resultados da demanda fisiológica por posição (**Tabela 5**), demonstraram que os atacantes apresentaram mais tempo de trabalho realizado em zonas de intensidades superiores (zona 4: 80 - 89% da FC máx) em relação ao levantador e o líbero (Lev: 5 / Lib: 1 / Opo: 18 / Cen: 13 / Pon: 10 minutos). Apesar do tempo de permanência apresentado relativamente inferior na zona de intensidade 4 da FC pelos atletas, os valores acumulados são de grande representatividade, pois elucidam o registro de picos da frequência cardíaca (FC) provenientes de ações explosivas com durações curtíssimas de até 1 segundo (MROCZEK et al., 2014). Essas ações explosivas são realizadas durante os *rallys*, que no voleibol masculino de alto rendimento duram em média de 4 a 10 segundos na grande maioria dos *rallys* (65% do total) de um jogo no vôlei masculino (MROCZEK et al., 2014). De acordo com os valores de correlações apresentados pelos atacantes (**Figura 17**), o impacto final na carga de trabalho (*Training Load*) demonstra ser influenciado pelos esforços de maior intensidade (zona 4 da FC) (Oposto: “r” = 0.85; Central: “r” = 0.90 e Ponteiro: “r” = 0.80). Apesar dos atacantes apresentarem tempos de permanência semelhantes ao “Líbero” (Lev: 45 / Lib: 33 / Opo: 34 / Cen: 35 / Pon: 42 minutos) na zona de FC 2 (60 – 69% da FC máx), a carga de trabalho final (*Training Load*) dos atacantes demonstrou ter uma maior relação com o esforço realizado em zonas superiores de intensidade da FC (zona 4) de acordo com as altas correlações apresentadas. Por outro lado, a posição de “Líbero” mostrou uma maior relação da carga de trabalho fisiológica final com o tempo de permanência acumulado em zonas inferiores da FC (zona 2 da FC / Líbero: “r” = 0.80). Tal observação, nos permite inferir que o componente anaeróbico da carga fisiológica dos atacantes pode apresentar forte relação com a carga de trabalho fisiológica final (*Training Load Polar*) manifestada pelo atleta. A posição de Levantador apresentou alta correlação com os dois tipos de intensidade da FC (zona 4: “r” = 0.74 e zona 2: “r” = 0.79). Os resultados apresentados se mostram de grande relevância em indicar uma possível relação do tipo de demanda fisiológica que mais impacta e caracteriza determinada posição de jogo no voleibol.

Em relação ao tempo de permanência da frequência cardíaca (FC) na zona 2 de intensidade registrados nas sessões de treinos e jogos, a única posição que não apresentou efeito prático relevante nas diferenças apresentadas, com tamanho

de efeito (TE) “moderado”, foi a posição de “Oposto”. Todas as demais posições, experimentaram uma diferença significativamente relevante (TE “grande” ou “muito grande”) para o tempo de permanência da FC na zona 2. Isso mostra que a demanda fisiológica de baixa intensidade experimentada pelo “Oposto” era semelhante na situação de treinos e jogos. Nos treinamentos, a posição de “Líbero” se diferenciou significativamente de todas as demais com tempos inferiores de permanência nessa zona de intensidade (zona 2). Entretanto, o Líbero apresentou o maior de tempo de permanência na zona 1 de intensidade da FC. Já na situação de jogo, a posição de “Oposto” apresentou os menores valores de carga de trabalho fisiológica de baixa intensidade (zona 2 da FC). Esses resultados reforçam a característica mais “estática” da posição de “Líbero”, que na maioria das ações realizam movimentações em curtas distâncias para ajuste de posicionamento na recepção do saque e defesa, além de deslocamentos um pouco maiores para coberturas de defesa e alcances de bolas estouradas no bloqueio ou defesa.

A análise do comportamento da frequência cardíaca (FC) dos atletas em zonas superiores de demanda fisiológica (zona 4 da FC), demonstrou que os atletas sofreram maiores demandas na situação de jogo comparadas as sessões de treino tático, com exceção do “Líbero” que não apresentou diferenças para essa demanda nas duas situações. Além disso, as posições de atacantes apresentaram uma demanda superior (> tempo de permanência na zona 4 da FC) em relação as posições de preparação (Levantador e Líbero), em treinos e jogos. A posição de “Ponteiro” foi a posição que teve o menor efeito prático em relação ao tamanho de efeito (TE) apresentado (“moderado”) para a diferença apresentada em treinos e jogos comparada as demais posições. Isso demonstra que a demanda fisiológica de maior intensidade era semelhante na situação de treinos e jogos para os jogadores da posição de “Ponteiro”. Os resultados demonstram claramente que a carga de trabalho fisiológica imposta a posição de “Líbero” é significativamente inferior às demais posições de atuação no voleibol. Por outro lado, a posição de “Oposto” demonstrou apresentar significativamente o maior acúmulo de carga de trabalho fisiológica, medida pelo tempo de permanência da frequência cardíaca em zonas superiores de intensidade (zona 4 da FC) que os demais jogadores. Horta *et al.* (2017), analisaram a influência da quantidade de saltos verticais (análise de movimento por vídeo) realizados por atletas de voleibol de uma equipe masculina participante da Superliga A. Foi observado que a carga de saltos verticais realizados

apresentou maior relação ($r = 0.44$; $p = 0.001$) com a percepção subjetiva do esforço (PSE da sessão) apontada pelos “Opostos” em comparação as demais posições. A interpretação dos resultados apresentados por Horta *et al.* (2017) juntamente aos resultados do presente estudo, podem indicar que a carga de saltos verticais realizadas pelos atacantes no voleibol impõem uma carga estressora específica dessa variável não experimentada pelos atletas da posição de Líbero e Levantador. Além disso, os resultados dos estudos convergem para um maior desgaste da posição de Oposto para a carga de saltos e o respectivo impacto na carga interna de trabalho.

De forma geral, a análise das interações (gráficos de linha) referente as demandas de carga de trabalho fisiológica através dos métodos de avaliação da frequência cardíaca, nos mostraram que a posição de “Oposto” apresentava maiores valores de carga de trabalho fisiológica em sessões de treinos e jogos em comparação as demais posições (diferença significativa). Com a posição de “Líbero” no outro extremo apresentando os menores valores em ambas situações. Cenário muito semelhante também observado através da interpretação dos resultados de interação pelo método *Trimp Edwards*, e confirmados pelos resultados das variáveis de desgaste físico “Calorias” e “Tempo de recuperação” fornecidos pelo dispositivo utilizado. Ressaltamos por fim, a dificuldade na comparação dos resultados aqui apresentados relativos à demanda da carga fisiológica de trabalho através da análise da frequência cardíaca por posições de atuação e tipo de sessão no voleibol profissional. Por outro lado, os resultados apresentam uma importante observação da temática abordada.

7.3 Relação da carga externa realizada com a carga interna apresentada

Foi observado que as demandas de carga externa realizada pelos atletas através da análise da distância total percorrida e do total de acelerações e desacelerações eram significativamente superiores (TE “grande”) na situação de jogo comparada as sessões de treino tático. Em média os atletas percorriam distâncias 41% maiores nos jogos em relação ao treino, e apresentavam uma quantidade 54% maior de ações de acelerações e desacelerações nos jogos comparados aos treinos táticos. Da mesma forma, a carga interna manifestada pelos atletas também foi superior na situação de jogo comparada as sessões de treino

tático. Tanto o método subjetivo (PSE da sessão) quanto os métodos objetivos (*Training Load* e *Trimp Edwards*) de quantificação da carga interna apresentaram resultados significativos (TE “grande”) na comparação entre as sessões de treinos e jogos. As variáveis de carga interna chegaram a apresentar elevação de 102% a 134% a mais nos jogos em comparação as sessões de treinos táticos.

Em relação a carga externa executada pelos atletas (**Tabela 6**), apesar do Líbero apresentar uma quantidade no “Total de acelerações + desacelerações” semelhante ao Levantador, essas ações eram executadas em distâncias mais curtas (menor valor de “Distância total” em relação ao Levantador). Já os atacantes, demonstraram percorrerem distâncias semelhantes entre si. De forma geral, os resultados demonstraram que apesar do Levantador e Líbero realizarem uma carga externa (métricas de deslocamento) superior aos atacantes, as duas posições apresentaram os menores valores de carga interna através dos métodos utilizando a frequência cardíaca. Além disso, as duas posições de “preparação” (levantador e líbero) apresentaram os menores valores para as variáveis de desgaste físico (calorias gastas e tempo de recuperação) em relação aos atacantes. Esses resultados demonstram que apesar da maior quantidade de deslocamentos realizados pelas posições de preparação, esses eram realizados em intensidades inferiores (velocidade e quantidade de movimentos explosivos) em comparação aos atacantes. Por outro lado, quando analisando as demandas de cargas de trabalho através do método da percepção subjetiva do esforço (PSE da sessão), a posição de “Líbero” apresentou os maiores valores em comparação as demais posições no presente estudo (diferenças significativas vs atacantes na situação de jogo). Resultado semelhante foi observado por Vlantes *et al.* (2017), ao observarem os maiores valores de carga de trabalho através do método subjetivo (PSE da sessão) para a posição de “Líbero” em 15 jogos da 1ª Divisão no Vôlei feminino da NCAA. Entretanto, a posição de “Levantador” apresentou os maiores valores de carga de trabalho pela variável “Player Load” utilizando o dispositivo Catapult (VLANTES; READDY, 2017). Esses resultados apontam para uma possível interferência de fatores contextuais que possam somatizar a percepção da carga de trabalho quando analisadas por medidas perceptivas como o método PSE da sessão (BELLINGER *et al.*, 2021; GABBETT, 2013).

Um importante resultado observado no presente estudo foram as correlações de classificação “forte” (r de Pearson variando entre 0.54 a 0.68) para a relação

entre a carga de trabalho registrada pelo método PSE da sessão (método subjetivo de percepção do esforço) e a carga de trabalho derivada da frequência cardíaca pelo *Training Load* e *Trimp Edwards* (método objetivo de registro do esforço), quando analisadas por posições. Os resultados reforçam a utilização do método PSE da sessão para o monitoramento das cargas de trabalho em equipes esportivas que não possuem condições de utilizarem dispositivos tecnológicos, como no caso do *Polar Team Pro System* (PTPS) no presente estudo. Além disso, a utilização do método de percepção subjetiva do esforço, pode ser uma fonte complementar para interpretação de informações que podem ser oriundas de fatores contextuais e demandas cognitivas do esporte, muito das vezes não detectáveis por dispositivos tecnológicos de monitoramento da carga de trabalho pela frequência cardíaca e deslocamentos.

A variável Tempo de Recuperação gerada pelo dispositivo do Polar Team Pro System, representa o tempo necessário de recuperação (em horas) que o atleta necessita após o registro da sessão específica (treino ou jogo). De acordo com o manual do equipamento, o cálculo dessa variável leva em consideração o valor de carga de trabalho final a partir da variável *Training Load Polar*. Os resultados das correlações demonstram que o número total de acelerações e desacelerações pode ser uma importante variável de controle para tomadas de decisão em relação ao tempo de recuperação dos atletas de voleibol, principalmente para as posições de preparação que apresentam os maiores volumes de execução dessa ação. A quantidade de horas de recuperação apontadas pelo dispositivo (PTPS) situava em média entre 10 a 20 horas de recuperação pós treino. Os menores valores de tempo de recuperação foram observados para o “Levantador” e “Líbero” (11,7 e 5,4 horas, respectivamente). Os altos valores de correlação encontrados principalmente para as posições de preparação, indicam que a variável “Total de acelerações + desacelerações” podem representar uma importante variável representativa dos estímulos anaeróbicos característicos das ações explosivas do voleibol.

Destacamos também, o resultado da correlação quase perfeita (treino: “ r ” = 0.83; jogo: “ r ” = 0.96) entre o número total de ações de acelerações e desacelerações realizados pelos atletas com a distância total percorrida (ambas variáveis de carga externa – deslocamentos). Esse resultado reforça o grau de semelhança e dependência entre as duas variáveis, confirmando a reprodução do mesmo fenômeno (registro do deslocamento). Apesar de algumas inconsistências

do dispositivo *Polar Team Pro System* (PTPS) no registro preciso das métricas de velocidade e distâncias percorridas em atividades esportivas *indoors* com características de mudança de direção (FOX et al., 2019), os resultados demonstrados no presente estudo e mencionados anteriormente, apontam que o registro da quantidade de vezes que o atleta altera seu padrão de movimento (saída da inércia; aumento ou diminuição da velocidade empregada; paralisação do deslocamento) pode ser uma possibilidade altamente aplicável para o registro da carga externa no voleibol com uma possível menor interferência da precisão do equipamento.

Não foram encontrados estudos comparando as demandas de carga de trabalho fisiológica e de deslocamentos com o vôlei profissional de quadra, como realizado no presente estudo. Entretanto, Vlantes *et al.* (2017) analisaram a relação da carga externa realizada (métricas de deslocamentos - dispositivo Catapult) com a carga interna apresentada (variáveis de carga de trabalho – dispositivo Catapult e PSE da sessão) em jogos da 1ª Divisão do Vôlei feminino da NCAA. A PSE da sessão apresentou correlação “forte” com o número de saltos verticais ($r = 0.54$; $p \leq 0.001$) e “muito forte” com a variável “*Player Load*” ($r = 0.73$; $p \leq 0.001$), que leva em consideração todas as acelerações realizadas pelos atletas nos três eixos (ântero-posterior; lateral e vertical) de registro do dispositivo Catapult (VLANTES; READDY, 2017). No presente estudo, resultados significativos foram apresentados através dos valores de correlações classificadas como “forte” para PSE da sessão vs Total de acelerações + desacelerações ($r = 0.64$; $p < 0.001$); PSE da sessão vs Distância total ($r = 0.59$; $p < 0.001$) e TRIMP Edwards vs Distância total ($r = 0.59$; $p < 0.001$) na situação de jogo. As correlações se mostraram ainda mais fortes quando analisadas por posições de atuação dos atletas. Para a análise entre o total de acelerações + desacelerações que os atletas realizavam e a carga interna manifestada através do método *Trimp Edwards* e *Training Load Polar*, foram observados valores consideráveis de correlações para cada posição respectivamente: Levantador ($r = 0.83$ e $r = 0.79$); Líbero ($r = 0.86$ e $r = 0.69$); Central ($r = 0.69$ e $r = 0.61$); Ponteiro ($r = 0.80$ e $r = 0.80$) e Oposto ($r = 0.74$ e $r = 0.84$).

Com outra abordagem em relação a investigação das demandas do jogo de voleibol, Alcaraz *et al.* (2017) demonstraram o aumento das demandas técnico-táticas ao longo do período de desenvolvimento dos atletas de diferentes categorias (sub-14 até adulto de seleções nacionais). Os autores observaram que quando os

atletas alcançavam os últimos níveis de desenvolvimento de suas carreiras (seleções nacionais participando de torneios da elite internacional do vôlei), o jogo de voleibol apresentava reduções do tempo de jogo do *rally* e do set; aumentos significantes do tempo de recuperação entre os *rallys* nos sets; aumentos significantes do número de saltos verticais por set, além da melhora significativa no desempenho da recepção, do ataque e sucesso na fase de *side-out*. Os resultados demonstraram que o jogo se tornava mais rápido, mais intenso e com maior eficácia dos atletas na execução da virada de bola (*side-out*) nos níveis adultos de elite comparados as demandas do jogo em categorias menores de desenvolvimento (DE ALCARAZ; VALADÉS; PALAO, 2017). No presente estudo, realizado com uma equipe adulta de elite, os resultados demonstraram que o sucesso na fase de *side-out* pode ter forte relação com a economia de esforço dos atletas.

Publicações sobre características adicionais presentes em situações de jogos e competições, chamadas de “fatores contextuais”, podem de certa forma, reforçar os resultados apresentados no presente estudo (BELLINGER et al., 2021; COIMBRA et al., 2021; GABBETT, 2013; JOHNSTON; GABBETT; JENKINS, 2013; MORTATTI et al., 2018). De forma geral, os achados demonstram que a participação em jogos competitivos de voleibol e outras modalidades levam a mudanças em diferentes parâmetros psicofisiológicos como o aumento de citocinas inflamatórias; aumento de marcadores de dano muscular e concentração de cortisol além do aumento dos valores de percepção do esforço (MORTATTI et al., 2018). A alta demanda física e perceptivo-cognitiva exigida no voleibol, são aumentadas durante jogos oficiais ocasionando o aumento das percepções físicas e de fadiga mental durante uma competição (COIMBRA et al., 2021). Somados a todos esses fatores descritos, os fatores contextuais (BELLINGER et al., 2021; GABBETT, 2013; JOHNSTON; GABBETT; JENKINS, 2013) como fadiga entre e dentro dos jogos; desempenho ou nível de competição dos atletas; margem diferencial da pontuação e função desempenhada pelos atletas, completam o leque de variáveis que podem ser alteradas e muito das vezes não captados ou registrados por dispositivos tecnológicos de análise de movimento e batimentos cardíacos, como no presente estudo. Dessa forma, profissionais das comissões técnicas não podem deixar de englobar esses fatores conjuntamente com a interpretação dos dados obtidos pelos dispositivos para uma leitura mais holística do processo (treinamentos e jogos) como um todo (FOSTER; RODRIGUEZ-MARROYO; DE KONING, 2017).

O presente estudo trás uma abordagem inédita ao comparar as demandas físico-motoras de treinamento com as demandas de jogos oficiais no voleibol de quadra masculino de elite. Os resultados observados nas diversas variáveis de carga externa e interna analisadas (distância total percorrida, total de acelerações + desacelerações, *training load*, percepção subjetiva do esforço, tempo de recuperação) mostraram que os jogos impuseram maiores cargas de trabalho aos atletas. A grande amplitude de duração das partidas observadas reforça uma característica crucial do voleibol, que é ser um esporte ponto-dependente. Dessa forma, as equipes devem alcançar pontuações alvo (número de pontos em um set e número de sets em uma partida) segundo a regra do jogo que podem sofrer grande variação na disputa dos pontos, e conseqüentemente na duração dos jogos. Dessa forma, é imprescindível uma boa preparação que suporte aos atletas se adequarem as demandas do jogo.

Os resultados apresentados nos permitem inferir fortemente que o valor de carga de trabalho psicofisiológica apresentado pelo atleta de voleibol ao final da sessão de treinamento tático ou jogo (carga interna), tem forte relação com a distância total percorrida e o número total de vezes em que o atleta acelerou e frenou em quadra (carga externa). Isso mostra que além da demanda de saltos verticais realizados no voleibol, a carga de deslocamentos horizontais realizados em quadra pode impactar diretamente a carga interna apresentada pelos atletas de voleibol. A interpretação individualizada dos dados por posições através dos métodos utilizados (**Tabela 9**), demonstra apresentar maior sensibilidade na interpretação das informações, uma vez que a peculiaridade de cada função é captada nos registros de forma separada. A partir da literatura atual pesquisada sobre a temática abordada nesse estudo, acreditamos que os dados aqui apresentados são inéditos para o cenário acadêmico e profissional do voleibol.

7.4 Relação da carga de trabalho e desempenho no jogo (DataVolley)

É importante salientar que a maioria dos estudos que investigaram a relação dos indicadores de carga externa e interna com a melhoria de performance (melhoria de indicadores de estatística de jogos e capacidade aeróbica, por exemplo) em modalidades de esportes coletivos, ainda são inconsistentes indicando não haver uma relação direta de causalidade (FOX et al., 2018). Porém, a utilização

dos indicadores de carga de trabalho externa e interna são primordiais para a identificação dos perfis individuais dos atletas, principalmente em relação as demandas de treinos e jogos para o controle e ajuste dos estímulos aplicados.

Na tentativa de resposta a uma das hipóteses iniciais do estudo de que as métricas de deslocamento (carga externa) e carga de trabalho psicofisiológica (carga interna) apresentados pela equipe poderiam ter relação com alguns indicadores de desempenho estatísticos da equipe em jogos oficiais, resultados interessantes foram identificados. Foram observadas correlações negativas e significativas de classificação “muito forte” ($r = 0.7$ a 0.9 ; Hopkins *et al.*) para as variáveis de deslocamento distância total e total de acelerações + desacelerações com o percentual de *Side Out* da equipe. O percentual de *Side Out* corresponde ao poder de definição de ataque da equipe a partir do recebimento do saque adversário e finalização da jogada com o ataque. Dessa forma, de acordo com os resultados apresentados podemos inferir que quanto melhor o percentual de *Side Out* da equipe, menos distância total será percorrida na partida, e menos acelerações e desacelerações serão realizadas pela equipe devido seu poder de definição dos pontos a partir do recebimento do saque adversário. Consequentemente, os resultados também demonstraram que quanto maior o percentual de *Side Out* da equipe, menor será o valor de carga de trabalho fisiológica (*Training Load Polar* e *Trimp Edwards*) apresentada pelos atletas ao final da partida. As demais variáveis de desempenho estatístico de jogo não apresentaram correlações significativas.

Alcaraz *et al.* (2017) observaram que as demandas do jogo no voleibol de quadra se alteravam ao decorrer das categorias de desenvolvimento (sub-14) até os níveis adultos competitivos internacionais. Além da intensidade física do jogo através do aumento da quantidade de saltos e diminuição da relação trabalho/repouso das ações, o sucesso no aproveitamento das ações de *side-out* observado pela elevação do percentual de eficácia dos atletas eram significativamente elevados na demanda das categorias adultas de alto nível (48.4% nas categorias iniciais e 69.6% no adulto). De uma perspectiva geral, pesquisadores do voleibol indicam que equipes com um sucesso no aproveitamento do *side-out* de 70% no masculino e 63.5% no feminino irão vencer o jogo (PALAO, 2018). Em análise de 2.435 *rallys* de 48 sets de equipes femininas da 1ª Divisão da NCAA, Palao *et al.* (2018) identificaram que o ataque após a recepção era a ação técnica com maior peso no sucesso do *side-out* das equipes vencedoras. Foi demonstrado nessa investigação, que a construção do

side-out eficaz passava pelo bom aproveitamento da recepção da equipe, permitindo ao levantador ter todas as opções de ataque com possibilidade de aceleração das jogadas ofensivas.

As abordagens apresentadas nos estudos citados anteriormente não investigaram a relação da carga de trabalho com os indicadores de desempenho estatístico do jogo de voleibol. Esses indicadores refletem a eficácia das equipes e jogadores na realização das ações técnicas definidoras do jogo (PALAO, 2018; PALAO et al., 2018). Apesar dos resultados de correlações encontrados no presente estudo parecerem óbvios em uma análise mais superficial, os resultados demonstram que pode haver uma relação direta entre os indicadores avaliados com grande relevância para a preparação das equipes. Os resultados indicam que as equipes com maiores potenciais de sucesso no *side-out* podem experimentar menores cargas de trabalho no jogo, permitindo uma maior prontidão psicofisiológica dos atletas para realização das ações durante todo o andamento da partida.

Limitações do estudo

Apesar da contribuição para o cenário acadêmico e prático referente ao processo de treinamento no voleibol de alto rendimento, sendo essa Tese um estudo inédito com a abordagem realizada utilizando o dispositivo tecnológico *Polar Team Pro System*, o estudo apresenta algumas limitações. A escassez de estudos relacionados e o número reduzido de jogos analisados no presente estudo (9 jogos), impõem grande cautela na extrapolação das interpretações aqui realizadas, com a necessidade de mais investigações. A projeção inicial da coleta de dados englobava a temporada completa de treinamentos e jogos da Superliga B, entretanto, devido a paralisação das atividades esportivas no Brasil no dia 15 de março de 2020 (incluindo as atividades competitivas de voleibol da CBV), a competição se encerrou nas oitavas de final o que fez a coleta final apresentar um número menor de jogos e semanas de treinamento. Outro ponto a se destacar, é o pequeno tamanho da amostra utilizada, 7 atletas, que para o objetivo proposto no estudo reflete a realidade das equipes titulares de voleibol. Em contrapartida, mesmo com um N amostral reduzido, o montante total de dados gerados na coleta para análise foi extremamente elevado. Um estudo similar dirigido com várias equipes, poderia dar mais robustez aos resultados. Outra limitação, foi a não utilização de um teste de

esforço máximo para utilização da frequência cardíaca (FC) máxima como parâmetro das análises. Apesar da realização do teste de ergoespirometria com os atletas, não foi possível a utilização dos resultados antes de iniciar a coleta de dados, o que traria uma precisão maior aos dados da FC.

Aplicações práticas

Por se tratar de uma pesquisa com um grupo seleta de atletas profissionais, de uma equipe participante das divisões de elite do país considerado o número um do mundo na modalidade, o estudo pode contribuir substancialmente para o cenário acadêmico-prático. Além dos valores de referência apresentados para a modalidade com o dispositivo *Polar Team pro System*, que são inéditos na literatura nacional e internacional do vôlei de quadra masculino, o estudo aponta a possibilidade real do uso de variáveis de deslocamentos para o monitoramento da carga de trabalho no contexto prático. Pontuamos a seguir, algumas aplicações práticas objetivas dos resultados apresentados:

- Visualização global referente as demandas de carga externa e interna de trabalho dos jogos, envolvendo todo o processo de atividade de um jogo oficial (aquecimento e atividade principal);
- Utilização das métricas de deslocamentos por posição como valores de referência;
- Utilização dos resultados de carga de trabalho por posição como valores de referência;
- Adequação do processo de preparação nos treinamentos técnico-táticos em relação a demanda dos jogos para as variáveis de deslocamentos e carga de trabalho fisiológica;
- Adequação do processo de preparação nos treinamentos físicos em relação a demanda de deslocamentos e carga de trabalho fisiológica dos jogos para cada posição de atuação;
- Utilização no processo de monitoramento do treinamento as variáveis de deslocamentos: distância total e total de acelerações + desacelerações;

- Identificação das principais características físico-motoras das posições e utilização nas estratégias de desenvolvimento do treinamento e contratação de atletas;
- Criação de estratégias para aplicação de estímulos adicionais, baseados nos valores de referência do jogo ao grupo de atletas reservas que não apresentam acúmulos de demandas competitivas equivalentes aos atletas titulares;
- Utilização do dispositivo tecnológico para o monitoramento e gerenciamento do processo de treinamento e competições no voleibol de alto rendimento.

8 CONCLUSÃO

As análises de associação entre a carga de trabalho e as demandas de jogos competitivos são escassas na literatura atual do voleibol (TAYLOR et al., 2017). Importantes estudos na área do treinamento esportivo apontam a importância das investigações relacionadas às demandas da carga de trabalho do jogo nas mais diferentes modalidades de esportes coletivos (FOX et al., 2018). Além do direcionamento na preparação dos atletas de forma específica (posições de atuação), possibilitado pela interpretação dos dados provenientes do objetivo principal (o jogo, a competição), a validade ecológica dos dados oriundos da competição em comparação a investigações separadas do contexto competitivo (testes de performance; análises isoladas de treinamento) são indiscutíveis (FOX et al., 2018). Nesse sentido, os resultados discutidos no presente estudo ajudam a reforçar um cenário carente de investigações científicas, principalmente no voleibol de alto rendimento (TAYLOR et al., 2017). As análises de inúmeras variáveis de carga de trabalho externa e interna provenientes de uma equipe profissional de vôlei, com dados originados da rotina real de treinamentos e jogos competitivos, além do registro individualizado de cada atleta titular em sessões de treinos e jogos com o mesmo dispositivo tecnológico, fazem dessa investigação um estudo com alta validade ecológica na apresentação de seus dados. A partir dos resultados apresentados, baseados nos direcionamentos inicialmente propostos pelos objetivos do estudo, chegamos as seguintes conclusões:

- Conclui-se que as demandas de deslocamentos impostas aos atletas de todas as posições de atuação no voleibol foram superiores na situação de jogo em comparação as sessões de treinamento tático. As diferentes funções executadas pelos atletas das cinco posições do voleibol, impõem diferentes demandas de deslocamentos entre elas nos jogos e treinamentos. As posições de preparação (Levantador e Líbero), apresentaram demandas superiores de distância total percorrida e total de acelerações + desacelerações que as posições de ataque (Oposto, Central e Ponteiro) nos treinamentos e jogos.
- Conclui-se que as demandas de carga de trabalho fisiológica proveniente da análise da frequência cardíaca foram superiores na situação de jogo em comparação as sessões de treinamento tático. As diferentes funções

executadas pelos atletas das cinco posições do voleibol, impõem diferentes demandas de carga de trabalho fisiológica entre as mesmas nos jogos e treinamentos. Apesar do “Levantador” e “Líbero” apresentarem maiores demandas de carga externa em treinamentos e jogos, a posição de “Oposto” apresentou a maior demanda de carga interna em ambas as situações.

- A carga externa de deslocamentos realizadas por todas as posições apresentaram relação muito forte com a carga interna apresentada ao final das sessões de treinamentos, de forma ainda mais acentuada nas sessões de jogos. Dessa forma, conclui-se que os deslocamentos realizados pelos atletas de voleibol em quadra impactam diretamente a carga de trabalho final manifestada por eles.
- Parece haver uma relação direta do desempenho técnico-tático da equipe com a carga de trabalho final do jogo. Os resultados demonstraram que quanto maior era o percentual de *side-out* da equipe, menor era o valor de carga de trabalho apresentado pela equipe no jogo, e vice-versa.

Considerações finais

Por fim, podemos responder à pergunta inicial presente no título do trabalho aqui apresentado: “Treino é treino e jogo é jogo? Os resultados apresentados por este estudo, além de outras publicações no voleibol, demonstram que apesar do treinamento objetivar a preparação da equipe para o enfrentamento do jogo, as duas situações se mostram distintas em relação as variadas demandas impostas aos atletas. Em cima dessa provocação feita no título, e mediante os resultados apresentados, poderíamos questionar a seguinte situação: poderia a equipe investigada ter aplicado um baixo volume de treinamento em relação a demanda superior encontrada no registro dos jogos, e dessa forma ter errado no gerenciamento do treinamento? Diversas publicações com amostras altamente qualificadas retratando o cenário do treinamento de equipes de voleibol de alto rendimento, mostram que o volume aplicado a equipe no presente estudo está de acordo com o aplicado no Brasil e em outros países de tradição esportiva (90 a 120 minutos para o treino tático) (ANDRADE et al., 2018; DE FARIA et al., 2020a; DUARTE et al., 2019; HORTA et al., 2017a, 2019a; LIMA et al., 2020; RODRÍGUEZ-MARROYO et al., 2014; TAVARES et al., 2018). Além disso, como mencionado

anteriormente no estudo, o voleibol não é um esporte tempo-dependente. Ou seja, não sabemos quanto tempo vai durar um jogo. Dessa forma, fazendo uma analogia com o maratonista, o atleta não percorre a distância de uma maratona em suas rotinas diárias ou semanais de treino (FOKKEMA et al., 2020; HOFSTEDE et al., 2020). Ele se prepara acumulando volumes semanais próximos a distância oficial da prova, entretanto, dificilmente realiza uma sessão de treino correndo os 42.195 metros da prova oficial (FOKKEMA et al., 2020; HOFSTEDE et al., 2020). Não podemos esquecer de frisar, que quando utilizamos equipes de alto rendimento brasileiras para efeito de comparação, estamos utilizando parâmetros de trabalho do país que a praticamente duas décadas desponta como o número 1 no *ranking* de seleções da Federação Internacional de Vôlei (FIVB), sendo referência mundial para os mais diversos profissionais envolvidos no treinamento do voleibol.

Estudos com investigações relacionadas ao jogo em esportes coletivos, mostram que fatores contextuais diversos podem ser elementos adicionais que diferenciam as situações de jogos oficiais às sessões de treinamento (BELLINGER et al., 2021; CLEMENTE et al., 2019; GABBETT, 2008). No voleibol, estudos demonstraram que a motivação, nível de ativação mental, a pressão pelo resultado, o nível técnico do adversário são elementos adicionais da situação do jogo gerando um estado psicológico único daquela situação, difícil de ser reproduzida nas rotinas de treinamento (MANZANARES; ORTEGA; PALAO, 2015; PALAO; SANTOS; UREÑA, 2004; SILVA; LACERDA; JOÃO, 2014). Em muitas equipes, onde o desequilíbrio técnico entre os times titulares e reservas são maiores, o treinamento tático pode naturalmente oferecer uma exigência inferior sobre o contexto do jogo para os atletas titulares (DALEN; LORÅS, 2019; HORTA et al., 2017b; MANZANARES; ORTEGA; PALAO, 2015). Entretanto, mesmo não alcançando um cenário idêntico ao experimentado nos jogos oficiais no processo de treinamento, não existe outro caminho para a excelência nas competições que não seja treinar, e cada vez mais próximo da realidade do jogo. Nesse sentido, acreditamos que o estudo aqui apresentado fornece indicadores objetivos da demanda de deslocamentos e carga fisiológica que cada posição de atuação pode enfrentar em situações de treinamentos e jogos, podendo ser de grande valia para ajudar o processo de preparação dos atletas de voleibol.

9 REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. M. et al. Training Load and Recovery in Volleyball During a Competitive Season: **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1, out. 2018.

AOKI, M. S. et al. Monitoring training loads, mood states, and jump performance over two periodized training mesocycles in elite young volleyball players. **International Journal of Sports Science & Coaching**, v. 12, n. 1, p. 130–137, fev. 2017.

BARA FILHO, M. G. et al. Comparação de diferentes métodos de controle da carga interna em jogadores de voleibol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, n. 2, p. 143–146, abr. 2013.

BELLINGER, P. M. et al. Quantifying the Activity Profile of Female Beach Volleyball Tournament Match-Play. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 20, n. 1, p. 142–148, 2021.

BORGES, T. O. et al. Validation of the VERT wearable jump monitor device in elite youth volleyball players. **Biology of Sport**, v. 3, p. 239–242, 2017.

BOURDON, P. C. et al. Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. s2, p. S2-161-S2-170, abr. 2017.

BRANDÃO, F. M. et al. Comportamento da carga de treinamento, recuperação e bem-estar em atletas profissionais de voleibol em semanas com e sem jogos. **Educación Física y Ciencia**, v. 20, n. 4, p. e063, 28 fev. 2019.

BURGESS, D. J. The Research Doesn't Always Apply: Practical Solutions to Evidence-Based Training-Load Monitoring in Elite Team Sports. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. s2, p. S2-136-S2-141, abr. 2017.

CHALLOUMAS, D.; ARTEMIOU, A. Predictors of Attack Performance in High-Level Male Volleyball Players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 13, n. 9, p. 1230–1236, 1 out. 2018.

CHARLTON, P. C. et al. A simple method for quantifying jump loads in volleyball athletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 3, p. 241–245, mar. 2017.

CLAUDINO, J. G. et al. The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 4, p. 397–402, 2017.

CLEMENTE, F. 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**, v. 59, n. 3, fev. 2019.

COIMBRA, D. R. et al. Effect of Mindfulness Training on Fatigue and Recovery in Elite Volleyball Athletes: A Randomized Controlled Follow-Up Study. **Journal of Sports Science and Medicine**, p. 1–8, 1 mar. 2021.

DALEN, T. et al. Player Load, Acceleration, and Deceleration During Forty-Five Competitive Matches of Elite Soccer: **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 2, p. 351–359, fev. 2016.

DALEN, T. et al. Accelerations – a new approach to quantify physical performance decline in male elite soccer? **European Journal of Sport Science**, v. 19, n. 8, p. 1015–1023, 14 set. 2019.

DALEN, T.; LORÅS, H. Monitoring Training and Match Physical Load in Junior Soccer Players: Starters versus Substitutes. **Sports**, v. 7, n. 3, p. 70, 19 mar. 2019.

DAMJI, F. et al. Using the VERT wearable device to monitor jumping loads in elite volleyball athletes. **PLOS ONE**, v. 16, n. 1, p. e0245299, 22 jan. 2021.

DE ALCARAZ, A. G.; VALADÉS, D.; PALAO, J. M. Evolution of Game Demands From Young to Elite Players in Men's Volleyball. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 6, p. 788–795, jul. 2017.

DE FARIA, B. S. H. et al. Comparison of the training load of professional athletes between modes of volleyball specific drills and strength conditioning. **Journal of Physical Education**, v. 31, n. 1, 2020a.

DE FARIA, B. S. H. et al. Comparação da carga de treinamento de atletas profissionais entre modos de treinos específicos do voleibol e de força. **Journal of Physical Education**, v. 31, n. 1, 13 fev. 2020b.

DEBIEN, P. B. et al. Monitoring Training Load, Recovery, and Performance of Brazilian Professional Volleyball Players During a Season. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 13, n. 9, p. 1182–1189, 1 out. 2018.

DRIKOS, S. et al. Game variables that predict success and performance level in elite men's volleyball. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, p. 1–13, 1 jul. 2021.

DRIKOS, S.; ANGELONIDIS, Y.; SOBONIS, G. The role of skills in winning in different types of set in women's volleyball. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 18, n. 6, p. 950–960, 2 nov. 2018.

DUARTE, T. S. et al. Technical and Tactical Training Load in Professional Volleyball Players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 10, p. 1338–1343, 1 nov. 2019.

FLEDDERMANN, M.-T.; ZENTGRAF, K. Tapping the Full Potential? Jumping Performance of Volleyball Athletes in Game-Like Situations. **Frontiers in Psychology**, v. 9, p. 1375, 7 ago. 2018.

FOKKEMA, T. et al. Training for a (half-)marathon: Training volume and longest endurance run related to performance and running injuries. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 30, n. 9, p. 1692–1704, set. 2020.

FOSTER, C. et al. A New Approach to Monitoring Exercise Training. **J Strength Cond Res**, v. 15, n. 1, p. 109–115, 2001.

- FOSTER, C.; RODRIGUEZ-MARROYO, J. A.; DE KONING, J. J. Monitoring Training Loads: The Past, the Present, and the Future. **Monitoring Training Loads: The Past, the Present, and the Future**, v. 12, n. 2, p. S2-2-S2-8, 2017.
- FOX, J. L. et al. The Association Between Training Load and Performance in Team Sports: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 48, n. 12, p. 2743–2774, dez. 2018.
- FOX, J. L. et al. Validity of the Polar Team Pro Sensor for measuring speed and distance indoors. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 22, n. 11, p. 1260–1265, nov. 2019.
- FREITAS, V. H. et al. Sensitivity of Physiological and Psychological Markers to Training Load Intensi- fication in Volleyball Players. v. 13, n. 3, p. 571–579, 2014.
- FUCHS, P. X. et al. Movement characteristics of volleyball spike jump performance in females. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 22, n. 7, p. 833–837, jul. 2019.
- GABBETT, T. J. Do Skill-Based Conditioning Games Offer a Specific Training Stimulus for Junior Elite Volleyball Players?: **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 2, p. 509–517, mar. 2008.
- GABBETT, T. J. Influence of the Opposing Team on the Physical Demands of Elite Rugby League Match Play. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 6, p. 1629–1635, jun. 2013.
- GABBETT, T. J. The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 5, p. 273–280, mar. 2016.
- GONÇALVES, C. A. et al. Neuromuscular Jumping Performance and Upper-Body Horizontal Power of Volleyball Players: **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1, abr. 2019.
- GONZÁLEZ-SILVA, J. et al. Analysis of Setting Efficacy in Young Male and Female Volleyball Players. **Journal of Human Kinetics**, v. 53, n. 1, p. 189–200, 1 dez. 2016.
- GRÜNBICHLER, J. Workload efficiency as a new tool to describe external and internal competitive match load of a professional soccer team: A descriptive study on the relationship between pre-game training loads and relative match load. v. 20, n. 8, p. 1034–1041, 2019.
- HADDAD, M. et al. Session-RPE Method for Training Load Monitoring: Validity, Ecological Usefulness, and Influencing Factors. **Frontiers in Neuroscience**, v. 11, p. 612, 2 nov. 2017.
- HADDAD, M. Ecological Validation and Reliability of Hexoskin Wearable Body Metrics Tool in Measuring Pre-exercise and Peak Heart Rate During Shuttle Run Test in Professional Handball Players. **Frontiers in Physiology**, v. 11, p. 8, 2020.
- HOFSTEDDE, H. et al. In training for a marathon: Runners and running-related injury prevention. **Physical Therapy in Sport**, v. 41, p. 80–86, jan. 2020.
- HOPKINS, W. G. et al. Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 1, p. 3–12, jan. 2009.

HORTA, T. A. G. et al. INFLUÊNCIA DOS SALTOS VERTICAIS NA PERCEPÇÃO DA CARGA INTERNA DE TREINAMENTO NO VOLEIBOL. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 23, n. 5, p. 403–406, set. 2017a.

HORTA, T. A. G. et al. A carga interna de treinamento é diferente entre atletas de voleibol titulares e reservas? Um estudo de caso. **Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance**, v. 19, n. 4, p. 395, 7 nov. 2017b.

HORTA, T. A. G. et al. A carga interna de treinamento é diferente entre atletas de voleibol titulares e reservas? Um estudo de caso. **Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance**, v. 19, n. 4, p. 395, 7 nov. 2017c.

HORTA, T. A. G. et al. Perfil da carga de treinamento no voleibol de alto rendimento: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 41, n. 4, p. 419–426, out. 2019a.

HORTA, T. A. G. et al. 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**, v. 33, n. 12, p. 3392–3399, dez. 2019b.

HORTA, T. A. G. et al. TRAINING LOAD IMPACT ON RECOVERY STATUS IN PROFESSIONAL VOLLEYBALL ATHLETES. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 26, n. 2, p. 158–161, abr. 2020a.

HORTA, T. A. G. et al. Training Load Impact on Recovery Status in Professional Volleyball Athletes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 26, n. 2, p. 158–161, abr. 2020b.

HORTA T.A.G. et al. Season Impact on the Technical and Physical Training Load in Professional Volleyball. **International Journal of Sports and Exercise Medicine**, v. 7, n. 1, 28 fev. 2021.

IMPELLIZZERI, F. M. et al. Training Load and Injury: Part 1—The Devil Is in the Detail—Challenges to Applying the Current Research in the Training Load and Injury Field. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, p. 1–7, 1 ago. 2020a.

IMPELLIZZERI, F. M. et al. Training Load and Injury: Part 2—Questionable Research Practices Hijack the Truth and Mislead Well-Intentioned Clinicians. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, p. 1–17, 1 ago. 2020b.

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORÀ, S. M.; COUTTS, A. J. Internal and External Training Load: 15 Years On. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 2, p. 270–273, fev. 2019.

JOHNSON, T. M. et al. Effect of Four Different Starting Stances on Sprint Time in Collegiate Volleyball Players: **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2641–2646, out. 2010.

JOHNSTON, R. D.; GABBETT, T. J.; JENKINS, D. G. Influence of an intensified competition on fatigue and match performance in junior rugby league players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 16, n. 5, p. 460–465, set. 2013.

- KELLMANN, M. et al. Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 13, n. 2, p. 240–245, fev. 2018.
- KENTTÄ, G.; HASSMÉN, P. Overtraining and Recovery: A Conceptual Model. **Sports Medicine**, v. 26, n. 1, p. 1–16, 1998.
- LIMA, R. F. et al. External and internal Load and their Effects on Professional Volleyball Training. **International Journal of Sports Medicine**, p. a-1087-2183, 14 fev. 2020.
- LIMA, R. F.; PALAO, J. M.; CLEMENTE, F. M. Jump Performance During Official Matches in Elite Volleyball Players: A Pilot Study. **Journal of Human Kinetics**, v. 67, n. 1, p. 259–269, 5 jul. 2019.
- MACDONALD, K. et al. Validation of an inertial measurement unit for the measurement of jump count and height. **Physical Therapy in Sport**, v. 25, p. 15–19, maio 2017.
- MANZANARES, P.; ORTEGA, E.; PALAO, J. M. SPECIFICITY OF TECHNICAL AND TACTICAL TRAINING. A CASE STUDY IN VOLLEYBALL. **European Journal of Human Movement**, v. 34, p. 139–155, 2015.
- MARCORA, S. M.; STAIANO, W.; MANNING, V. Mental fatigue impairs physical performance in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 106, n. 3, p. 857–864, mar. 2009.
- MARQUES, M. C. et al. Physical Fitness Qualities of Professional Volleyball Players: Determination of Positional Differences. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 4, p. 1106–1111, jul. 2009.
- MARSZALEK, J. et al. Wheelchair Basketball Competition Heart Rate Profile According to Players' Functional Classification, Tournament Level, Game Type, Game Quarter and Playing Time. **Frontiers in Psychology**, v. 10, p. 1–12, 2019.
- MCGOWAN, C. J. et al. Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. **Sports Medicine**, v. 45, n. 11, p. 1523–1546, nov. 2015.
- MCLAREN, S. J. et al. A detailed quantification of differential ratings of perceived exertion during team-sport training. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 3, p. 290–295, 2017.
- MCLAREN, S. J. et al. The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 48, n. 3, p. 641–658, mar. 2018.
- MEEUSEN, R.; DUCLOS, M.; FOSTER, C. Prevention, Diagnosis, and Treatment of the Overtraining Syndrome: Joint Consensus Statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 45, n. 1, p. 186–205, jan. 2013.
- MENASPÀ, P. Are rolling averages a good way to assess training load for injury prevention? **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 7, p. 618.1-619, abr. 2017.

- MENDES, B. 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**, v. 26, n. 4, p. 462–473, 2 out. 2018.
- MORTATTI, A. L. et al. Does a congested fixture schedule affect psychophysiological parameters in elite volleyball players? **Science & Sports**, v. 33, n. 4, p. 258–264, set. 2018.
- MROCZEK, D. et al. Analysis of Male Volleyball Players' Motor Activities During a Top Level Match. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 8, p. 2297–3205, 2014.
- MUJKA, I. et al. An Integrated, Multifactorial Approach to Periodization for Optimal Performance in Individual and Team Sports. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 13, n. 5, p. 538–561, 1 maio 2018.
- NAKAMURA, F. Y.; MOREIRA, A.; AOKI, M. S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? **Revista da Educação Física/UEM**, v. 21, n. 1, p. 1–11, 27 mar. 2010.
- NUNES, R. F. et al. Match analysis and heart rate of top-level female beach volleyball players during international and national competitions. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 60, n. 2, 2020.
- PALAO, J. M. et al. Establishing Technical and Tactical Performance Goals for Elite Male Volleyball Players. **Central European Journal of Sport Sciences and Medicine**, v. 21, p. 5–12, 2018.
- PALAO, J. M. Side-out success and ways that points are obtained in women's college volleyball. **Journal of Sports Analytics**, v. 4, n. 4, p. 243–250, 29 nov. 2018.
- PALAO, J. M.; SANTOS, J. A.; UREÑA, A. Effect of team level on skill performance in volleyball. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 4, n. 2, p. 50–60, dez. 2004.
- PALAO, J. M.; VALADES, D. Testing Protocol for Monitoring Spike and Serve Speed in Volleyball: **Strength and Conditioning Journal**, v. 31, n. 6, p. 47–51, dez. 2009.
- PANDURO, J. et al. Physical performance and loading for six playing positions in elite female football: full-game, end-game, and peak periods. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, p. sms.13877, 2021.
- PAULO, A. et al. Predicting Volleyball Serve-Reception. **Frontiers in Psychology**, v. 7, p. 1–9, 2016.
- PAWLIK, D. et al. Jumping Flying Distance and Jump Performance of Elite Male Volleyball Players at FIVB Volleyball Men's World Championship. **Applied Sciences**, v. 10, p. 2045, 18 mar. 2020.
- POLLAK, K. A. et al. Exogenously applied muscle metabolites synergistically evoke sensations of muscle fatigue and pain in human subjects: Synergistic metabolites evoke muscle pain and fatigue. **Experimental Physiology**, v. 99, n. 2, p. 368–380, 1 fev. 2014.

- RAMOS, A. et al. How players exploit variability and regularity of game actions in female volleyball teams. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 4, p. 473–481, 21 abr. 2017.
- REESER, J. C.; BAHR, R. **Handbook of Sports Medicine and Science Volleyball**. 2. ed. [s.l.] John Wiley & Sons Ltd, 2017.
- REINHARDT, L. et al. Enhanced sprint performance analysis in soccer: New insights from a GPS-based tracking system. **PLOS ONE**, v. 14, n. 5, p. e0217782, 31 maio 2019.
- RODRÍGUEZ-MARROYO, J. A. et al. Correspondence Between Training Load Executed by Volleyball Players and the One Observed by Coaches: **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 6, p. 1588–1594, jun. 2014.
- ROHLFS, I. C. P. DE M. et al. A Escala de Humor de Brunel (Brums): instrumento para detecção precoce da síndrome do excesso de treinamento. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 14, n. 3, p. 176–181, 2008.
- SAPP, R. M. et al. Laboratory and Match Physiological Data From an Elite Male Collegiate Soccer Athlete: **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 10, p. 2645–2651, out. 2017.
- SCHNEIDER, C. et al. Heart Rate Monitoring in Team Sports—A Conceptual Framework for Contextualizing Heart Rate Measures for Training and Recovery Prescription. **Frontiers in Physiology**, v. 9, p. 639, 31 maio 2018.
- SCHWELLNUS, M. et al. How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 17, p. 1043–1052, set. 2016.
- SCOTT, B. R. et al. Training Monitoring for Resistance Exercise: Theory and Applications. **Sports Medicine**, v. 46, n. 5, p. 687–698, maio 2016.
- SCOTT, M. T. U.; SCOTT, T. J.; KELLY, V. G. The validity and reliability of global positioning systems in team sport: a brief review. v. 30, n. 5, p. 21, 2016.
- SHEPPARD, J. M.; GABBETT, T. J.; STANGANELLI, L.-C. R. An Analysis of Playing Positions in Elite Men’s Volleyball: Considerations for Competition Demands and Physiologic Characteristics. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 6, p. 1858–1866, 2009.
- SHEPPARD, J. M.; NEWTON, R. U. Long-Term Training Adaptations in Elite Male Volleyball Players: **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 8, p. 2180–2184, ago. 2012.
- SILVA, L. M. et al. Effects of Warm-Up, Post-Warm-Up, and Re-Warm-Up Strategies on Explosive Efforts in Team Sports: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 48, n. 10, p. 2285–2299, out. 2018.
- SILVA, M.; LACERDA, D.; JOÃO, P. V. Game-Related Volleyball Skills that Influence Victory. **Journal of Human Kinetics**, v. 41, n. 1, p. 173–179, 8 jul. 2014.

SKAZALSKI, C. et al. A valid and reliable method to measure jump-specific training and competition load in elite volleyball players. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 5, p. 1578–1585, maio 2018.

SKAZALSKI, C.; WHITELEY, R.; BAHR, R. High jump demands in professional volleyball-large variability exists between players and player positions. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 11, p. 2293–2298, nov. 2018.

STAGNO, K. M.; THATCHER, R.; VAN SOMEREN, K. A. A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. **Journal of Sports Sciences**, v. 25, n. 6, p. 629–634, abr. 2007.

SUCHOMEL, T. J.; NIMPHIUS, S.; STONE, M. H. The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. **Sports Medicine**, v. 46, n. 10, p. 1419–1449, out. 2016.

TAVARES, F. et al. Wellness, muscle soreness and neuromuscular performance during a training week in volleyball athletes. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 58, n. 12, nov. 2018.

TAYLOR, J. B. et al. Activity Demands During Multi-Directional Team Sports: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2533–2551, dez. 2017.

TIMOTEO, T. F. et al. Impact of Consecutive Games on Workload, State of Recovery and Well-Being of Professional Volleyball Players. v. 20, n. 130–140, p. 11, 2017.

TIMOTEO, T. F. et al. Influence of Workload and Recovery on Injuries in Elite Male Volleyball Players: **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1, ago. 2018.

VLANTES, T. G.; READDY, T. Using Microsensor Technology to Quantify Match Demands in Collegiate Women's Volleyball: **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 12, p. 3266–3278, dez. 2017.

WILLIAMS, S. et al. Better way to determine the acute:chronic workload ratio? **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 3, p. 209–210, fev. 2017.

ANEXO I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa “Uso de dispositivo tecnológico no monitoramento do treino e competições no voleibol de alto rendimento”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é possibilidade de registro e análise de diversas variáveis de deslocamentos no processo de treinamento e jogos no voleibol, que poderá fornecer informações precisas para a adequação do treinamento imposto a vocês atletas. Nesta pesquisa pretendemos analisar através do dispositivo *Polar Team Pro System* as demandas fisiológicas e fisicomotoras de uma equipe profissional de voleibol em uma temporada competitiva.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você: avaliação física inicial composta de avaliações da composição corporal, fisioterápica (mobilidade) e cardiorrespiratória (teste de corrida). Além disso, vocês atletas serão monitorados em todas as sessões de treino e jogos com o dispositivo *Polar Team Pro System*, que consiste no uso de uma cinta elástica no tórax que contém um sensor acoplado para o monitoramento dos deslocamentos e dados fisiológicos. Esta pesquisa tem alguns riscos, que são riscos de lesões inerentes a prática do voleibol, como: entorses de joelho e tornozelo, lesões musculares, lesões traumáticas e por esforços repetitivos. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, a comissão técnica da equipe estará de forma direta monitorando e analisando todo o processo de treinamento dos atletas. A pesquisa pode ajudar no melhor conhecimento das variáveis derivadas dos deslocamentos, que ainda são desconhecidos no voleibol e podem ser de grande relevância para os profissionais envolvidos (atletas, treinadores e preparadores físicos) no processo de treino.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano causado por atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20____

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Pesquisador Responsável: Thiago Andrade Goulart Horta
Campus Universitário da UFJF
Faculdade/Departamento/Instituto: Faculdade de Educação Física e Desportos - FAEFID
CEP: 36036-900
Fone: (32) 98830-0982
E-mail: thiagogoulart198@yahoo.com.br

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF
Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

ANEXO II – PARECER CEP/UFJF



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Uso de dispositivo tecnológico no monitoramento do treino e competições no voleibol de alto rendimento

Pesquisador: THIAGO ANDRADE GOULART HORTA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 30686220.6.0000.5147

Instituição Proponente: Faculdade de Educação Física

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.000.202

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa.

Apresentação do Projeto

"O estudo de delineamento longitudinal analisará aspectos fisiológicos e físciomotores da rotina de treinos e jogos de uma temporada competitiva de atletas de uma equipe profissional de voleibol. A amostra compreenderá atletas profissionais de voleibol do sexo masculino, de uma equipe participante da Superliga B, que é uma competição nacional de voleibol que dá o acesso a principal divisão competitiva do vôlei no Brasil.

O monitoramento dos aspectos anteriormente citados será realizado através do dispositivo Polar Team Pro System (PTPS), um sistema de micros sensores de alta tecnologia para medir demandas de velocidade e distância de equipes de esportes coletivos com prática em ambientes fechados. A abordagem metodológica a ser utilizada no estudo se trata do método mais moderno e indicado nas publicações atuais de referência. Entretanto, existe uma carência de pesquisas acadêmicas com resultados do uso dessa ferramenta com equipes profissionais de voleibol".

Endereço: JOSE LOURENÇO KELMER S/N
 Bairro: SÃO PEDRO CEP: 36.038-900
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA
 Telefone: (32)2102-3788 Fax: (32)1102-3788 E-mail: cep@propesq@ufjf.edu.br

**ANEXO III – ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO
 (PSE da sessão).**

Classificação	Descritor
0	Repouso
1	Muito, Muito Fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um Pouco Difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito Difícil
8	-
9	-
10	Máximo

Escala CR-10 adaptada de BORG 1982.