

**COMPARAÇÃO DE PARÂMETROS BIOLÓGICOS EM AMBIENTE
DOMICILIAR E EM CENTRO DE TREINAMENTO DURANTE A FASE
PREPARATÓRIA DE PARATLETAS DE VÔLEI SENTADO PARA OS JOGOS
PARALÍMPICOS DE PARIS DE 2024**

**COMPARISON OF BIOLOGICAL PARAMETERS IN HOME-BASED AND
TRAINING CENTER SETTINGS DURING THE PREPARATORY PHASE OF
SITTING VOLLEYBALL PARA-ATHLETES FOR THE 2024 PARIS
PARALYMPIC GAMES**

**COMPARACIÓN DE PARÁMETROS BIOLÓGICOS EN EL HOGAR Y EN EL
CENTRO DE ENTRENAMIENTO DURANTE LA FASE PREPARATORIA DE
ATLETAS DE VOLEIBOL SENTADO PARA LOS JOGOS PARALÍMPICOS DE
PARÍS 2024**



10.56238/sevened2026.002-011

Ingrid Vitória Barnabé da Silva Guedes

Graduação

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: ingridvbguedes@gmail.com

Orcid: 0009-0006-2643-0959

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1314905164981547>

Rafaella de Andrade Monteiro

Graduação

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: rafaelladeandrademonteiro@gmail.com

Orcid: 0009-0001-0402-8380

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3962309068805759>

Caroline de Cássia Batista de Souza

Mestrado

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: carolinecbsouza@gmail.com

Orcid: 0000-0002-3607-1009

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3359021816456854>

Vinícius José Guimarães do Carmo

Especialista

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: vinicius99guimaraes@gmail.com

Orcid: 0000-0002-5707-8277

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1839075516909728>

Lucas Paulino da Silva

Graduação

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: lucas.paulinosilva@ufpe.br

Orcid: 0009-0007-9485-4275

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/3273313590149123>

Wesley Lemos Lira de Souza

Graduação

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: Wesley.lemos@ufpe.br

Orcid: 0009-0008-5449-4671

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4589976220675833>

Betuel Gomes da Silva

Mestre

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: betuel.gomes@ufpe.br

Orcid: 0009-0002-4834-0859

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7570110886165946>

Mariana Tereza de Albuquerque Santos

Graduação

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: mariana.albuquerque.santos@ufpe.br

Orcid: 0009-0005-0468-2752

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5160380010164241>

Pamella da Silva

Mestre

Instituição: Universidade Federal de São Paulo

E-mail: pamella.silva@unifesp.br

Orcid: 0009-0004-7656-781X

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/5885183899561154>

Luciana Moraes Studart-Pereira

Doutorado

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: luciana.studart@ufpe.br

Orcid: 0000-0003-0030-1463

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8844902526466020>

Renato de Souza Melo

Doutorado

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: renatomelo10@hotmail.com

Orcid: 0000-0002-6776-3606

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3653836933415249>

Ana Paula de Lima Ferreira

Doutorado

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: ana.lferreira@ufpe.br

Orcid: 0000-0002-0925-0183

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6897040612795918>

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar e comparar os parâmetros biológicos de paratletas de vôlei sentado em ambiente domiciliar e durante concentração em Centro de treinamento durante a fase preparatória das Paralimpíadas de Paris realizadas em 2024. Os dados foram obtidos através de tecnologia vestível do tipo Smartwatch, modelo Garmin Forerunner 245® e RX de dupla energia ou Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DXA), GE Healthcare®, Lunar Prodigy Advance. A amostra foi composta por 12 atletas da seleção brasileira feminina de vôlei sentado que foram monitoradas pelo smartwatch durante os 90 dias que antecederam as Paralimpíadas de Paris em 2024. Os parâmetros registrados foram a frequência cardíaca mínima (FCMIN) e máxima (FCMAX), frequência cardíaca média durante o treino, calorias em repouso, ativas e totais, body battery, nível de estresse diário (ED) e a composição corporal. Os resultados demonstraram que no centro de treinamento, as atletas tiveram valores significativamente mais altos de FCMAX ($135 \pm 10,7$ bpm) e de calorias totais, em comparação ao ambiente domiciliar ($p < 0,05$). Foram identificadas correlações diretamente proporcionais entre o estresse diário e energia corporal ($r = 0,66$; $p = 0,02$). Dessa forma foi possível observar maior gasto energético no Centro de Treinamento, relacionado à intensidade dos treinos, correlação inversa entre recuperação energética e estresse fisiológico e associações positivas entre gasto calórico total e massa magra, e entre gasto calórico e massa gorda.

Palavras-chave: Dispositivos Vestíveis. Paratletas. Monitorização Fisiológica.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate and compare the biological parameters of sitting volleyball para-athletes in home settings and during a training camp at a Training Center, during the preparatory phase for the 2024 Paris Paralympic Games. Data were collected using wearable technology (Garmin Forerunner 245® smartwatch) and Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DXA), GE Healthcare®, Lunar Prodigy Advance. The sample consisted of 12 athletes from the Brazilian women's sitting volleyball national team, who were monitored with the smartwatch over the 90 days preceding the 2024 Paris Paralympics. The parameters recorded included minimum (HRMIN) and maximum heart rate (HRMAX), average heart rate during training, resting, active, and total calories, body battery, daily stress level (DS), and body composition. The results showed that at the training center, athletes presented significantly higher HRMAX values (135 ± 10.7 bpm) and total calorie expenditure compared to the home setting ($p < 0.05$), and a direct correlation was identified between daily stress

and body energy ($r = 0.66$; $p = 0.02$). Thus, greater energy expenditure was observed at the training center, related to the intensity of training sessions, an inverse correlation between energy recovery and physiological stress, and positive associations between total caloric expenditure and lean mass, as well as between caloric expenditure and fat mass.

Keywords: Wearable Electronic Devices. Para-athletes. Monitoring Physiologic.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar y comparar los parámetros biológicos de atletas de voleibol sentado en un entorno doméstico y durante el entrenamiento en un centro de entrenamiento durante la fase preparatoria para los Juegos Paralímpicos de París 2024. Los datos se obtuvieron mediante tecnología wearable, como el reloj inteligente Garmin Forerunner 245®, y la absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) de GE Healthcare®, Lunar Prodigy Advance. La muestra consistió en 12 atletas de la selección brasileña femenina de voleibol sentado, monitorizadas mediante el reloj inteligente durante los 90 días previos a los Juegos Paralímpicos de París 2024. Los parámetros registrados fueron la frecuencia cardíaca mínima (FC_{mín}) y máxima (FC_{máx}), la frecuencia cardíaca media durante el entrenamiento, las calorías en reposo, activas y totales, la batería corporal, el nivel de estrés diario (ESD) y la composición corporal. Los resultados demostraron que, en el centro de entrenamiento, los atletas presentaron valores significativamente más altos de frecuencia cardíaca máxima ($135 \pm 10,7$ lpm) y consumo total de calorías, en comparación con el entorno doméstico ($p < 0,05$). Se identificaron correlaciones directamente proporcionales entre el estrés diario y la energía corporal ($r = 0,66$; $p = 0,02$). Por lo tanto, se observó un mayor gasto energético en el centro de entrenamiento, relacionado con la intensidad del entrenamiento, una correlación inversa entre la recuperación energética y el estrés fisiológico, y asociaciones positivas entre el gasto calórico total y la masa magra, y entre el gasto calórico y la masa grasa.

Palabras clave: Dispositivos Portátiles. Paraatletas. Monitorización Fisiológica.

1 INTRODUÇÃO

O voleibol sentado é uma versão adaptada do voleibol convencional e foi desenvolvido para que pessoas com deficiência pudessem praticar o esporte. As regras permanecem as mesmas do vôlei convencional, com exceção de que os jogadores devem estar com as nádegas no chão ao jogar a bola e o saque pode ser bloqueado [1].

O monitoramento dos parâmetros biológicos de atletas de vôlei sentado é um recurso pertinente para avaliar a saúde, *performance* e condições de treinamento. Na literatura recente [2], os dispositivos vestíveis vêm sendo amplamente utilizados em atletas.

Nesse contexto, o monitoramento obtido por dispositivos vestíveis, incluindo os *smartwatches*, tem sido mencionado como uma tendência mundial, que vêm crescendo desde 2016 [3]. A popularização desses dispositivos se dá principalmente por serem de fácil usabilidade e acessíveis, sendo usados majoritariamente para monitorar frequência cardíaca (FC), FC durante o exercício, gasto energético e tempo ativo e sono [4;5;6].

Um estudo [7] utilizou um monitor cardíaco de cinta peitoral para monitorar a frequência cardíaca de atletas de *badminton* durante diferentes métodos de treinamento e partidas oficiais. Os resultados indicaram que as partidas oficiais impõem maior exigência fisiológica, sendo observada uma maior porcentagem da frequência cardíaca máxima em atletas da equipe feminina, quando em comparação a porcentagem da frequência cardíaca máxima registrada durante os treinos. Estudos semelhantes não são observados na literatura de modalidades paralímpicas.

Assim como o monitoramento de parâmetros biológicos é importante para o acompanhamento de atletas, a avaliação da composição corporal é de grande relevância [8]. Sabe-se que o percentual baixo de massa gorda pode significar uma melhor *performance* de atletas de vôlei convencional, visto que o desempenho no salto vertical está inversamente relacionado com o percentual de gordura corporal [9]. Supõe-se que o mesmo se aplica a atletas de vôlei sentado, como demonstra [8], que concluiu que um menor percentual de gordura está associado a uma melhor performance nos testes de sprint realizados por paratletas.

Outra lacuna observada na literatura é a ausência de estudos comparativos sobre o comportamento de parâmetros biológicos em ambiente domiciliar e em centros de treinamentos de paratletas. Mesmo reconhecendo-se o fato que o fator ambiental pode influenciar os parâmetros biológicos e por consequência, o desempenho de atletas, não existem estudos comparativos sobre esses parâmetros durante fases preparatórias de competições em paratletas de alto rendimento. Diante desse cenário, o objetivo desse estudo foi avaliar e comparar os parâmetros biológicos de atletas de vôlei sentado em ambiente domiciliar e em Centro de treinamento durante a fase preparatória para as Paralimpíadas de Paris 2024.

2 MÉTODOS

Trata-se de um estudo longitudinal, descritivo-analítico, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco (parecer nº 3.373.611), em conformidade com a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Todas as participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A amostra foi composta por 12 paratletas da Seleção Brasileira Feminina de Vôlei Sentado (SBFVS), convocadas pela Confederação Brasileira de Voleibol para Deficientes (CBVD) para as Paralimpíadas de Paris 2024. Os critérios de inclusão foram: ser confederada pela CBVD e ter sido convocada para participar das Paralimpíadas de Paris em 2024. O critério de exclusão adotado foi a recusa em participar do estudo.

A coleta de dados ocorreu após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelas atletas, que previamente foram informadas sobre os objetivos do estudo. Em seguida, elas preencheram uma ficha de anamnese, tiveram seus dados sociodemográficos registrados e receberam os relógios. As informações sociodemográficas foram obtidas por autorrelato e incluíram idade, estado civil, tempo de diagnóstico e classe funcional esportiva. Para a avaliação antropométrica e da composição corporal, foram mensurados peso, altura e, por meio da densitometria por dupla emissão de raios X (DXA – GE Healthcare®), quantificados os componentes corporais: gordura, osso e massa magra, incluindo músculos, vísceras e água.

As atletas tiveram seus dados biológicos monitorados por meio de um smartwatch (Forerunner 245, Garmin®, EUA) ao longo dos 90 dias que antecederam os Jogos Paralímpicos de Paris 2024. O monitoramento foi realizado de forma remota, por meio da plataforma do fabricante, e as atletas receberam orientações diárias para manter o dispositivo atualizado, utilizando-o continuamente, exceto durante o banho e o carregamento. A sincronização dos dados era acompanhada em tempo real por uma equipe de três pesquisadores, que acessava o sistema Garmin Connect e atualizava diariamente uma planilha no Excel. Para garantir o uso adequado do equipamento, foram realizadas checagens *in loco* durante as semanas de treinamento.

Os parâmetros biológicos monitorados pelo smartwatch incluíram frequência cardíaca mínima (FCMIND), máxima (FCMAXD) e média durante o treino (FCMEDT), estresse diário (ED), calorias totais (CALTOT), em repouso (CALREP) e ativas (CALATV), além de energia baixa (EB) e alta (EA). Segundo o fabricante Garmin [10], o estresse diário é determinado pela variabilidade da frequência cardíaca e pode ser influenciado por atividades como treino e sono, auxiliando a atleta a decidir sobre a intensidade do treino. A variável body battery indica a reserva energética do corpo com base em dados de estresse, atividade física, repouso e sono. Níveis altos de energia sugerem boa disposição após repouso, enquanto níveis baixos indicam desgaste físico, estresse ou privação de sono [11].

2.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram inicialmente armazenados no programa Excel, submetidos a dupla checagem e, em seguida, transferidos para análise estatística no software Jamovi (versão 2.6.44). A verificação da normalidade das variáveis foi realizada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Para descrever a tendência central dos dados, foram calculadas médias e desvios padrão, além da apresentação de valores absolutos e percentuais. A comparação dos parâmetros biológicos entre o ambiente domiciliar e o centro de treinamento foi conduzida por meio do teste t de Student para variáveis paramétricas e pelo teste de Wilcoxon para variáveis não paramétricas. Os resultados foram expressos com seus respectivos intervalos de confiança e considerados estatisticamente significativos quando $p < 0,05$. A análise de correlação foi utilizada para verificar a associação linear entre as variáveis. O coeficiente de correlação (r) expressa a direção da relação: valores positivos ($r > 0$) indicam correlação direta, valores negativos ($r < 0$) indicam correlação inversa e $r = 0$ sugere ausência de correlação. A força da correlação é expressa pelo valor de r , que pode variar de 0,00 a 1,00. A força da correlação varia de desprezível ($r < 0,10$) a perfeita ($r > 0,90$) [12].

3 RESULTADOS

Na tabela 1 estão descritos os dados sociodemográficos, composição corporal e outros dados gerais da amostra em estudo. Das 12 atletas incluídas na pesquisa, houve a perda de 1 atleta, devido ao desenvolvimento de um processo alérgico inerente ao uso do *smartwatch*. Por essa razão, a amostra analisada foi composta por 11 atletas que tinham média de idade de 38 ($\pm 6,23$) anos e praticavam o vôlei sentado em média há 14,1 ($\pm 4,21$) anos. A quantidade de massa magra e gorda em gramas foi em média 47,8 ($\pm 6,55$) e 22,9 ($\pm 8,17$), respectivamente. Das 11 atletas, 9 (81,8%) estavam classificadas como VS1 e 2 (18,2%) como VS2. Quando questionadas se já jogaram vôlei de pé, 6 (54,5%) atletas afirmaram que sim.

Tabela 1 Caracterização sócio demográfica, de composição corporal, classificação funcional esportiva e diagnóstico clínico das atletas de Vôlei Sentado (n=11).

Variáveis	Média $\pm$ DP	Valor mínimo	Valor máximo
Idade(anos)	38,0 $\pm$ 6,23	26	47
Altura(cm)	172 $\pm$ 7,26	160	182
Peso(KG)	72,5 $\pm$ 13,8	51,4	91,1
IMC(kg/h ²)	24,5 $\pm$ 4,18	19,6	31,5
Tempo de lesão (anos)	22,1 $\pm$ 9,24	11	36
Tempo de prática VS (anos)	14,1 $\pm$ 4,21	7	20
Composição corporal			
DxaMT (g)	73,2 $\pm$ 14,2	53	92,8
Dxa MMGG (g)	47,8 $\pm$ 6,55	67,7	56,3
Dxa MGG (g)	22,9 $\pm$ 8,17	12,9	35,8
Dxa DMO (g/cm ²)	1,23 $\pm$ 0,10	1,09	1,40
VFC BASAL (bpm)	33,5 $\pm$ 16,9	18,0	76,0
VO2MAXT (kg/min)	37,3 $\pm$ 5,69	31,0	49,0
METST	11,1 $\pm$ 2,21	9	14

	(n)	(%)
DxaAG		
Androide	2	18,2
Ginoide	9	81,8
Estado civil		
Solteira	6	54,5
Casada	5	45,5
JVP		
Sim	6	54,5
Não	5	45,5
CFE		
VS1	9	81,8
VS2	2	18,2
Diagnóstico		
Amp. Transtibial	1	9,1
Amp. Transfemoral	2	18,2
Seq. de politraumat.	1	9,1
Dismielia	2	18,2
LNP	2	18,2
Lesão medular	1	9,1
Lesão plexo braquial	1	9,1
Sínd. Guillain Barré	1	9,1

IMC=índice de massa corporal; Anos de prática VS=anos de prática de vôlei sentado; DXA MT=massa total; Dxa MMGG=massa magra; Dxa MGG=massa gorda; Dxa DMO=densidade mineral óssea; DxaAG=característica ginecoide ou androide; JVP=jogou vôlei de pé; CFE=classe funcional esportiva; VFC Basal=variação da frequência cardíaca em repouso; VO2MAXT= volume máximo de oxigênio; METST= equivalente metabólico. DP= desvio padrão; =número.

Fonte: Autores.

A comparação dos dados biológicos obtidos em domicílio e em Centro de treinamento estão demonstradas na Tabela 2. Houve diferença estatisticamente significativa ($p<0,05$) na Frequência cardíaca mínima (FCMIND), que demonstrou ser mais elevada em CTP (60.2 ± 7.82) do que em domicílio (58.2 ± 9.70). Da mesma forma, a Frequência cardíaca máxima (FCMAXD) se manteve superior ($135\pm10,7$) durante o período em que as atletas estavam em CTP. O gasto calórico contabilizado pela variável de calorias totais (CALTOT) foi maior em CTP, com uma diferença de 342,32 calorias quando comparado ao ambiente domiciliar.

Tabela 2 Dados biológicos dimensionados por Wearable, coletados no Centro de Treinamento Paralímpico e em domicílio das atletas de Vôlei Sentado (n=11).

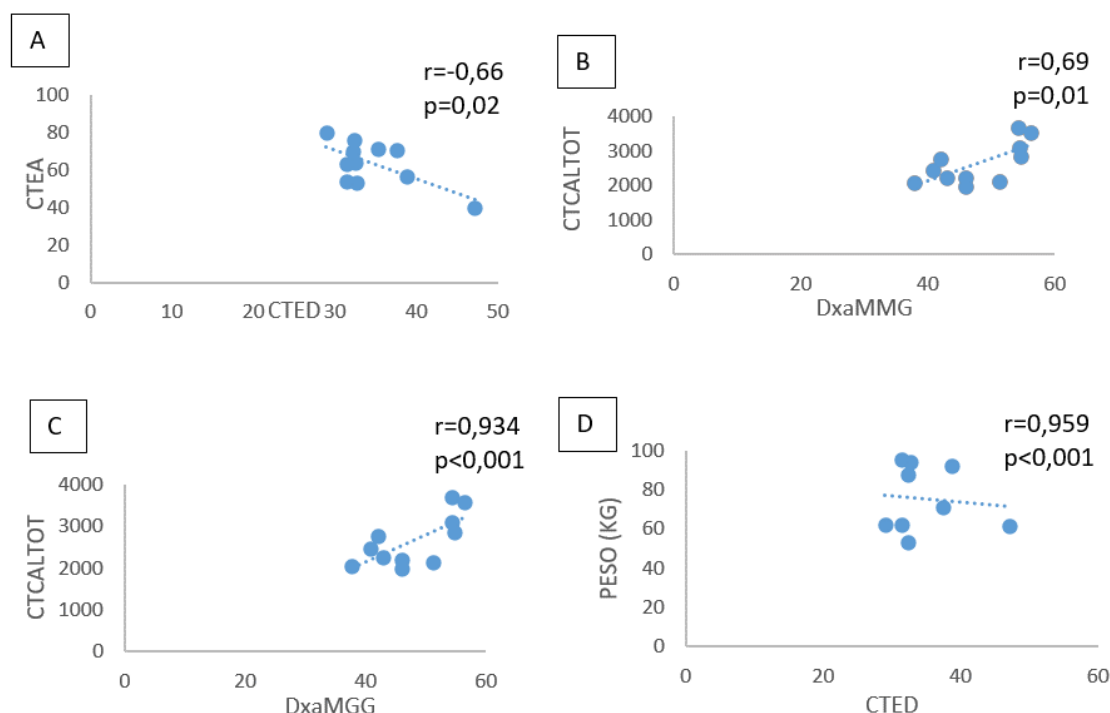
Variável	CTP	Domicílio	Diferença	95% IC		p-Valor
				inferior	superior	
FCMIND	60,2±7,82	58,2±9,70	2,00	0,12	3,88	0,039*
FCMAXD	135±10,7	122±13,5	12,77	2,40	23,15	0,021*
FCMEDT	111±8,36	113±13,9	-1,976	-11,04	7,09	0,638
ED	34,6±5,02	34,3±7,49	0,23	-3,25	3,71	0,885
CALTOT	2644±604	2301±501	342,32	185,13	499,523	<.001*
CALREP	1818±220	1843±233	-24,63	-52,81	3,54	0,08
CALATV	842±447	453±319	388,28	215,64	560,92	<.001*
EB	8,51±3,46	13,9±4,50	-5,42	-8,70	-2,14	0,004*
EA	63,7±11,8	69,7±14,1	-5,99	-12,37	0,37	0,06

CT=Centro de Treinamento Paralímpico; IC=intervalo de confiança; FCMIND=Freqüência cardíaca mínima - dia ; FCMAXD=Freqüência cardíaca máxima - dia; FCMEDT=Freqüência cardíaca média - treino; ED=Estresse diário; CALTOT=Calorias totais; CALREP=calorias em repouso; CALATV=calorias ativas; EB=Energia baixa; EA=Energia alta...*estatisticamente significativa.. Os dados estão apresentados em média±desvio padrão para variáveis. O teste t de student foi usado para as variáveis com distribuição normal e o teste de Wilcoxon para variáveis não paramétricas.

Fonte: Autores.

Na figura 1 pode-se observar uma associação inversamente proporcional entre CTEA x CTED e diretamente proporcional entre CTALTOT x DXAMMG; CTCALT x DxaMGG e Peso x CTED.

Figura 1 - Correlações (A) Energia alta x Estresse diário; (B) Calorias totais x quantidade de massa magra; (C) Calorias totais x quantidade de massa gorda em gramas; (D) Peso x Estresse no Centro de Treinamento Paralímpico (n=11). CTEA= energia alta em centro de treinamento; CTED= estresse diário em centro de treinamento; CTCALTOT= calorias totais em centro de treinamento; DxaMMG= massa magra; DxaMGG= massa gorda.



Fonte: Autores.

4 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar e comparar os parâmetros biológicos de paratletas da Seleção Brasileira Feminina de Vôlei Sentado em dois contextos: o ambiente domiciliar e a concentração de treinamento, durante a fase preparatória para as Paralimpíadas de Paris 2024. Os principais achados demonstraram maior gasto energético no Centro de Treinamento, relacionado à intensidade dos treinos. Houve correlação inversa entre recuperação energética e estresse fisiológico, sugerindo que melhor recuperação está associada a menor estresse. Verificaram-se ainda associações positivas entre gasto calórico total e massa magra, e entre gasto calórico e massa gorda, esta última possivelmente influenciada por condições relacionadas às deficiências físicas das atletas e/ou à baixa adesão a práticas alimentares adequadas, possivelmente decorrente do desconhecimento sobre a composição calórica e nutricional ideal à cada atleta.

No centro de treinamento, as variáveis de frequência cardíaca máxima (FCMAX) e mínima (FCMIN) apresentaram valores significativamente superiores em comparação ao ambiente domiciliar. Esse aumento pode estar relacionado à maior intensidade e volume das sessões de treino conduzidas em Centro de treinamento, que impõe maiores demandas fisiológicas ao sistema cardiovascular. Por meio de estudos [13], foi possível observar o comportamento da frequência cardíaca durante jogos de voleibol, demonstrando sua utilidade no monitoramento da carga de treino em atletas convencionais. No entanto, ainda são escassas as investigações que aplicam esse tipo de monitoramento em paratletas, o que evidencia uma lacuna relevante na literatura científica.

O maior gasto energético (CALTOT e CALATV) que as atletas apresentaram no período em que estiveram no Centro de treinamento, quando comparado ao observado no período que elas estiveram em seus domicílios pode ser atribuída a exposição mais intensa aos treinamentos. O acompanhamento desses dados é fundamental para monitorar as mudanças fisiológicas decorrentes das exigências impostas pelo ambiente de treinamento, bem como para avaliar o estado de saúde das atletas e garantir a manutenção de níveis adequados de energia disponível. Essa relevância é corroborada por um estudo [14], que destacou a importância de fornecer orientação nutricional adequada durante os anos de desenvolvimento esportivo a fim de equalizar consumo e gasto calórico com o objetivo de atender as demandas esportivas. Isso contrasta com o acompanhamento recebido pelas atletas deste estudo, que ocorreu apenas durante a fase preparatória para os Jogos Paralímpicos de Paris 2024.

Quanto às correlações, foi identificada uma relação inversa entre energia alta (CTEA) e estresse diário (CTED) no Centro de treinamento, indicando que níveis mais elevados de recuperação energética estão associados a menores índices de estresse fisiológico, ou seja, a restauração energética durante períodos de carga intensa esteve associada a redução do estresse, fato que proporciona um ambiente propício ao desempenho físico com reduzida probabilidade de instauração de lesão [15].

Foi observada uma correlação positiva entre o gasto calórico total no centro de treinamento e a massa magra (DxaMMG), indicando que ambientes de maior exigência física favorecem a preservação ou o aumento dessa massa. Por outro lado, a associação entre o gasto energético total (CALTOT) e a massa gorda (DxaMGG) sugere possível dificuldade na redução do tecido adiposo, possivelmente relacionada à condição clínica ou deficiência das paratletas. Esse achado está de acordo com estudo anterior [8], que identificou aumento de adiposidade corporal em atletas da classe funcional VS1 grupo predominante nesta amostra. No entanto, permanecem lacunas, uma vez que tal estudo foi conduzido apenas com homens, o que limita a generalização para o sexo feminino.

Apesar de alguns achados apresentarem significância estatística, o estudo contou com apenas 11 participantes, o que caracteriza uma amostra reduzida e exige cautela na interpretação dos resultados, além de indicar a necessidade de estudos futuros com amostras maiores. Outra limitação relevante refere-se à validade e à precisão dos dispositivos utilizados. Uma revisão sistemática [16] avaliou a exatidão de dispositivos vestíveis de consumo, incluindo modelos da marca Garmin, tanto em ambientes laboratoriais quanto em condições reais de uso, e concluiu que nenhuma das marcas apresentou precisão aceitável para o monitoramento do gasto energético. Em contrapartida, os dispositivos demonstraram forte confiabilidade na medição da frequência cardíaca.

Além disso, apesar da ampla produção científica voltada a atletas sem deficiência, ainda são poucos os estudos que utilizam tecnologias vestíveis para monitoramento fisiológico de paratletas no período pré-competitivo. Diante desse cenário, os resultados obtidos neste estudo representam uma contribuição relevante para o avanço das pesquisas no contexto esportivo paralímpico, especialmente no que se refere à avaliação e comparação de parâmetros biológicos de atletas de vôlei sentado. Compreender as respostas fisiológicas em diferentes ambientes de treino pode contribuir para métodos mais individualizados e eficazes no planejamento nutricional e de preparação esportiva promovendo o aprimoramento do desempenho de atletas paralímpicos.

5 CONCLUSÃO

A comparação dos parâmetros biológicos de paratletas da Seleção Brasileira Feminina de Vôlei Sentado, em ambiente domiciliar e em centro de treinamento durante a preparação para as Paralimpíadas de Paris 2024, evidenciou maior gasto energético no centro de treinamento, associado à maior intensidade dos treinos. Observou-se correlação inversa entre recuperação energética e estresse fisiológico, além de associações positivas entre gasto calórico total e massa magra, e entre gasto calórico e massa gorda, possivelmente influenciada por características das deficiências físicas e por aspectos nutricionais. Recomenda-se que pesquisas futuras incluam fatores nutricionais, psicológicos e hormonais, bem como intervenções integradas e estudos longitudinais com amostras maiores e análise por classificação funcional.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Confederação Brasileira de Voleibol para Deficientes (CBVD), ao seu presidente Dr. Ângelo Alves Neto, às atletas da Seleção Brasileira Feminina e à comissão técnica pelo apoio e viabilização deste estudo. Agradecem ainda ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos e ao Comitê Paralímpico Brasileiro pelo suporte institucional durante a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- 1 Wiliński W, Struzik A, Rokita A, Krejci M, Wieczorek M. Hand Grip Strength Vs. Locomotor Efficiency in Sitting Volleyball Players. *J Hum Kinet.* 2022 Apr 26;82:275-282. doi: 10.2478/hukin-2022-0081. PMID: 36196337; PMCID: PMC9465730.
- 2 Benson LC, Räisänen AM, Volkova VG, Pasanen K, Emery CA. Workload a-WEAR-ness: Monitoring Workload in Team Sports With Wearable Technology. A Scoping Review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2020 Oct;50(10):549-563. doi: 10.2519/jospt.2020.9753. PMID: 32998615.
- 3 Thompson, Walter R. Ph.D., FACSM. WORLDWIDE SURVEY OF FITNESS TRENDS FOR 2019. *ACSM's Health & Fitness Journal* 22(6):p 10-17, 11/12 2018. | DOI: 10.1249/FIT.0000000000000438
- 4 Düking, P.; Hotho, A.; Holmberg, H.-C.; Fuss, F.K.; Sperlich, B. Comparison of non-invasive individual monitoring of the training and health of athletes with commercially available wearable technologies. *Front. Physiol.* 2016, 7, 71.
- 5 Roos L, Taube W, Beeler N, Wyss T. Validity of sports watches when estimating energy expenditure during running. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2017 Dec 20;9:22. doi: 10.1186/s13102-017-0089-6. PMID: 29296281; PMCID: PMC5738849.
- 6 Ferguson T, Rowlands AV, Olds T, Maher C. The validity of consumer-level, activity monitors in healthy adults worn in free-living conditions: a cross-sectional study. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2015 Mar 27;12:42. doi: 10.1186/s12966-015-0201-9. PMID: 25890168; PMCID: PMC4416251.
- 7 Sales, Karen Christie Gomes et al. *Official matches and training sessions: physiological demands of elite junior badminton players.* Motriz: Revista de Educação Física, Rio Claro, v. 27, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1980-65742021021520>
8. Cavedon V, Brugnoli C, Sandri M, Bertinato L, Giacobbi L, Bolčević F, Zancanaro C, Milanese C. Physique and performance in male sitting volleyball players: implications for classification and training. *PeerJ.* 2022 Oct 7;10:e14013. doi: 10.7717/peerj.14013. PMID: 36225903; PMCID: PMC9549885.
- 9 Daugherty, Hailey J.¹; Weiss, Lawrence W.¹; Paquette, Max R.¹; Powell, Douglas W.¹; Allison, Lindsey E.². Potential Predictors of Vertical Jump Performance: Lower Extremity Dimensions and Alignment, Relative Body Fat, and Kinetic Variables. *Journal of Strength and Conditioning Research* 35(3):p 616-625, March 2021. | DOI: 10.1519/JSC.00000000000003962
- 10 Garmin. Monitoramento do estresse no Garmin Connect. Garmin Support Center, [s.l.], maio 2025. Disponível em: <https://support.garmin.com/en-US/?faq=WT9BmhjacO4ZpxbCc0EKn9>. Acesso em: 20 jul. 2025.
- 11 Garmin. Body Battery: guia de uso em smartwatches. Garmin Support Center, [s.l.], maio 2025. Disponível em: <https://support.garmin.com/pt-BR/?faq=VOFJAsiXut9K19k1qEn5W5>. Acesso em: 20 jul. 2025.
- 12 Medronho, R. A. et al. *Epidemiologia.* 2. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2018. 685 p.
- 13 Bozzini BN, McFadden BA, Scruggs SK, Arent SM. Evaluation of Performance Characteristics and Internal and External Training Loads in Female Collegiate Beach Volleyball Players. *J Strength Cond Res.* 2021 Jun 1;35(6):1559-1567. doi: 10.1519/JSC.00000000000004051. PMID: 33927118.

14 Bell M, Ghatora R, Retsidou MI, Chatzigianni EE, Klentrou P. Energy Expenditure, Dietary Energy Intake, and Nutritional Supplements in Adolescent Volleyball Athletes versus Nonathletic Controls. *Nutrients*. 2023 Apr 6;15(7):1788. doi: 10.3390/nu15071788. PMID: 37049627; PMCID: PMC10096554.

15 Impellizzeri FM, Menaspà P, Coutts AJ, Kalkhoven J, Menaspà MJ. Training Load and Its Role in Injury Prevention, Part I: Back to the Future. *J Athl Train*. 2020 Sep 1;55(9):885-892. doi: 10.4085/1062-6050-500-19. PMID: 32991701; PMCID: PMC7534945.

16 Fuller D, Colwell E, Low J, Orychock K, Tobin MA, Simango B, Buote R, Van Heerden D, Luan H, Cullen K, Slade L, Taylor NGA. Reliability and Validity of Commercially Available Wearable Devices for Measuring Steps, Energy Expenditure, and Heart Rate: Systematic Review. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020 Sep 8;8(9):e18694. doi: 10.2196/18694. PMID: 32897239; PMCID: PMC7509623.