

**U. PORTO**



**FACULDADE DE DESPORTO  
UNIVERSIDADE DO PORTO**

**Monitorização da carga interna e externa em treino e  
competição. Um estudo observacional em jovens  
basquetebolistas portugueses.**

**Gonçalo Loureiro Gonçalves**

**Porto, 2023**



**U. PORTO**



**FACULDADE DE DESPORTO  
UNIVERSIDADE DO PORTO**

**Monitorização da carga interna e externa em treino e  
competição. Um estudo observacional em jovens  
basquetebolistas portugueses.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto com vista à obtenção do grau de Mestre em Treino Desportivo no ramo Treino de Alto Rendimento (Decreto-Lei nº 27/2021, de 13 de abril, que procede à sexta alteração ao Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de março), sob orientação do Professor Doutor Eduardo Guimarães e coorientação do Mestre Paulo Alexandre Neta.

**Gonçalo Loureiro Gonçalves**

**Porto, 2023**

## FICHA DE CATALOGAÇÃO

Gonçalves, G. (2023). *Monitorização da carga interna e externa em treino e competição. Um estudo observacional em jovens basquetebolistas portugueses*. Porto: G. Gonçalves. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Treino Desportivo no ramo Treino de Alto Rendimento, apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Palavras-chave: CARGA INTERNA, CARGA EXTERNA, TREINO, COMPETIÇÃO, BASQUETEBOL JUVENIL.

## AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação implicou uma grande dedicação, esforço e investimento pessoal, mas a sua concretização não seria possível sem a colaboração e apoio de várias pessoas e entidades, às quais expresso o meu profundo agradecimento.

Ao Professor Doutor Eduardo Evaristo Guimarães, orientador desta dissertação, ao qual agradeço todo o acompanhamento diário que me deu ao longo desta caminhada. Toda a dedicação e esforço que colocou neste desafio foi sem dúvida fundamental para o desenvolvimento do meu trabalho e para que em nenhum momento me tenha sentido perdido ou desmotivado.

Ao Mestre Paulo Alexandre Neta, coorientador desta dissertação, agradeço por toda a disponibilidade que logo mostrou em ajudar e em fazer parte desta importante fase na minha vida.

Ao professor João Manuel Ferreira Ribeiro, coautor do artigo que compõe esta dissertação, agradeço toda a disponibilidade e rigor que mostrou nas suas intervenções, tal como todas as reflexões e desafios que me deu, para que este trabalho se tornasse o mais rico possível.

Ao Professor Doutor Manuel António Janeira, e principal impulsionador para a minha entrada nos caminhos da dissertação. Obrigado por todos os conselhos e desafios dados num início que tinha tudo para ser confuso e assustador e graças a si não foi.

À Professora Doutora Maria Luísa Dias Estriga e ao Mestre João Miguel Caetano Freitas agradeço toda a disponibilidade e esclarecimentos prestados no manuseamento do software e no tratamento e análise dos dados.

Aos membros do Laboratório de Cineantropometria, agradeço a ajuda fundamental no momento da recolha dos dados antropométricos e das capacidades físicas e técnicas dos atletas.

À União Académica António Aroso, não só por permitir-me colocar em prática este trabalho, mas também por ser a minha segunda casa desde que enverguei no caminho do desporto e do basquetebol. Este final não existiria sem um início a preto e branco.

Ao Coordenador, treinador e amigo João Martins Borges, por de braços abertos ter aceitado e recebido este desafio na sua equipa e por toda a ajuda e rigor diário mostrado na recolha dos dados.

A todos os atletas da equipa Sub16 Masculina da União Académica António Aroso, pelo esforço extra, compreensão e preocupação mostrada ao longo de todo o período de recolha de dados. Sem vocês este trabalho não existia.

Às minhas minis, que por uma hora e meia, três dias por semana, faziam-me esquecer de todas as minhas preocupações académicas, e davam-me novas energias para enfrentar os próximos desafios.

Aos meus avós e tios, por toda a preocupação e incentivo dado ao longo desta caminhada.

Aos meus pais, por todos os esforços e sacrifícios, que me permitiram correr atrás dos meus sonhos.

Ao meu irmão, por seres o companheiro da minha vida.

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>XIII</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XV</b>
<b>LISTA DE SÍMBULOS E ABREVIATURAS</b> .....	<b>XVII</b>
<b>CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL, OBJETIVOS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO</b> ... 1	
INTRODUÇÃO GERAL .....	3
Carga Interna .....	4
Carga Externa .....	6
Informação empírica proveniente de jovens basquetebolistas .....	6
ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	9
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	10
<b>CAPÍTULO II – METODOLOGIA GERAL</b> .....	<b>17</b>
METODOLOGIA GERAL.....	19
Amostra .....	19
Procedimentos .....	20
Informação sobre os jovens basquetebolistas .....	21
<i>Experiência de treino</i> .....	21
<i>Antropometria</i> .....	21
<i>Desempenho Físico</i> .....	22
<i>Desempenho Técnico</i> .....	23
<i>Carga Interna</i> .....	24
<i>Carga Externa</i> .....	25
Análise Estatística .....	25
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	27
<b>CAPÍTULO III – ESTUDO EMPÍRICO</b> .....	<b>29</b>
ARTIGO – INTERNAL AND EXTERNAL LOAD DURING FORMAL TRAINING AND COMPETITION IN YOUNG BASKETBALL PLAYERS .....	31
ABSTRACT.....	33
INTRODUCTION.....	35
MATERIALS AND METHODS.....	37
Experimental approach to the problem .....	37

---

Participants.....	37
Procedures .....	38
Measurements.....	39
<i>Internal Load</i> .....	39
<i>External Load</i> .....	40
<i>Physical capacities</i> .....	41
<i>Basketball-specific skills</i> .....	41
Statistical analysis .....	42
RESULTS .....	42
DISCUSSION .....	48
ACKNOWLEDGMENTS .....	53
DISCLOSURE STATEMENT .....	53
REFERENCES.....	54
<b>CAPÍTULO IV – SÍNTESE FINAL.....</b>	<b>63</b>
CONCLUSÕES FINAIS.....	65
RECOMENDAÇÕES PARA OS TREINADORES .....	66
LIMITAÇÕES .....	67
DESAFIOS FUTUROS.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

---

## ÍNDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO I

<b>Tabela 1.</b> Estrutura da dissertação .....	9
---	---

### CAPÍTULO II

<b>Tabela 1.</b> Caracterização dos jovens basquetebolistas.....	19
--	----

### CAPÍTULO III

<b>Table 1.</b> Descriptive statistics for internal and external load during training sessions and official games [Wilcoxon signed-rank test ( $Z$ ) and glass rank-biserial correlation coefficient ( $r$ )].....	43
--	----

<b>Table 2.</b> Descriptive statistics for physical capacities and technical skills of starting and rotation young basketball players [Mann–Whitney $U$ test ( $Z$ ) and glass rank-biserial correlation coefficient ( $r$ )].....	46
--	----

<b>Table 3.</b> Descriptive statistics for internal and external load during training sessions and official games of starting and rotation young basketball players [Mann–Whitney $U$ test ( $Z$ ) and glass rank-biserial correlation coefficient ( $r$ )] .....	47
---	----



## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

**Figura 1.** Calendário da monitorização das cargas em treino (azul) e jogo (vermelho). ..... 20

### CAPÍTULO III

**Figure 1.** Internal load during training sessions and official games (\*  $p < 0.01$ ) ..... 44

**Figure 2.** External load during training sessions and official games (\*  $p < 0.01$ ). ..... 45



## RESUMO

Embora importante para a prática diária dos treinadores, pouco se sabe sobre as cargas de treino e da competição no basquetebol juvenil. Esta dissertação teve como objetivo principal quantificar e comparar as cargas interna e externa entre treinos e jogos oficiais em jovens jogadores de basquetebol. Treze jogadores de basquetebol do escalão Sub16 masculino foram monitorizados durante 32 sessões formal de treino e 10 jogos oficiais ao longo de 10 semanas consecutivas. De seguida, foram divididos em dois grupos de acordo com o seu papel em jogo: titulares e os de rotação. Além da monitorização das cargas interna e externa em contexto de treino e competição, avaliou-se o desempenho físico e técnico dos basquetebolistas recorrendo a baterias de testes estandardizadas. Os dados foram analisados através de procedimentos estatísticos não paramétricos. Os resultados mostraram que os jogadores alcançaram valores significativamente mais elevados na maioria das medidas de carga interna e externa durante os jogos oficiais ( $p < 0,01$ ). Os jogadores titulares atingiram menores valores de frequência cardíaca máxima no treino, mas maiores valores de frequência cardíaca relativa e maiores pontuações através dos modelos de carga interna (*summated-heart-rate-zones*) e de carga externa (*dynamic stress load*) durante jogos oficiais ( $p < 0,05$ ). Os resultados destacam que, em termos físicos, os jovens basquetebolistas tendem a não treinar da mesma forma como jogam. Além disso, foi durante a competição que os jogadores titulares experienciaram cargas internas e externas mais elevadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** CARGA INTERNA, CARGA EXTERNA, TREINO, COMPETIÇÃO, BASQUETEBOL JUVENIL.



## ABSTRACT

Although important for coaches' daily practice, little is known about training and competition loads in youth basketball. The main aim of this dissertation was to quantify and compare the internal and external loads between training and official games in young basketball players. Thirteen men's U16 basketballers were monitored during 32 formal training sessions and 10 official games over 10 consecutive weeks. They were then divided into two groups according to their role in the games: starters and rotation players. In addition to monitoring internal and external loads in the context of training and competition, the physical and technical performance of basketball players was assessed using standardized test batteries. Data were analyzed using non-parametric statistical procedures. The results showed that players attained significantly higher values in most internal and external load measures during official games ( $p < 0.01$ ). The starting players reached lower maximum heart rate values in training, but higher relative heart rate values and higher scores through the internal load (summated-heart-rate-zones) and external load (dynamic stress load) models during official games ( $p < 0.05$ ). The results highlight that, in physical terms, young basketball players tend not to train as they play. Furthermore, it was during the competition that starters experienced higher internal and external loads.

KEYWORDS: INTERNAL LOAD, EXTERNAL LOAD, TRAINING, COMPETITION, YOUTH BASKETBALL.



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

<b>ANT</b>	<i>Advanced and Adaptive Network Technology</i>
<b>AU</b>	Unidade de medida arbitrária ou <i>arbitrary units</i>
<b>bpm</b>	Batimentos por minuto ou <i>beats per minute</i>
<b>cm</b>	Centímetro ou <i>centimeter</i>
<b>CE</b>	Carga Externa
<b>CEFADE</b>	Comissão de Ética da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto
<b>CIFI<sup>2</sup>D</b>	Centro de Investigação, Formação, Intervenção e Inovação em Desporto
<b>CI</b>	Carga Interna
<b>DSL</b>	<i>Dynamic stress load</i>
<b>e.g.</b>	Por exemplo ou <i>for example</i>
<b>FC</b>	Frequência cardíaca
<b>FCmax</b>	Frequência cardíaca máxima
<b>FCmédia</b>	Frequência cardíaca média
<b>FIBA</b>	<i>International Basketball Federation</i>
<b>g</b>	Gramma ou <i>gram</i>
<b>g</b>	Força G ou <i>G Force</i>
<b>h</b>	Hora ou <i>hour</i>
<b>HR</b>	<i>Heart rate</i>
<b>HRM</b>	<i>Heart rate monitors</i>
<b>HRmax</b>	<i>Maximum heart rate</i>
<b>HRmean</b>	<i>Mean heart rate</i>
<b>hz</b>	Hertz
<b>IBM</b>	<i>International Business Machines Corporation</i>
<b>Inc.</b>	<i>Incorporated business</i>
<b>i.e.</b>	Isto é ou <i>that is</i>
<b>kg</b>	Quilograma ou <i>kilogram</i>

---

<b>LLC</b>	<i>Limited Liability Company</i>
<b>LPS</b>	<i>Local positioning system</i>
<b>m</b>	Metro ou <i>meter</i>
<b>min<sup>-1</sup></b>	por minuto ou <i>per minute</i>
<b>ms</b>	milissegundo ou <i>millisecond</i>
<b>n</b>	número ou <i>number</i>
<b>NY</b>	<i>New York</i>
<b>p</b>	Valor de <i>p</i> ou <i>p value</i>
<b>PL</b>	<i>Player Load</i>
<b>RPE</b>	<i>Rating of perceived exertion</i>
<b>s</b>	Segundo ou <i>second</i>
<b>sRPE</b>	<i>Session of rating of perceived exertion</i>
<b>SD</b>	Desvio padrão ou <i>standard deviation</i>
<b>SHRZ</b>	<i>Summated-Heart-Rate-Zones model</i>
<b>SPSS</b>	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
<b>™</b>	<i>Trademark</i>
<b>TRIMP</b>	<i>Training Impulse</i>
<b>USA</b>	<i>United States of America</i>
<b>UK</b>	<i>United Kingdom</i>
<b>U16</b>	<i>Under-16</i>
<b>WABC</b>	<i>World Association of Basketball Coaches</i>
<b>WIMU</b>	<i>Wearable Inertial Measurement Unit</i>
<b>Yo-Yo IR1</b>	<i>Yo-Yo Intermittent Recovery Rest – Level 1</i>
<b>%FCmax</b>	Frequência cardíaca relativa
<b>%HRmax</b>	<i>Relative maximum heart rate</i>
<b>Z</b>	<i>Wilcoxon signed-rank test</i>
<b>r</b>	<i>Glass rank-biserial correlation coefficient</i>
<b>%</b>	Porcentagem ou <i>percentage</i>
<b>=</b>	igual a ou <i>equal to</i>
<b>+</b>	mais ou <i>plus</i>

-	negativo ou <i>negative</i>
±	mais ou menos ou <i>plus or minus</i>
x	vezes ou times ou <i>versus</i>
<	menor que ou <i>smaller than</i>
*	asterisco ou <i>asterisk</i>
°	graus ou <i>degrees</i>



## ***CAPÍTULO I***

---

***Introdução Geral, Objetivos e***

***Estrutura da Dissertação***

---



## INTRODUÇÃO GERAL

A natureza intrínseca do basquetebol requer que os jogadores, desde tenra idade, desenvolvam níveis elevados de aptidão física e refinem o nível de execução das suas habilidades técnicas (Macha-Triguero et al., 2019). Adicionalmente, é-lhes exigida uma adaptação constante aos desafios inerentes a cada escalão competitivo, à medida que se vão desenvolvendo ao longo das suas carreiras desportivas (Balyi et al., 2013; Lloyd & Oliver, 2012). Importa, por isso, que os jovens basquetebolistas respondam adequadamente às exigências sistemáticas, e crescentes, do treino e da competição (Bergeron et al., 2015; Malina et al., 2004). Para tal, é esperado que os treinadores não só implementem as melhores práticas, mas também controlem com regularidade os seus efeitos (Sansone et al, 2020).

É hoje bem conhecida a estreita relação entre a preparação dos jogadores em treino e o seu desempenho durante a competição (Fox et al. 2018, 2021). O treino deve promover as adaptações físicas e fisiológicas necessárias para a otimização do desempenho competitivo individual e coletivo (Fox et al., 2017). Contudo, para um melhor delineamento das estratégias de periodização, é fundamental entender as exigências específicas da modalidade e treinar em função destas (Schellin & Torres-Ronda, 2013). Afinal de contas, “para se jogar como se treina, impõem-se obrigatoriamente a necessidade de se treinar como se joga” (Araújo et al., 2004).

Sabendo que o processo de formação representa uma fase decisiva do putativo sucesso desportivo futuro (Bompa & Buzzichelli, 2017), torna-se cada vez mais pertinente que também os treinadores de jovens se preocupem com uma questão aparentemente intemporal – será que os jogadores e as equipas treinam como jogam? Não obstante a complexidade inerente à avaliação e ao controlo do treino numa modalidade coletiva como o basquetebol (Caetano et al., 2015), importa que os treinadores não se demitam desta tarefa. Da panóplia de métodos existentes, a monitorização conjunta da carga interna (CI) e carga externa (CE) destaca-se por fornecer aos treinadores informação

objetiva que, por sua vez, proporciona um controlo mais abrangente das exigências do treino e da competição (Halson, 2014). Esta dissertação visa abordar este assunto, começando por identificar o que se sabe e o que ainda falta saber acerca da monitorização e quantificação da CI e CE em jovens basquetebolistas.

## **Carga interna**

A CI refere-se às respostas fisiológicas dos jogadores aos estímulos induzidos pelo treino ou jogo (Akubat et al., 2014) e vários são os métodos disponíveis para a sua avaliação: (i) monitorização da frequência cardíaca (FC); (ii) indicadores percetivos da intensidade do exercício [e.g., escala de perceção de esforço]; e (iii) marcadores indiretos de stress metabólico [e.g., concentração de lactato no sangue] (Piedra et al., 2021). Destes, a monitorização da FC com recurso a cardiófrequencímetros, i.e., registo da frequência da atividade elétrica do coração (Alexandre et al., 2012), tem sido a opção mais utilizada pelos investigadores para avaliar a CI dos basquetebolistas durante o treino e a competição (Berkelmans et al., 2018; Fox et al., 2018). É claro que tal só é possível uma vez que este procedimento se encontra validado para avaliar esforços de intensidade submáxima (Leger & Thivierge, 1998). Além disso, o facto de estar positivamente correlacionado com o consumo de oxigénio (Achten & Jeukendrup, 2003) e com a acumulação de lactato no sangue (Konstantaki et al. 1998), permite obter dados relevantes sobre recrutamento metabólico durante atividades intermitentes, como é o caso do basquetebol (Denadai et al., 2005). Espera-se, portanto, que, com base na evidência disponível, os treinadores tomem melhores decisões, nomeadamente aquando da gestão da intensidade das cargas de treino ao longo da época desportiva.

Segundo Berkelmans et al. (2018), o uso da monitorização da FC pode ser categorizado em três grandes domínios: (i) monitorização da intensidade do exercício; (ii) avaliação do estado de fadiga do sujeito; e (iii) quantificação da CI a partir de modelos estandardizados. A presente dissertação foca-se no

primeiro e no último domínio. Por um lado, a monitorização da intensidade do exercício fornece aos treinadores uma melhor compreensão das intensidades experienciadas pelos jogadores em treino e em jogo. Isto permite-lhes elevar a qualidade do treino, sobretudo se forem implementadas tarefas que igualem ou superem a intensidade do esforço observada durante a competição (Abdelkrim et al., 2007). De modo a maximizar as capacidades físicas e técnicas dos jogadores, sugere-se que as sessões de treino sejam desenhadas considerando as exigências da própria competição. Esta abordagem é particularmente importante no basquetebol juvenil, uma vez que o sucesso individual e coletivo nesta modalidade está fortemente associado com a capacidade dos jovens basquetebolistas realizarem atividades intensas como sprintar, saltar, deslizar e mudar de direção, lançar, passar e driblar a bola (Guimarães et al., 2019, 2021; Ramos et al., 2020; Torres-Unda et al., 2013).

Por outro lado, os modelos estandardizados com base na monitorização da FC são também comumente utilizados para quantificar a CI experienciada por basquetebolistas. Estes modelos, que permitem ao treinador entender se os seus jogadores recebem os estímulos internos adequados ao seu nível de prontidão para o esforço (Berkelmens et al., 2017), têm as seguintes funções: (i) avaliar a eficiência das sessões de treino; (ii) monitorizar mudanças nas respostas internas dos jogadores; e (iii) auxiliar a aplicação de estímulos externos de modo a garantir respostas internas apropriadas (Puente et al. 2017). Embora existam distintos modelos que recorrem ao registo da FC para quantificar a CI [e.g., *Banister's Training impulse (TRIMP)* (Banister, 1991) ou *Lucia's TRIMP* (Lucia et al., 2003)], este trabalho utiliza o modelo *Edwards' Summated-Heart-Rate-Zones (SHRZ)* (Edwards, 1993) devido ao facto de ser o mais sensível na deteção de mudanças da CI, bem como aquele que melhor se relaciona com a CE (Scanlan et al., 2014). Comparativamente aos outros modelos, o SHRZ também se destaca por ser frequentemente reportado na literatura recente com basquetebolistas (Conte et al., 2016; Fox et al., 2018; Scanlan et al., 2014).

## **Carga externa**

A CE refere-se à quantificação dos estímulos físicos e padrões de movimento realizados pelos jogadores durante o treino ou competição, independentemente da sua resposta interna (Wallace, 2009). A partir de análises de tempo-movimento e com recurso sensores inerciais ou sistemas de posicionamento local/global, investigadores e treinadores conseguem, cada vez mais frequentemente, quantificar distâncias, velocidades, saltos, passos e acelerações durante ações com distintas intensidades (Conte et al., 2021, Power et al., 2022). Posteriormente, é também possível calcular métricas de esforço [e.g., *player load (PL)*] e de fadiga [e.g., *dynamic stress load (DSL)*] (Halson et al., 2014).

Comummente utilizado nos jogos desportivos coletivos, como é o caso do basquetebol (Bredt et al., 2020), o PL é calculado através da soma de todas as acelerações registadas nos três planos ortogonais (frontal, sagital e transversal) (Montgomery et al., 2010, Bredt et al., 2020, Reche-Soto et al., 2022). Por outro lado, o DSL, que mede o stress mecânico dos jogadores, calcula-se a partir da soma das acelerações registadas nos três planos que superam valores de 2 g (Reche-Soto et al., 2022). Importa referir que, comparativamente a outros indicadores de CE, o DSL é o que apresenta uma melhor correlação com a CI em treino e competição (Young & Coratella, 2021; Vanrenterghem et al., 2017).

Não obstante a existência de distintos modos de monitorizar a CE, no presente trabalho foram utilizados dispositivos de medição inercial, visto ser um método válido habitualmente reportado em estudos recentes com jogadores de basquetebol (Petway et al. 2020, Power et al. 2022).

## **Informação empírica proveniente de jovens basquetebolistas**

Embora o tópico da carga de treino e jogo seja muitas vezes debatido entre os treinadores, são escassos os dados disponíveis provenientes do basquetebol juvenil. Aparentemente, os investigadores tendem a dedicar a sua

atenção à monitorização das cargas em equipas seniores (Scanlan et al., 2011; Nunes et al. 2014; Scanlan et al, 2014; Puente et al. 2017; Berkelmans et al., 2018; Fox et al., 2018; Sansone et al., 2020; Fox et al. 2021). Além disso, os poucos estudos existentes com jovens basquetebolistas têm produzido resultados inconsistentes e, portanto, incapazes de responder, de forma clara e objetiva, à pergunta fundamental deste trabalho – será que os jogadores e as equipas treinam como jogam?

É possível que a discrepância encontrada no *design* dos estudos desta natureza justifique o surgimento de resultados contraditórios. De facto, os estudos variam no tempo da recolha da informação, nas metodologias utilizadas para monitorizar e quantificar a CI e CE, bem como nos períodos competitivos em que são realizados (pré-época, fase competitiva ou pós-época). Por exemplo, Lupo et al. (2016) quantificaram a CI de 6 basquetebolistas com  $16.5 \pm 0.5$  anos de idade durante 15 sessões de treino, recorrendo a um método de avaliação objetivo (SHRZ) e outro subjetivo (escala de perceção de esforço). Já Arede et al. (2022), também com recurso a uma escala de perceção de esforço, avaliaram a CI de 29 jogadores ( $16.0 \pm 0.4$  anos de idade) da seleção portuguesa de Sub16 masculinos exclusivamente durante 21 sessões de treino. Alonso et al. (2020), pelo contrário, avaliaram a CE de 12 basquetebolistas com  $17.56 \pm 0.67$  anos de idade somente em contexto competitivo, ou seja, 8 jogos oficiais.

A literatura é ainda mais escassa no que diz respeito a estudos onde a CI e/ou CE de jovens basquetebolistas são monitorizadas simultaneamente em contexto de treino e competição. Para além disso, os estudos encontrados também variam ao nível dos procedimentos utilizados. Por exemplo, Brandão et al. (2019) monitorizaram 13 basquetebolistas com  $16.40 \pm 0.60$  anos de idade ao longo de 4 sessões de treino e 1 único jogo. Utilizando a FC máxima (FCmax) e SHRZ como medidas de CI e a distância total percorrida como medida de CE, estes autores concluíram que as cargas alcançadas pelos jogadores em treino foram idênticas aquelas observadas em jogo. Contrariamente, os resultados de Arede et al. (2020) mostraram que as cargas atingidas em 19 sessões de treino não se aproximam daquelas obtidas em 3

jogos de preparação, ou seja, jogos amigáveis. Todavia, estes autores usaram uma escala de percepção de esforço como medida de CI e a métrica PL como medida de CE.

Face às lacunas identificadas na literatura e à enorme variação dos resultados apresentados pelos poucos estudos existentes, esta dissertação procura fornecer uma visão integradora das exigências e, conseqüentes, respostas dos jogadores aos estímulos induzidos pelo treino e competição. Neste sentido, o objetivo geral da presente dissertação foi quantificar e comparar a CI e CE alcançada por jovens basquetebolistas durante o treino formal e a competição oficial.

## ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação que se apresenta foi concebida de acordo com o modelo escandinavo, o qual pressupõe uma estrutura que reflita uma “coleção” de artigos originais prontos para publicação em revistas indexadas com revisão por pares e, se possível, com fator de impacto. Assim, a presente dissertação divide-se em quatro capítulos fundamentais (Tabela 1). O Capítulo I apresenta a introdução geral, os principais propósitos da dissertação e a sua estrutura. O Capítulo II é dedicado à metodologia geral e descreve detalhadamente a amostra e os procedimentos utilizados na recolha de dados. O Capítulo III é composto por um estudo empírico, ao passo que o Capítulo IV diz respeito à síntese final, que engloba as conclusões finais, as limitações e os desafios futuros. As referências bibliográficas são apresentadas no final de cada capítulo, de acordo com as normas e orientações para a redação e apresentação de dissertações da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

**Tabela 1.** Estrutura da dissertação.

<b>Capítulo I</b>	Introdução geral, os objetivos e a estrutura da dissertação
<b>Capítulo II</b>	Metodologia geral
<b>Capítulo III</b>	Artigo empírico <b>Internal and external load during formal training and competition in young basketball players</b> <i>Gonçalo Gonçalves, Paulo Neta, João Ribeiro, Eduardo Guimarães</i> <i>Artigo em submissão</i>
<b>Capítulo IV</b>	Síntese final

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelkrim, N., Castagna, C., Jabri, I., Battikh, T., Fazaa, S. E., & Ati, J. E. (2010). Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2330-2342.
- Achten, J. & Jeukendrup, A. E. (2003). Maximal fat oxidation during exercise in trained men. *International Journal of Sports Medicine*, 24(8), 603-8
- Akubat, I., Barrett, S., & Abt, G. (2014). Integrating the internal and external training loads in soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 457-462.
- Alonso, E., Miranda, N., Zhang, S., Sosa, C., Trapero, J., Lorenzo, J., & Lorenzo, A. (2020). Peak Match Demands in Young Basketball Players: Approach and Applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2256.
- Araújo, J., Pinto, C. & Leite, M. (2004). *Basquetebol Modelo de Jogo*. Lisboa: Editoria Caminho.
- Arede, J., Ferreira, A. P., Esteves, P., Gonzalo-Skok, O., & Leite, N. (2020). Train Smarter, Play More: Insights About Preparation and Game Participation in Youth National Team. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 91(4), 583-593.
- Arede, J., Freitas, T. T., Johnson, D., Fernandes, J. F. T., Williams, S., Moran, J., & Leite, N. (2022). Training Load, Maturity Timing and Future National Team Selection in National Youth Basketball Players. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 7(1), 21.
- Balyi, I., Way, R., & Higgs, C. (2013). *Long-Term Athlete Development*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Banister, E. W. (1991). *Modeling Elite Athletic Performance*. In D. MacDougall, H. A. Wenger, & H. J. Green (Eds.), *Physiological Testing of the High-Performance Athlete* (2<sup>nd</sup> ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Bergeron, M. F., Mountjoy, M., Armstrong, N., Chia, M., Côté, J., Emery, C. A., Faigenbaum, A., Hall, G., Jr, Kriemler, S., Léglise, M., Malina, R. M., Pensgaard, A. M., Sanchez, A., Soligard, T., Sundgot-Borgen, J., van Mechelen, W., Weissensteiner, J. R., & Engebretsen, L. (2015). International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development. *British Journal of Sports Medicine*, *49*(13), 843-851.

Berkelmans, D. M., Dalbo, V. J., Fox, J. L., Stanton, R., Kean, C. O., Giamarelos, K. E., Teramoto, M., & Scanlan, A. T. (2018). Influence of Different Methods to Determine Maximum Heart Rate on Training Load Outcomes in Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *32*(11), 3177-3185.

Brandão, F. M., Junior, D. B. R., Cunha, V. F., Meireles, G. B., & Filho, M. G. B. (2019). Differences between training and game loads in young basketball players. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, *21*(2), e59840.

Bredt, S., Chagas, M., Peixoto, G., Menzel, H., & Andrade, A. (2020). Understanding Player Load: Meanings and Limitations. *Journal of Human Kinetics*, *71*, 5-9.

Caetano, F., Bueno, M., Marche, A., Nakamura, F., Cunha, S., & Moura, F. (2015). Characterisation of the Sprints and Repeated-Sprint Sequences Performed by Professional Futsal Players During Official Matches According to Playing Position. *Journal of Applied Biomechanics*, *31*, 423-429.

Conte, D., Favero, T., Niederhausen, M., Capranica, L., & Tessitore, A. (2016). Effect of different number of players and training regimes on physiological and technical demands of ball-drills in basketball. *Journal of Sports Sciences*, *34*(8), 780-786.

Conte, D., Kamarauskas, P., Ferioli, D., Scanlan, A. T., Kamandulis, S., Paulauskas, H., & Lukonaitienė. (2021). Workload and well-being across games played on consecutive days during in season phase in basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 61(4), 534-541.

Dellal, A., da Silva, C. D., Hill-Haas, S., Wong, P., Natali, A. J., De Lima, J. R., Bara Filho, M. G., Marins, J. J., Garcia, E. S., & Chamari, K. (2012). Heart rate monitoring in soccer: interest and limits during competitive match play and training, practical application. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2890-906.

Denadai, B. S., Gomide, E. B., & Greco, C. C. (2005). The relationship between onset of blood lactate accumulation, critical velocity, and maximal lactate steady state in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 364-8.

Edwards, S. (1993). *The heart rate monitor book*. Sacramento, CA: Fleet Feet Press.

Fox, J. L., Conte, D., Stanton, R., McLean, B., & Scanlan, A. T. (2021). The Application of Accelerometer-Derived Moving Averages to Quantify Peak Demands in Basketball: A Comparison of Sample Duration, Playing Role, and Session Type. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(Suppl 2), S58-S63.

Fox, J. L., Scanlan, A. T., & Stanton, R. (2017). A Review of Player Monitoring Approaches in Basketball: Current Trends and Future Directions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 2021-2029.

Fox, J. L., Stanton, R., & Scanlan, A. T. (2018). A Comparison of Training and Competition Demands in Semiprofessional Male Basketball Players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 89(1), 103-111.

Guimarães, E., Baxter-Jones, A. D. G., Maia, J., Fonseca, P., Santos, A., Santos, E., Tavares, F., & Janeira, M. A. (2019). The Roles of Growth, Maturation, Physical Fitness, and Technical Skills on Selection for a Portuguese Under-14 Years Basketball Team. *Sports (Basel, Switzerland)*, 7(3), 61.

Guimarães, E., Baxter-Jones, A. D. G., Williams, A. M., Tavares, F., Janeira, M. A., & Maia, J. (2021). The role of growth, maturation and sporting environment on the development of performance and technical and tactical skills in youth basketball players: The INEX study. *Journal of Sports Sciences*, 39(9), 979-991.

Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(2), 139-147.

Konstantaki, M., Trowbridge, E. A., & Swaine, I. (1998). The relationship between blood lactate and heart rate responses to swim bench exercise and women's competitive water polo. *Journal of sports sciences*, 16, 251-256.

Leger, L., & Thivierge, M. (1988). Heart Rate Monitors: Validity, Stability, and Functionality. *The Physician and Sportsmedicine*, 16(5), 143-151.

Lloyd, R., & Oliver, J. (2012). The Youth Physical Development Model: A New Approach to Long-Term Athletic Development. *Strength and Conditioning Journal*, 34(3), 61-72.

Lucia, A., Hoyos, J., Santalla, A., Earnest, C., & Chicarro, J. L. (2003). Tour de France versus Vuelta a Espana: Which is harder?. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35, 872-878.

Lupo, C., Tessitore, A., Gasperi, L., & Gomez, M. A. R. (2017). Session-RPE for quantifying the load of different youth basketball training sessions. *Biology of Sport*, 34(1), 11-17.

Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, Maturation, and Physical Activity (2nd ed.)*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., Calleja-González, J., & Ibáñez, S. J. (2019) Physical fitness in basketball players: a systematic review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(9), 1513-1525.

Montgomery, P. G., Pyne, D. B., & Minahan, C. L. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *International Journal of Sports and Physiology Performance*, 5(1), 75-86.

Nunes, J. A., Moreira, A., Crewther, B. T., Nosaka, K., Viveiros, L., & Aoki, M., S. (2014). Monitoring Training Load, Recovery-Stress State, Immune-Endocrine Responses, and Physical Performance in Elite Female Basketball Players During a Periodized Training Program. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2973-2980.

Petway, A. J., Freitas, T. T., Calleja-González, J., Medina Leal, D., & Alcaraz, P. E. (2020). Training load and match-play demands in basketball based on competition level: A systematic review. *PLoS One*, 15(3), e0229212.

Piedra, A., Caparrós, T., Vicens-Bordas, J., & Peña, J. (2021). Internal and External Load Control in Team Sports through a Multivariable Model. *Journal of Sports Science & Medicine*, 20(4), 751-758.

Power, C. J., Fox, J. L., Dalbo, V. J., & Scanlan, A. T. (2022). External and Internal Load Variables Encountered During Training and Games in Female Basketball Players According to Playing Level and Playing Position: A Systematic Review. (2022). *Sports Medicine*, 8(1), 107.

Puente, C., Abián-Vicén, J., Areces, F., López, R., & Del Coso, J. (2017). Physical and Physiological Demands of Experienced Male Basketball Players During a Competitive Game. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 956-962.

Ramos, S. A., Volossovitch, A., Ferreira, A. P., Barrigas, C., Fragoso, I., & Massuça, L. (2020). Differences in Maturity, Morphological, and Fitness Attributes Between the Better- and Lower-Ranked Male and Female U-14 Portuguese Elite Regional Basketball Teams. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 878-887.

Reche-Soto, P., Rojas-Valverde, D., Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., Rico-González, M., Vieira, L. H. P., Ardigò, L. P., & Pino-Ortega, J. (2022). Using Ultra-Wide Band to Analyze Soccer Performance through Load Indicators during a Full Season: A Comparison between Starters and Non-Starters. *Applied Sciences*, 12(24), 12675.

Sansone, P., Tschan, H., Foster, C., & Tessitore, A. (2020). Monitoring Training Load and Perceived Recovery in Female Basketball: Implications for Training Design. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(10), 2929-2936.

Scanlan, A., Dascombe, B., & Reaburn, P. A. (2011). Comparison of the activity demands of elite and sub-elite Australian men's basketball competition. *Journal of Sports Science*, 29(11), 1153-60.

Scanlan, A., Wen, N., Tucker, P. S., & Dalbo, V. J. (2014). The Relationships Between Internal and External Training Load Models During Basketball Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2397-2405.

Schelling, X., & Torres-Ronda, L. (2013). Conditioning for Basketball: Quality and Quantity of Training. *Strength and Conditioning Journal*, 35, 89-94.

Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., Kortajarena, M., Seco, J., & Irazusta, J. (2013). Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *Journal of Sports Science*, 31(2):196-203.

Vanrenterghem, J., Nedergaard, N. J., Robinson, M. A., & Drust, B. (2017) Training Load Monitoring in Team Sports: A Novel Framework Separating Physiological and Biomechanical Load-Adaptation Pathways. *Sports Medicine*, 47(11), 2135-2142.

Wallace, L., K., Slattery, K., M., & Coutts, A. J., (2009). The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 33-38.

Young, D., & Coratella, G. (2021). Acceleration, Deceleration and Dynamic Stress Load in Elite Hurling: A Between-Quarter and Between-Position Comparison. *Sports (Basel)*. 9(1),10.



## ***CAPÍTULO II***

---

### ***Metodologia Geral***

---



## METODOLOGIA GERAL

### Amostra

A amostra da presente dissertação foi constituída por 13 jovens basquetebolistas do sexo masculino com  $15.30 \pm 0.88$  anos de idade e  $7.31 \pm 2.53$  anos de experiência acumulada de treino formal de basquetebol (Tabela 1). Os jogadores, provenientes de um clube membro da Associação de Basquetebol do Porto, disputaram o Campeonato Distrital Sub16 Masculinos da 1ª Divisão e o XXIV Campeonato Nacional Sub16 Masculinos na época 2022/2023. Todos os basquetebolistas e respetivos pais/encarregados de educação tiveram conhecimento dos protocolos de avaliação e assinaram um termo de consentimento informado. O Comité de Ética da instituição responsável aprovou o estudo (CEFADE 35.2022) e o clube concedeu autorização formal para a recolha dos dados.

**Tabela 1.** Caracterização dos jovens basquetebolistas.

ID	Posição	Idade (anos)	Experiência de treino (anos)	Altura (cm)	Envergadura (cm)	Peso (kg)
Jogador 1	Base	15.83	11.00	164.35	168.40	55.90
Jogador 2	Base/Extremo	15.96	9.00	175.30	181.00	63.00
Jogador 3	Extremo	15.49	7.00	175.70	176.40	65.00
Jogador 4	Extremo	15.27	4.00	171.80	177.60	83.90
Jogador 5	Extremo	15.51	7.00	169.50	173.85	63.40
Jogador 6	Extremo	15.88	8.00	163.85	159.90	59.20
Jogador 7	Extremo	14.99	12.00	175.05	180.30	64.70
Jogador 8	Extremo	12.57	8.00	170.50	173.95	46.80
Jogador 9	Extremo/Poste	15.38	5.00	180.95	182.50	70.20
Jogador 10	Extremo/Poste	15.92	5.00	169.15	172.95	61.60
Jogador 11	Poste	15.62	4.00	177.66	179.50	71.10
Jogador 12	Poste	15.44	6.00	182.25	188.10	72.10
Jogador 13	Poste	15.07	9.00	190.30	194.50	74.50

## Procedimentos

Previamente à monitorização das cargas, foram obtidos dados relativos à experiência de treino, antropometria, desempenho físico e desempenho técnico dos jovens basquetebolistas recorrendo a baterias de testes amplamente utilizadas na literatura com atletas infantojuvenis. Do conjunto de provas aplicadas, importa realçar que o *Yo-Yo Intermittent Recovery Test – Level 1* (Yo-Yo IR1) serviu não só para avaliar a capacidade aeróbica dos jogadores, mas também para estimar a sua FCmax. Seguindo a proposta de Berkelmans et al. (2018), este valor foi substituído sempre que superado durante o treino ou a competição.

De seguida, iniciou-se o processo de monitorização das CI e CE acumuladas pelos jovens basquetebolistas durante os treinos e jogos oficiais. Ao longo de um período de 10 semanas consecutivas, entre novembro de 2022 e janeiro de 2023, os jogadores foram monitorizados em 32 treinos e 10 jogos oficiais (Figura 1), contabilizando um total de 316 e 95 observações individuais, respetivamente.



**Figura 1.** Calendário da monitorização das cargas em treino (azul) e jogo (vermelho).

Antes de cada treino e jogo, os basquetebolistas foram cuidadosamente equipados com (i) uma banda elástica suportando um monitor de FC Garmin HRM-Dual™ HR (Garmin Inc., Kansas, USA) e (ii) um colete contendo um dispositivo WIMU PRO™ (RealTrack Systems, Almería, Espanha). De forma a evitar erros inter-dispositivo (Gaudino et al., 2014), cada jogador utilizou o mesmo cardiofrequencímetro e dispositivo WIMU PRO™ em todos os treinos e jogos. No final de cada treino e jogo, os dados monitorizados foram exportados e analisados a partir do *software* SPRO (RealTrack Systems, Almería, Espanha). Depois disso, os dados foram cortados de modo que fosse apenas considerado o tempo ativo de cada jogador, definido da seguinte forma: (1) tempo ativo no treino – tempo total de prática excluindo os intervalos entre exercícios e o tempo no banco aquando do jogo formal 5x5; (2) tempo ativo nos jogos oficiais – tempo total de jogo quando o jogador estava em campo, incluindo todas as paragens normais do jogo, exceto descontos de tempo e intervalos entre quartos e partes (Russell et al., 2021). O aquecimento e o retorno à calma não foram considerados nem nos treinos, nem nos jogos.

## **Informação sobre os jovens basquetebolistas**

### *Experiência de treino*

A experiência de treino, expressa em anos acumulados de treino formal de basquetebol, foi obtida a partir do registo histórico de inscrições disponível no *website* oficial da Federação Portuguesa de Basquetebol (<http://www.fpb.pt>).

### *Antropometria*

A altura (cm) foi medida com os jogadores descalços e com a cabeça destes posicionada no plano de *Frankfurt* utilizando um estadiómetro *Harpender* (Holtain Ltd., Crymych, Reino Unido), enquanto a envergadura (cm) foi medida com um segmómetro (Siber-Hegner, GPM, Zurique, Suíça), ambos com precisão de 0.1 cm. O peso foi medido com uma balança de bioimpedância (Tanita®BC-418MA, Tanita Corp., Tóquio, Japão) com precisão

de 100 g. Todas as medições foram realizadas por avaliadores experientes, seguindo os protocolos do *International Working Group on Kinanthropometry* (Ross & Marfell-Jones, 1995).

### *Desempenho físico*

O desempenho físico foi avaliado utilizando um conjunto de testes marcadores de distintas componentes da aptidão física:

(1) sprint 20 m (s) – velocidade de corrida – os jogadores correram 20 m em linha reta à máxima velocidade. O tempo foi registado utilizando o sistema de células fotoelétricas *Speed Trap II (Brower Timing Systems LLC., Draper, UT, USA)*. Foi considerado como resultado do teste o melhor tempo entre as duas repetições executadas (Kirkendall et al., 1987);

(2) *lane agility drill* (s) – agilidade – os jogadores tinham de correr em frente, deslizar para a direita, correr para trás, deslizar para a esquerda e repetir os mesmos movimentos no sentido contrário à volta das linhas que delineiam a área restritiva do campo de basquetebol. O tempo foi registado com recurso ao sistema de células fotoelétricas *Speed Trap II (Brower Timing Systems LLC., Draper, UT, USA)*. Foi considerado como resultado do teste o melhor tempo de duas tentativas (Stojanović et al., 2019);

(3) lançamento sentado da bola medicinal (m) – força explosiva superior – os jogadores lançaram uma bola medicinal de 3 kg o mais longe possível, mantendo a posição sentada no chão, com as pernas estendidas e as costas encostadas à parede ao longo de todo o movimento. A distância do lançamento foi medida com uma fita métrica. Foi considerado como resultado do teste a média de três tentativas (Mayhew et al., 1997).;

(4) salto com contramovimento (cm) – força explosiva inferior – os jogadores saltaram o mais alto possível, seguindo o protocolo descrito

por Bosco et al. (1983). A altura do salto foi medida através do *Ergo Tester (Globus, Codognè, Italy)*. Foi considerado como resultado do teste a maior altura de salto alcançada entre três tentativas executadas;

(5) Yo-Yo IR1 (m) – capacidade aeróbica – os jogadores correram repetidamente ao longo de um percurso de 40 m (2 x 20 m), com um descanso ativo de 10 s entre percursos. A distância total percorrida foi registada e considerada como resultado do teste (Bangsbo et al., 2008).

### *Desempenho técnico*

O desempenho técnico foi avaliado utilizando três dos quatro testes de habilidades técnicas incluídos na bateria desenvolvida pela *America Alliance Health, Physical Education, Recreation and Dance* (Hopkins et al., 1984):

(1) lançamento (pontos) – os jogadores tinham de lançar a bola de cinco posições (0°, 45° e 90°), apanhar o próprio ressalto, driblar para outra posição designada e repetir esta sequência o mais rapidamente possível ao longo de 60 s. Foi considerado como resultado do teste a soma das duas tentativas;

(2) passe (pontos) – os jogadores tinham de realizar passes de peito contra seis alvos marcados numa parede e recuperar a bola enquanto se moviam lateralmente ao longo de 30 s. Foi considerado como resultado do teste a soma das duas tentativas;

(3) drible (s) – os jogadores tinham de driblar a bola enquanto corriam e mudavam de direção o mais rapidamente possível num trajeto definido por 6 cones. Foi considerado como resultado do teste a soma das duas tentativas.

### *Carga interna*

A CI foi monitorizada em todas as sessões de treino e jogos oficiais utilizando bandas de FC Garmin HRM-Dual™ (Garmin Inc., Kansas, USA). Os dados eram transmitidos em tempo real para o sistema WIMU PRO™ a partir da tecnologia ANT+® com uma frequência de amostragem de 4 Hz. Foram avaliadas as seguintes medidas de CI:

- (1) FCmax (bpm) – frequência cardíaca máxima – maior número de batimentos por minuto alcançado em treinos e jogos oficiais;
- (2) FC média (FCmédia) (bpm) – frequência cardíaca média – número médio de batimentos por minuto registado em treinos e em jogos oficiais;
- (3) FC relativa (%FCmax) (bpm) – frequência cardíaca máxima relativa – percentagem da FCmax obtida em treinos e em jogos oficiais;
- (4) percentagem de tempo (%) passado em 50-60% FCmax (zona 1), 60-70% FCmax (zona 2), 70-80% FCmax (zona 3), 80-90% FCmax (zona 4) e 90-100% FCmax (zona 5).

De seguida, a CI acumulada pelos basquetebolistas em cada sessão de treino e jogo oficial foi quantificada com recurso ao modelo SHRZ proposto por Edwards (1993). A equação usa uma fórmula específica multiplicando o coeficiente associado a cada zona de FC pelo tempo passado em cada uma delas:

$$\text{SHRZ} = (\text{tempo passado na zona 1} \times 1) + (\text{tempo passado na zona 2} \times 2) + (\text{tempo passado na zona 3} \times 3) + (\text{tempo passado na zona 4} \times 4) + (\text{tempo passado na zona 5} \times 5)$$

Para controlar as diferenças entre o tempo ativo dos vários jogadores, a percentagem de tempo passado nas cinco zonas da FCmax e a quantificação da CI através do modelo SHRZ foram relativizadas ao minuto.

### *Carga externa*

A CE foi monitorizada em todas as sessões de treino e jogos oficiais através do sistema WIMU PRO™ (RealTrack Systems, Almería, Espanha), composto por dispositivos de medição inercial, constituídos por um acelerómetro de três eixos, um giroscópio e um magnetómetro com frequência de amostragem de 100 Hz. Importa, contudo, referir que as antenas do sistema de posicionamento local (LPS) não foi utilizado. Não obstante, foram obtidas as seguintes medidas de CE:

- (1) PL (AU) – soma vetorial das acelerações nos três eixos ortogonais (vertical, anteroposterior e lateral) (Reche-Soto et al., 2022);
- (2) DSL (AU) – total de impactos ponderados com base nos valores do acelerómetro acima de 2 g (Reche-Soto et al., 2022);
- (3) impactos (n) – número de impactos com produção de forças mais elevadas que 5 g (Puente et al., 2017);
- (4) passos (n) – número de movimentos corporais com um tempo de voo inferior a 400 ms (Roman et al., 2019);
- (5) saltos (n) – número de movimentos corporais com um tempo de voo superior a 400 ms (Pino-Ortega et al., 2018).

Para controlar para as diferenças entre o tempo ativo dos vários jogadores, todas as variáveis de CE foram relativizadas ao minuto.

### **Análise estatística**

A média e o desvio padrão foram utilizadas para descrever toda a informação. A normalidade das distribuições das variáveis e a homogeneidade de variâncias foram testadas de acordo com as técnicas habituais e nenhuma violação foi encontrada. Todavia, face ao tamanho reduzido da amostra, analisei os dados recorrendo a procedimentos estatísticos não-paramétricos. O teste de *Wilcoxon* foi utilizado para testar diferenças na CI e CE entre as

sessões de treino e os jogos oficiais, enquanto o teste U de *Mann-Whitney* foi usado para a comparação entre grupos. Além disso, utilizei a *glass rank-biserial correlation* (Glass, 1966) como medida do tamanho do efeito. Todas as análises foram realizadas no *software* IBM SPSS 29.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) e o nível de significância foi mantido em 5%.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(1), 37-51.
- Berkelmans, D. M., Dalbo, V. J., Fox, J. L., Stanton, R., Kean, C. O., Giamarelos, K. E., Teramoto, M., & Scanlan, A. T. (2018). Influence of Different Methods to Determine Maximum Heart Rate on Training Load Outcomes in Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(11), 3177-3185.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 50(2), 273-282.
- Edwards, S. (1993). *The heart rate monitor book*. Sacramento, CA: Fleet Feet Press.
- Gaudino, P., Iaia, F. M., Alberti, G., Hawkins, R. D., Strudwick, A. J., & Gregson, W. (2014). Systematic bias between running speed and metabolic power data in elite soccer players: influence of drill type. *International Journal of Sports Medicine*, 35(6), 489-493.
- Glass, G. V. (1996). Note on Rank Biserial Correlation. *Educational and Psychological Measurement*, 26(3), 623-631.
- Hopkins, D., Shick, J., & Plack, J. (1984). *Basketball for boys and girls: skill test manual*. Reston, VA: American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance.
- Kirkendall, D., Gruber, J., & Johnson, R. (1987). *Measurement and evaluation for physical educators*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Mayhew, J. L., Ware, J. S., Johns, R. A., & Bembem, M. G. (1997). Changes in upper body power following heavy-resistance strength training in college men. *International Journal of Sports Medicine*, 18(7), 516-520.
- Pino-Ortega, J., Hernández-Belmonte, A., Bastida-Castillo, A., & Gómez-Carmona, C. D., (2018). Evaluación de la velocidad angular en el test de elevación activa de la pierna recta: validez y fiabilidad de un dispositivo inercial (WIMU PRO). *RICYDE-Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 14(2), 79-88.
- Puente, C., Abián-Vicén, J., Areces, F., López, R., & Del Coso, J. (2017). Physical and Physiological Demands of Experienced Male Basketball Players During a Competitive Game. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 956-962.
- Reche-Soto, P., Rojas-Valverde, D., Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., Rico-González, M., Vieira, L. H. P., Ardigò, L. P., & Pino-Ortega, J. (2022) Using Ultra-Wide Band to Analyze Soccer Performance through Load Indicators during a Full Season: A Comparison between Starters and Non-Starters. *Applied Sciences*, 12(24), 12675.
- Román, M. R., García-Rubio, J., Feu, S., & Ibáñez, S. J. (2019). Training and Competition Load Monitoring and Analysis of Women's Amateur Basketball by Playing Position: Approach Study. *Frontiers in Psychology*, 9, 2689.
- Ross, W. D., & Marfell-Jones, R. J. (1995). Cineantropometria. In J. Duncan, H. MacDougall, A. Wenger & H. J. Green (Eds.), *Evaluación fisiológica del deportista*. Barcelona: Paidotribo.
- Russell, J. L., McLean, B. D., Impellizzeri, F. M., Strack, D. S., & Coutts, A. J. (2021). Measuring Physical Demands in Basketball: An Explorative Systematic Review of Practices. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 51(1), 81-112.
- Stojanović, E., Aksović, N., Stojiljković, N., Stanković, R., Scanlan, A. T., & Milanović, Z. (2019). Reliability, Usefulness, and Factorial Validity of Change-of-direction Speed Tests in Adolescent Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(11), 3162-3173.

## ***CAPÍTULO III***

---

### ***Estudo Empírico***

---



**Artigo**

---

***Internal and external load during formal training and competition  
in young basketball players***

Gonçalo Gonçalves<sup>a</sup>, Paulo Neta<sup>a,b</sup>, João Ribeiro<sup>a</sup> and Eduardo Guimarães<sup>a</sup>

<sup>a</sup>CIFI<sup>2</sup>D, Faculty of Sport, University of Porto, Porto, Portugal

<sup>b</sup>University of Maia, Maia, Portugal

*Artigo em submissão*

---



## ABSTRACT

Although important for the daily practice of coaches, little is known about loads accumulated during training and competition in youth basketball. We quantified and compared the internal and external loads between training sessions and official games in young basketball players. We then investigated the effects of playing role on physical capacities, technical skills, and internal and external loads accumulated during training and competition. Thirteen under-16 male basketball players were followed over 10 consecutive weeks and assigned into two groups according to their playing role: starters and rotation players. We assessed their physical capacities, basketball-specific skills, and monitored internal and external loads in training and competition. Data was analyzed using non-parametric techniques. Results showed that players attained significantly higher values in most measures of internal and external load during official games ( $p<0.01$ ). Starters outperformed rotation players in 20 m sprint, lane agility drill, and control dribble ( $p<0.05$ ). They also reached lower HRmax in practice, but higher %HRmax and greater scores in the summated-heart-rate-zones model and dynamic stress load during official games ( $p<0.05$ ). Findings highlight that, in physical terms, young basketballers tend not to train as they play. Moreover, it is during competition that starting players experience higher internal and external loads.

Keywords: Training load; physical capacities; technical skills; young players; basketball



## INTRODUCTION

As players grow and develop throughout their sporting careers, the sport they play naturally becomes more challenging and demanding (Balyi et al., 2013; Lloyd & Oliver, 2012). In basketball, the game turns faster, more physical, and even more intense with increasing competitive level (FIBA-WABC, 2016; Guimarães et al., 2021a; Ramos et al., 2021). Also, modern basketball is widely characterized as a highly intermittent sport in which game actions change approximately every 2 s (Ben Abdelkrim et al., 2007; McInnes et al., 1995). Hence, striving to consistently optimize high level performances towards excellence in adulthood, youth basketball coaches often pose a seemingly timeless question – do players and teams practice as they play?

To properly prepare players to excel in both training and competition, it is of utmost importance that coaches monitor their internal and external loads (Fox et al., 2017; Russell et al., 2021; Scanlan et al., 2014). Internal load refers to players' physiological responses to stimuli induced by training or competition (Akubat et al., 2014), and is commonly assessed using heart rate (HR) responses [e.g., maximum HR (HR<sub>max</sub>), mean HR (HR<sub>mean</sub>), and relative maximum heart rate (%HR<sub>max</sub>)], HR derived measures [e.g., summated-heart-rate-zones (SHRZ) model (Edwards, 1993)], perceptual indicators of exercise intensity (e.g., session rating of perceived exertion (sRPE), and indirect markers of metabolic stress (e.g., blood lactate concentration) (Halson, 2014). In turn, external load represents a quantification of physical stimuli and movement patterns performed by the players during training or competition, independently of their internal response (Wallace, 2009). Mostly obtained using time motion analysis (e.g., notational video, software assisted video, inertial measurement units, or local/global positioning systems), external load generally comprises distances, speeds, jumps, steps, accelerations, as well as metrics of effort (e.g., player load) and fatigue [e.g., dynamic stress load (DSL)] (Halson, 2014).

It is acknowledged that a joint monitoring of internal and external load provides coaches with objective data leading to an encompassing control of

training demands (Halson, 2014). This allows them to design more effective practice regimes, detached from the risk of overtraining and severe injury, as well as ensure sustainable long-term development (Halson, 2014). In addition, the data gathered across the season enable coaches to create representative tasks that simulate key aspects of performance aiming to promote adaptations and a positive transfer of training stimuli to competition. Furthermore, the complex nature of basketball also requires that coaches prepare their players to display remarkable levels of physical capacities and technical skills from an early age (Karalejić et al., 2011; Matulaitis et al., 2019; Stojanović et al., 2018; Ziv & Lidor, 2009). In fact, the players' ability to perform intense activities such as sprinting, jumping, shuffling, and changing direction combined with their proficiency in shooting, passing, and dribbling the ball have been strongly linked to individual and team success in youth basketball (Guimarães et al., 2019, 2021b; Ramos et al., 2020; Torres-Unda et al., 2013).

Although loads accumulated during training and competition are a common matter of debate among coaches, the available data from young basketball players remains limited. Also, the few existing published reports vary in terms of sampling, study duration, and procedures used to monitor training loads. For example, Lupo et al. (2017) and Arede et al. (2022) quantified internal load exclusively during training sessions, whereas Alonso et al. (2020, 2022) monitored external load solely in official games. In contrast, Brandão et al. (2019) and Arede et al. (2020) examined the two types of loads during both training and competition. However, the former did it for a short period of time (4 practices and 1 game within a single week), while the latter used a subjective measure to quantify internal load in 19 training sessions and 3 friendly matches. Given that such discrepancies among reports may produce inconsistent findings, there still exists a strong call for coaches to better understand whether youth basketball players and teams, in fact, practice as they play.

This paper has two aims. First, we quantified and compared the internal and external loads between training sessions and official games in under-16 male basketball players. Second, we investigated the effects of playing role (i.e., starters versus rotation players) on physical capacity and basketball-

specific skill field-based tests, and internal and external loads accumulated during training sessions and official games. We hypothesize that internal and external loads will be greater during competition than formal training. We also expect starting players to outperform their peers in physical capacities and technical skills, as well as to show lower internal and external loads during training sessions and official games.

## **MATERIALS AND METHODS**

### ***Experimental approach to the problem***

Basketball players were monitored during formal training and competition over 10 consecutive in-seasons weeks. All assessments occurred from November 2022 through to January 2023 and a typical training week consisted of four practices (rest day on Wednesdays) with a single game on the weekend. Training sessions took place in two different gyms in the late afternoon or evening, had an average duration of 1:30 h, and were fully prescribed by the team's head coach without any intervention by the research team. A typical practice was composed by exercises of individual technique, followed by small-sided games with numerical advantages, shooting drills, and formal 5x5 games. Altogether, we assessed individual internal and external load measures during 32 basketball training sessions, and 10 official games (5 home and 5 away games). Across the 10-week data collection period, we obtained a total of 316 and 95 observations from practices and games, respectively.

### ***Participants***

Thirteen adolescent male basketball players (age=15.30±0.88 years; training experience=7.31±2.53 years; height=174.33±7.49 cm; arm span=177.61±8.62 cm; weight=65.49±9.24 kg) coming from an under-16 team of a club member of the Porto Basketball Association were recruited to participate in this study. The players, who competed in the first division of the 2022/2023 Porto U16 Regional Championship and qualified to play the 2022/2023 U16 National Championship,

were assigned into two groups according to their role in the 10 official games: starters (i.e., players who started, at least, 70% of the games; n=5) and rotation players (i.e., remaining players who mostly came off the bench; n=8). We obtained written informed consent from parents or legal guardians, as well as individual assent from each player. The study was approved by the Ethics Committee of the lead institution (CEFADE 35.2022), and the club gave formal permission for data collection.

### ***Procedures***

Prior the 10-week testing period, we assessed players' training experience, basic anthropometrics, physical capacities, and basketball-specific skills. Training experience, expressed as accumulated years of formal basketball training, was obtained from registration histories available on the official website of the Portuguese Basketball Federation: <http://www.fpb.pt>. Height was measured without shoes and with the player's head positioned in the Frankfurt plane using a Harpenden stadiometer (Holtain Ltd., Crymych, UK), whereas arm span was measured using an anthropometer (Siber-Hegner, GPM, Zurich, Switzerland), both with a precision of 0.1 cm. Weight was obtained using a bio-impedance scale (Tanita®BC-418MA, Tanita Corp., Tokyo, Japan) with a precision of 100 g. All measurements were taken by experienced anthropometrists following the International Working Group on Kinanthropometry protocols (Ross & Marfell-Jones, 1995). From the set of physical and skill tests employed, it is worth mentioning that the Yo-Yo Intermittent Recovery Test - Level 1 (Yo-Yo IR1) was used not only to evaluate high-intensity aerobic capacity, but also to determine individual HR<sub>max</sub>, as previously done in several reports dealing with samples of basketball players (Fox et al. 2018; Nunes et al., 2014; Scanlan et al., 2014). Nevertheless, this reference value was replaced whenever a player attained greater HR<sub>max</sub> during formal training or competition (Berkelmans et al., 2018).

Before every training session and official game, each player was carefully equipped with an elastic strap holding a Garmin HRM-Dual™ HR

monitor (Garmin Inc., Kansas, USA) and a custom vest containing a WIMU PRO™ device (RealTrack Systems, Almería, Spain). To avoid inter-unit error, we followed the suggestion by Gaudino et al. (2014) and each player wore the same HR monitor and WIMU PRO™ device in every practice and game.

At the end of each basketball practice and game, all data collected were exported and analyzed using the SPRO software and its custom algorithm (RealTrack Systems, Almería, Spain). Then, we trimmed the data so that the active time of each player was defined as follows: (1) training sessions – total practice time excluding breaks between tasks and bench time in formal 5x5 game; (2) official games – total game time when player was on the court, including all stoppages except time outs and quarter/half breaks (Russell et al., 2021). Warm-up and cool down activities were not considered neither in training nor in competition.

## ***Measurements***

### *Internal load*

We measured internal load during training sessions and official games using Garmin HRM-Dual™ HR monitors (Garmin Inc., Kansas, USA), which transmit real-time HR data to the WIMU PRO™ system over ANT+® technology with a sampling frequency of 4 Hz, a process previously validated with high reliability and precision (Molina-Carmona et al., 2018). The following internal measures were assessed: (1) HRmax – greatest number of bpm reached in training sessions and official games; (2) HRmean – average number of bpm recorded in training sessions and official games; (3) %HRmax – percentage of HRmax obtained in training sessions and official games; (4) percentage of time spent in 50-60% HRmax (zone 1), 60-70% HRmax (zone 2), 70-80% HRmax (zone 3), 80-90% HRmax (zone 4), and 90-100% HRmax (zone 5) – duration in five different HR zones in training sessions and official games. Then, an objective measure of internal load during training sessions and official games was calculated using Edwards's (1993) SHRZ model. The equation, frequently

reported in recent literature to quantify internal load in basketball players (Conte et al., 2016; Fox et al., 2018; Scanlan et al., 2014), uses a specific formula that multiplies weighted HR zones by the time spent in each of the five aforementioned zones (Equation 1):

$$\text{Equation 1: SHRZ} = (\text{duration in zone 1} \times 1) + (\text{duration in zone 2} \times 2) + (\text{duration in zone 3} \times 3) + (\text{duration in zone 4} \times 4) + (\text{duration in zone 5} \times 5)$$

To control for differences in active time among players, the percentage of time spent in five HRmax zones and SHRZ were calculated per minute.

### *External load*

We monitored external load during training sessions and official games using WIMU PRO™ devices (RealTrack Systems, Almería, Spain), wearable inertial measurement units including a 3-axis accelerometer, a gyroscope, and a magnetometer sampling at 100 Hz. This system showed adequate reliability to measure specific team sport movements (Bastida-Castillo et al., 2017, 2018), and has been frequently used to evaluate physical demands in young basketball players (Arede et al., 2020; Pino-Ortega et al., 2019; Vásquez-Guerrero et al., 2019). It should be noted, however, that we did not use the LPS antennas system. In any case, the following external measures were assessed: (1) player load – vector sum of device accelerations in the three orthogonal axes (vertical, anteroposterior, and lateral) (Reche-Soto et al., 2022); (2) DSL – total weighted impacts, based on accelerometer values over 2 g (Reche-Soto et al., 2022); (3) impacts – number of impacts when the body experienced a g-force greater than 5 g (Puente et al., 2017); (4) steps – number of body movements with a flight time minor than 400 ms (Román et al., 2019); (5) jumps – number of body movements with a flight time higher than 400 ms (Pino-Ortega et al., 2018). To control for differences in active time among players, all external load variables were calculated per minute.

### *Physical capacities*

We assessed physical capacities using the following four standardized field-based tests: (1) 20 m sprint – players ran in a straight line at full speed (Kirkendall et al., 1987). Time (s) was recorded using the photoelectric cells system Speed Trap II (Brower Timing Systems LLC., Draper, UT, USA); (2) lane agility drill – players had to run forward, side shuffle to the right, run backward, side shuffle to the left, and repeat the same rectangle-shape course in the opposite direction as fast as possible around the lines limiting the basketball restricted area (Stojanović et al., 2019). Time (s) was recorded using the photoelectric cells system Speed Trap II (Brower Timing Systems LLC., Draper, UT, USA); (3) seated medicine ball throw – players threw a 3 kg ball straight forward as far as possible while seated on the floor with their legs fully stretched and their backs against a wall (Mayhew et al., 1997). The distance (m) was recorded using a tape measure; (4) countermovement jump – players performed this type of vertical jump as indicated by Bosco et al. (1983). Jumping height (cm) was measured using an Ergo Tester (Globus, Codognè, Italy); (5) the Yo-Yo IR1 – players performed repeated 40 m (2×20 m) runs with a 10 s active recovery period in between (Bangsbo et al., 2008). The total distance covered (m) was recorded.

### *Basketball-specific skills*

We assessed basketball-specific skills using three out of the four field-based tests included in the battery developed by the American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (Hopkins et al., 1984): (1) speed shot shooting – players shot the ball from five positions (0°, 45° and 90°), collected their own rebound, dribbled to another designated position, and repeated this sequence as quickly as possible over 60 s. The total number of points obtained was recorded; (2) passing – players performed chest passes against six targets marked on a wall and retrieved the ball while moving laterally over 30 s. The total number of points obtained was recorded; (3) control dribble – players dribbled the ball while running as quickly as possible in an obstacle

course defined by six cones. Time (s) was recorded using the photoelectric cells system Speed Trap II (Brower Timing Systems LLC., Draper, UT, USA).

### **Statistical analysis**

Descriptive statistics are presented as means and standard deviations (Mean $\pm$ SD). All normality checks were undertaken, and no significant violations were found. However, given the sample size, we analyzed the data using non-parametric techniques. The Wilcoxon signed-rank test was used to determine differences between training sessions and official games in internal and external loads, whereas the Mann–Whitney U test was used to compare groups in physical capacities, basketball-specific skills, as well as internal and external load during practice and competition. Furthermore, glass rank-biserial correlation (Glass, 1966) was computed as a measure of effect size. All data analyses were performed using the IBM SPSS 29.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA), and the significance level was set at 5%.

## **RESULTS**

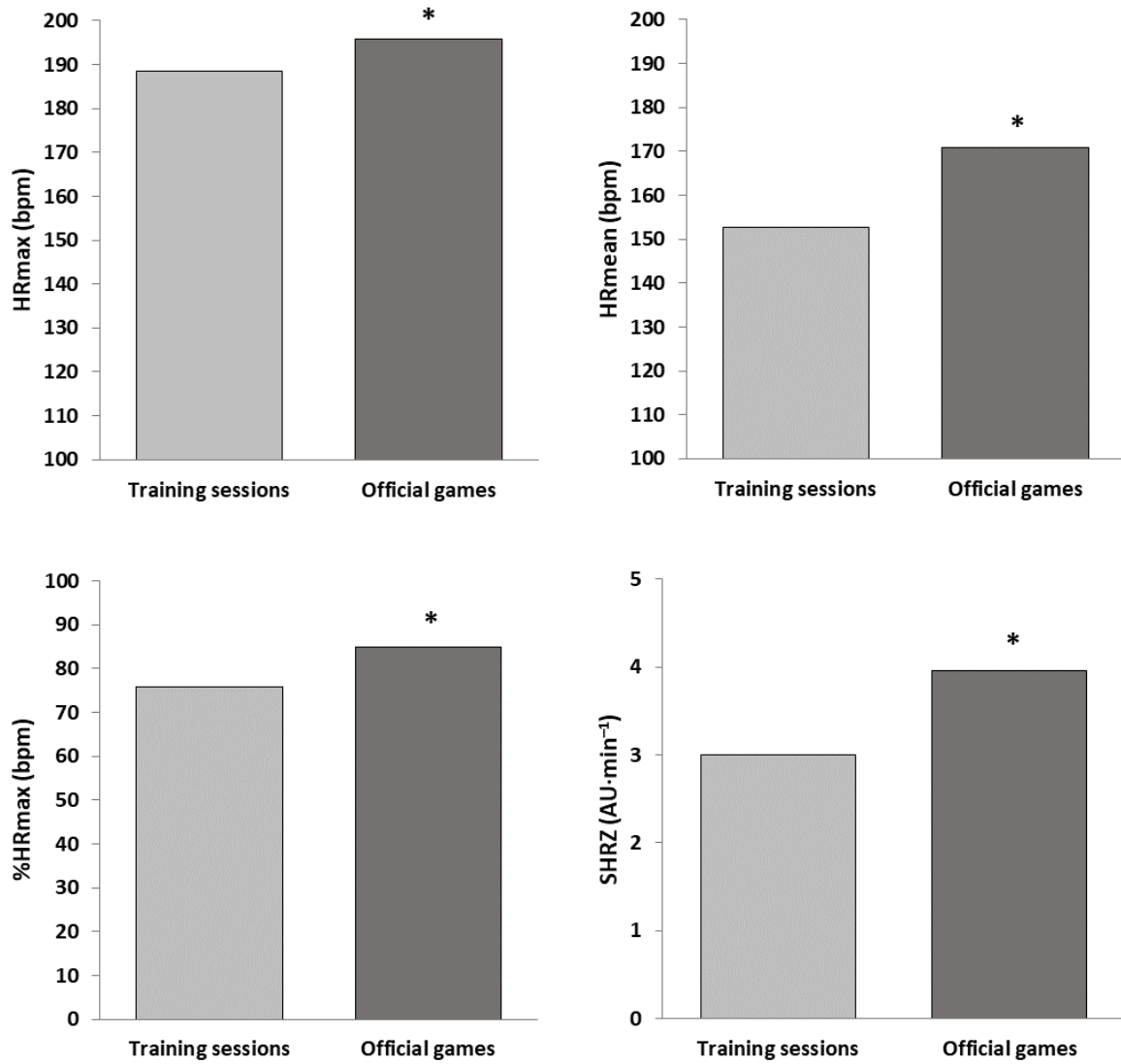
The descriptive statistics for internal and external load outcomes during training sessions and official games are shown in Table 1 and graphically illustrated in Figures 1 and 2. As expected, young basketball players attained significantly higher HRmax ( $Z=-2.97$ ;  $p<0.01$ ;  $r=0.93$ ), HRmean ( $Z=-3.18$ ;  $p<0.01$ ;  $r=1.00$ ), %HRmax ( $Z=-3.18$ ;  $p<0.01$ ;  $r=1.00$ ), and SHRZ ( $Z=-3.18$ ;  $p<0.01$ ;  $r=1.00$ ) during competition. Also, players spent more time during training sessions between 50-80% HRmax ( $Z=-3.18$ ;  $p<0.01$ ;  $r=-1.00$ ), whilst it was during games that they stood longer between 80-100% HRmax ( $Z=-3.18$ ;  $p<0.01$ ;  $r=1.00$ ). Apart from the number of jumps, basketballers reached significantly greater player load ( $Z=-3.18$ ;  $p<0.01$ ;  $r=1.00$ ) and DSL ( $Z=-3.11$ ;  $p<0.01$ ;  $r=0.98$ ), as well as performed more impacts ( $Z=-3.18$ ;  $p<0.01$ ;  $r=1.00$ ) and steps ( $Z=-3.18$ ;  $p<0.01$ ;  $r=1.00$ ) in competition than in formal training.

**Table 1.** Descriptive statistics for internal and external load during training sessions and official games [Wilcoxon signed-rank test (Z) and glass rank-biserial correlation coefficient (r)].

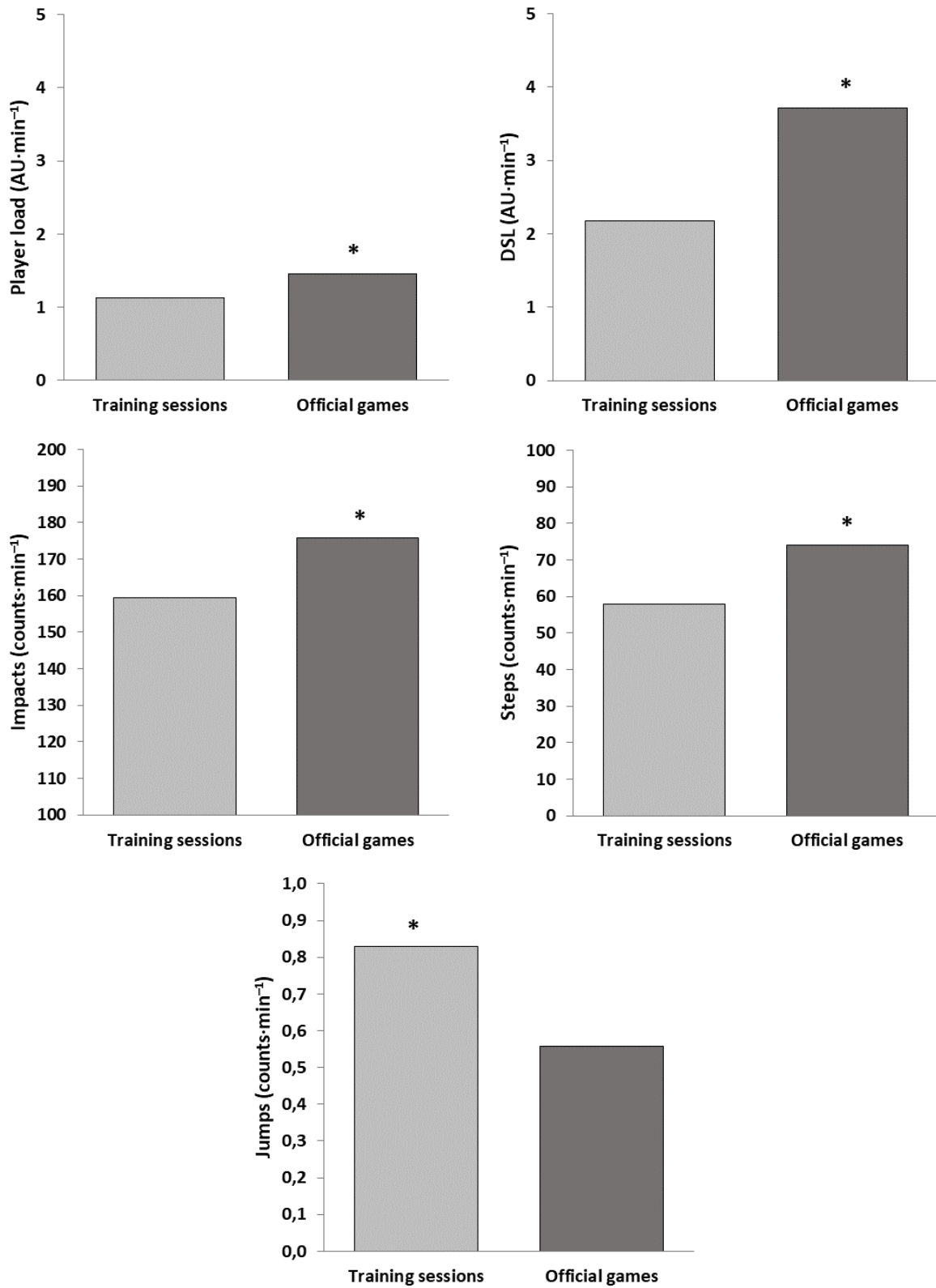
Variables	Training sessions	Official games	Z(r)
	Mean±SD	Mean±SD	
<i>Internal load</i>			
HR <sub>max</sub> (bpm)	188.55±7.98	195.66±7.15	-2.97(0.93)**
HR <sub>mean</sub> (bpm)	152.64±7.76	170.75±6.88	-3.18(1.00)**
%HR <sub>max</sub> (bpm)	75.84±2.38	84.88±2.37	-3.18(1.00)**
Time spent in 50-60% HR <sub>max</sub> (%·min <sup>-1</sup> )	9.86±3.53	1.56±2.14	-3.18(-1.00)**
Time spent in 60-70% HR <sub>max</sub> (%·min <sup>-1</sup> )	24.41±6.07	5.44±2.40	-3.18(-1.00)**
Time spent in 70-80% HR <sub>max</sub> (%·min <sup>-1</sup> )	29.15±3.43	18.35±4.41	-3.18(-1.00)**
Time spent in 80-90% HR <sub>max</sub> (%·min <sup>-1</sup> )	28.97±7.25	41.42±3.82	-3.18(1.00)**
Time spent in 90-100% HR <sub>max</sub> (%·min <sup>-1</sup> )	7.61±3.45	33.22±5.18	-3.18(1.00)**
SHRZ (AU·min <sup>-1</sup> )	3.00±0.24	3.96±0.25	-3.18(1.00)**
<i>External load</i>			
Player load (AU·min <sup>-1</sup> )	1.12±0.06	1.46±0.11	-3.18(1.00)**
DSL (AU·min <sup>-1</sup> )	2.18±0.66	3.72±1.50	-3.11(0.98)**
Impacts (counts·min <sup>-1</sup> )	159.54±9.75	175.92±13.66	-3.18(1.00)**
Steps (counts·min <sup>-1</sup> )	57.84±4.58	73.92±8.93	-3.18(1.00)**
Jumps (counts·min <sup>-1</sup> )	0.83±0.23	0.56±0.15	-3.18(-1.00)**

Abbreviations: HR<sub>max</sub>=maximum heart rate; HR<sub>mean</sub>=mean heart rate; %HR<sub>max</sub>=percentage of maximum heart rate; SHRZ=summated-heart-rate-zones model; AU=arbitrary units; DSL=Dynamic stress load.

Notes: \*\*  $p < 0.01$ .



**Figure 1.** Internal load during training sessions and official games (\*  $p < 0.01$ ).



**Figure 2.** External load during training sessions and official games (\*  $p < 0.01$ ).

Table 2 shows the comparisons between starters and rotation players for physical capacity and basketball-specific skill field-based tests. Starters only outperformed their peers in 20 m sprint test ( $Z=-2.21$ ;  $p<0.05$ ;  $r=0.75$ ) and lane agility drill ( $Z=-2.78$ ;  $p<0.01$ ;  $r=0.95$ ). In addition, starters were significantly more skilled only in control dribble ( $Z=-2.64$ ;  $p<0.01$ ;  $r=0.90$ ).

**Table 2.** Descriptive statistics for physical capacities and technical skills of starting and rotation young basketball players [Mann–Whitney  $U$  test ( $Z$ ) and glass rank-biserial correlation coefficient ( $r$ )].

Variables	Starters	Rotation	Z(r)
	Mean±SD	Mean±SD	
<i>Physical capacities</i>			
20 m sprint (s)	3.17±0.06	3.36±0.20	-2.21(0.75)*
Lane agility drill (s)	12.04±0.37	13.30±0.64	-2.78(0.95)**
Seated medicine ball throw(m)	4.87±0.23	4.51±0.45	-1.46(-0.50)
Countermovement jump (cm)	43.26±2.11	38.70±4.04	-1.91(-0.65)
Yo-Yo IR1 (m)	1488.00±476.15	1420.00±489.43	-0.51(-0.18)
<i>Basketball-specific skills</i>			
Speed shot shooting (points)	39.60±4.56	34.50±4.84	-1.76(-0.60)
Passing (points)	108.00±9.19	107.25±16.56	-0.29(0.10)
Control dribble (s)	16.40±0.27	17.47±0.85	-2.64(0.90)**

Abbreviations: Yo-Yo IR1=Yo-Yo Intermittent Recovery Test - Level 1.

Notes: \*  $p<0.05$ ; \*\*  $p<0.01$ .

The comparisons between starters and rotation players for internal and external loads in training sessions and official games are presented in Table 3. During practice, significant differences were only found in HRmax in favor of those players who frequently came off the bench ( $Z=-2.34$ ;  $p<0.05$ ;  $r=0.80$ ). In contrast, starters showed higher values of %HRmax ( $Z=-2.20$ ;  $p<0.05$ ;  $r=0.75$ ), SHRZ ( $Z=-2.20$ ;  $p<0.05$ ;  $r=0.75$ ), and DSL ( $Z=-2.05$ ;  $p<0.05$ ;  $r=0.70$ ) during formal competition.

**Table 3.** Descriptive statistics for internal and external load during training sessions and official games of starting and rotation young basketball players [Mann–Whitney *U* test (*Z*) and glass rank-biserial correlation coefficient (*r*)].

Variables	Training sessions			Official games		
	Starters Mean±SD	Rotation Mean±SD	Z(r)	Starters Mean±SD	Rotation Mean±SD	Z(r)
<i>Internal load</i>						
HR <sub>max</sub> (bpm)	182.83±3.76	192.13±7.95	-2.34(0.80)*	194.12±1.58	196.62±9.13	0.00(0.00)
HR <sub>mean</sub> (bpm)	148.03±4.98	155.52±8.03	-1.61(0.55)	170.02±2.76	170.58±8.76	-0.15(-0.05)
%HR <sub>max</sub> (bpm)	74.83±2.11	76.48±2.44	-0.88(0.30)	86.44±1.21	83.91±2.45	-2.20(-0.75)*
Time spent in 50-60% HR <sub>max</sub> (%·min <sup>-1</sup> )	10.21±3.81	9.64±3.60	-0.15(0.05)	0.50±0.36	2.23±2.54	-1.76(0.60)
Time spent in 60-70% HR <sub>max</sub> (%·min <sup>-1</sup> )	26.11±5.82	23.34±6.36	-0.59(-0.20)	4.15±1.91	6.25±2.42	-1.76(0.60)
Time spent in 70-80% HR <sub>max</sub> (%·min <sup>-1</sup> )	30.84±2.58	28.10±3.62	-1.61(-0.55)	16.23±4.21	19.68±4.25	-1.61(0.55)
Time spent in 80-90% HR <sub>max</sub> (%·min <sup>-1</sup> )	27.21±6.80	30.08±7.75	-0.73(0.25)	43.33±2.18	40.22±4.24	-1.90(-0.65)
Time spent in 90-100% HR <sub>max</sub> (%·min <sup>-1</sup> )	5.63±3.60	8.85±2.92	-1.90(0.65)	35.79±6.14	31.62±4.10	-1.46(-0.50)
SHRZ (AU·min <sup>-1</sup> )	2.91±0.22	3.06±0.25	-0.88(0.30)	4.13±0.13	3.86±0.25	-2.20(-0.75)*
<i>External load</i>						
Player load (AU·min <sup>-1</sup> )	1.15±0.03	1.10±0.07	-1.61(-0.55)	1.50±0.06	1.43±0.13	-0.44(-0.15)
DSL (AU·min <sup>-1</sup> )	2.56±0.74	1.93±0.50	-1.76(-0.60)	4.97±1.45	2.93±0.90	-2.05(-0.70)*
Impacts (counts·min <sup>-1</sup> )	156.73±8.82	161.30±10.45	-0.88(0.30)	166.47±15.26	181.83±9.11	-1.90(0.65)
Steps (counts·min <sup>-1</sup> )	58.34±2.78	57.53±5.58	-0.59(-0.20)	73.78±4.72	74.00±11.14	-0.29(0.10)
Jumps (counts·min <sup>-1</sup> )	0.79±0.17	0.85±0.27	-0.44(0.15)	0.60±0.14	0.53±0.17	-0.88(-0.30)

Abbreviations: HR<sub>max</sub>=maximum heart rate; HR<sub>mean</sub>=mean heart rate; %HR<sub>max</sub>=percentage of maximum heart rate; SHRZ=summated-heart-rate-zones model; AU=arbitrary units; DSL=Dynamic stress load.

Notes: \* *p*<0.05.

## DISCUSSION

In this study, we monitored young basketball players over 10 consecutive in-seasons weeks to compare the internal and external loads between training sessions and official games. In addition, performance in physical capacity and basketball-specific skill field-based tests, as well as internal and external loads accumulated during training sessions and official games were compared between starters and rotation players. Although important for coaches' daily practice, the truth is that, to date, literature on this matter is still scarce. Furthermore, the limited body of knowledge available in youth basketball has produced inconsistent outcomes, likely due to sample specificities and/or distinct methodologies used. This poses problems when comparing our findings. Nevertheless, we framed the discussion around three fundamental questions arising from our hypotheses.

### *Do young basketball players practice as they play?*

Confirming our first hypothesis, young basketball players broadly attained greater internal and external loads during official games than in training sessions. These findings are in part consistent with previous data from youth basketball. For example, Brandão et al. (2019) reported higher HRmax in competition compared to formal training, although similar values of SHRZ and total distance traveled were observed in young basketballers from Brazil. It should be noted, however, that discrepancies in study duration may be responsible for these contrasting results, namely in SHRZ. By monitoring players for just one week (4 training sessions and one formal game), these authors were apparently not able to observe substantial changes in players' response to training and competition due to limited variation in practice tasks and game competitiveness. A similar trend to ours was observed by Arede et al. (2020) in a sample of basketball players members of the under-16 Portuguese national team. Although using a subjective measure of internal load, they reported superior mean values of RPE and slightly higher player load and body impacts in friendly games than during training sessions. Our findings are also in agreement with a previous study on elite junior basketball players from

Australia, which found greater HR<sub>mean</sub> and player load during games compared to 5x5 scrimmage or offensive and defensive drills performed during practice (Montgomery et al., 2010). Official games are so unique in terms of duration, intensity, opposition, motivation, and emotional tension that only the competition itself seems to properly prepare players to compete. Since throughout the season teams train more than they play, it is recommended that coaches also incorporate highly demanding 5x5 drills into their training sessions (Montgomery et al., 2010). For a better load management, we suggest that these tasks occur in the middle of the weekly training microcycle, that is, not very close to the previous game, nor the upcoming one.

In turn, the number of jumps per minute was the only measure to show an inverse pattern. The large amount of jumps performed by the players, for example, during shooting drills may explain this unexpected result. Nonetheless, we contend that training sessions do not meet the internal and external demands required during competition in youth basketball. To reduce this gap, basketball coaches should prioritize training sessions that closely represent the competitive environment. When designing training regimens, we suggest that coaches (1) minimize inactive time within and between drills, (2) promote competitiveness wherever possible, (3) stimulate players to practice at game speed while carefully controlling the balance between work and rest in order to avoid overtraining, and (4) use available basketball official equipment, namely game and shot clocks, to replicate game-related constraints.

To enhance the quality of practice, it is also important that coaches improve the physical capacities of young players from an early age (Lloyd & Oliver, 2012). For such, coaches must implement not only basketball-specific strength and conditioning workouts, but also technical and tactical tasks involving physical work (FIBA-WABC, 2016). Especially in youth, basketball coaches should not exclusively rely on 5x5 game situations to reproduce official game demands (Torres-Ronda et al., 2016). Instead, they should employ, for example, fast-break activities to enhance running speed, continuous full court drills to develop endurance, or defense exercises to improve agility. This is

expected to optimize the long-term development of young basketballers and maximize their potential to achieve success.

*Do basketball players who most often started the games (i.e., starters) outperform their peers who mostly came off the bench (i.e., rotation players) in physical capacities and technical skills?*

Despite starters presented better mean values than rotation players in all field-based tests, contrary to initial expectations, we only found statistically significant differences in 20 m sprint, lane agility drill, and control dribble. Although care must be taken in interpretation due to the small sample size of both groups, our findings do not align with those from Arede et al. (2020), who reported significant differences in favor of starters in countermovement jump, but similar between-group outcomes in the Yo-Yo IR1 and agility T-test. It is possible that the unique characteristics of each sample may justify these discrepancies. While our data come from a club context, Arede et al. (2020) sampled 12 basketballers members of the under-16 Portuguese national team who were in their final preparation to compete in the FIBA U16 European Championship - Division B. We, therefore, contend that differences between starters and non-starters are more likely to emerge within a club because in such an environment, young players tend to be more different than alike in terms of body size and composition, physical capacity, and skill level, especially when not controlling for the confounding effects of biological maturation and training experience (Guimarães et al., 2019, 2021a). On the other hand, regardless of the age-category, national teams commonly show great homogeneity among players. Besides being chosen as the best ones of their age, these basketballers are highly determined to excel in training and competition in order to secure a spot on a restricted roster (Arede et al., 2020).

Despite that, our results corroborate previous studies with adult basketball players. For example, both Scanlan et al. (2015) and Gonzalez et al. (2012) reported that starters were, on average, more agile than non-starters in men's and women's basketball, respectively. Moreover, Scanlan et al. (2021) showed that elite female starters possessed significantly higher aerobic

capacity when compared to bench players. Although we were unable to locate any study contrasting the skill level of starters and rotation players, our findings suggest that coaches define their starting lineup considering the intrinsic nature of basketball. In a sport where most intense actions are performed at the beginning of the game (Ben Abdelkrim et al., 2007, 2010), basketball coaches seem to rely on players who are physically capable of responding better to competitive demands. Knowing that basketball is widely characterized by short and intense bursts of energy as well as dynamic multidirectional movements (Stojanović et al., 2018; Ziv & Lidor, 2009), we highlight the importance of promoting the proper athletic development of youth players from an early stage of their sporting careers. This may not only increase opportunities for all team members to start the game and play more minutes, but also maximize players' potential to achieve either individual or collective success (Guimarães et al., 2019; Ramos et al., 2020; Torres-Unda et al., 2013).

*Do starters show lower internal and external loads than rotation players during training sessions and official games?*

As a consequence of the putative better physical performance of the starting players, we expected that they would present lower internal and external loads during training sessions and official games. Our findings, however, did not fully confirm this hypothesis. In practice, starters attained significantly lower HRmax than rotation players, but no differences were found in the other measures of internal and external load. Despite contrasting with our prediction, these results are somewhat similar to those reported by Arede et al. (2020), that is, no significant differences between starter and non-starter young basketballers in RPE (measure of internal load), player load, and body impacts. Furthermore, Palmer et al. (2021) and Fox et al. (2020) showed equal average session intensity and peak player load, respectively, between starters and bench adult basketball players. During official games, on the other hand, we found that starters outscored rotation players in %HRmax, SHRZ, and DSL. Although these findings are not in line with available data from youth basketball (Arede et al., 2020), they are comparable with a report from professional and semi-professional basketball showing that, in official games, starting players

had a greater average intensity than in- and out-rotation bench players (Palmer et al., 2021).

Taken together, these results suggest that young basketball players' responses to stimuli elicited by training drills are independent of playing role. Coaches must be aware that the loads implemented by their training regimes are likely to be insufficient to meet game demands, as during competition a distinct picture emerged. The fact that starting players are on the court in the most critical, intense, and decisive moments of the game (e.g., when the score differential is close, the opposition level is higher, and actions have a greatest impact on the final score), makes them experience greater internal and external loads even after controlling for active playing time (Conte et al. 2018; Palmer et al., 2021; Schelling & Torres, 2016). In turn, rotation players usually play during “rest periods”, being exposed to lower internal and external game loads (Fox et al. 2022). They should, therefore, be subject to additional loads during training in order to dispose of similar opportunities to participate and succeed in the competition.

Although our findings extend the reduced available literature on this topic, we acknowledge that this study is not without limitations. First, we recognize that our sample is not widely representative of all male and female young basketball players from other regions or countries. Therefore, we recommend caution when generalizing our findings. The second limitation concerns the sample size, even though previous reports have used similar or even smaller samples (Arede et al., 2020; Montgomery et al., 2010). Nevertheless, by monitoring players over a long period (10 consecutive in-season weeks), often times limited in studies of this nature (Brandão et al., 2019), we were able to obtain a substantial number of individual observations from both training sessions and official games. Third, we are aware that using the LPS antennas system would provide a higher number of external load measures. However, collecting data across different venues (e.g., several practice gyms, home and away games) would become a difficult constraint to overcome.

In summary, this novel study highlights that, in physical terms, young basketball players tend not to train as they play. Our findings showed that basketballers attained greater internal and external loads in official games than during training sessions. Furthermore, starters presented similar physical and skill performances in most field-based tests, as well as internal and external loads during training than rotation players. In official games, however, starting players experienced higher internal and external loads. Although challenging, we recommend youth basketball coaches regularly monitor loads in both formal training and competition. This is of utmost importance to closely match game demands when planning their practices. In the future, researchers should investigate which training drills and tasks promote stimuli similar to those encountered during competition. It is also important to understand how training loads vary on an individual scale (the player), that is, if internal and external loads observed during training sessions correspond to the official game demands for each player, according to their role and/or function within the team. This will most certainly improve coaches understanding of how properly design their training regimes.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

The authors thank all participants, as well as their families, coaches, and club directors. We also thank Dr. Luísa Estriga and João Freitas for their relevant contribution on methodology and data collection.

## **DISCLOSURE STATEMENT**

The authors report no conflict of interest.

## REFERENCES

- Akubat, I., Barrett, S., & Abt, G. (2014). Integrating the internal and external training loads in soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 457-462.
- Alonso Pérez-Chao, E., Gómez, M. Á., Lisboa, P., Trapero, J., Jiménez, S. L., & Lorenzo, A. (2022). Fluctuations in External Peak Demands Across Quarters During Basketball Games. *Frontiers in Physiology*, 13, 868009.
- Alonso, E., Miranda, N., Zhang, S., Sosa, C., Trapero, J., Lorenzo, J., & Lorenzo, A. (2020). Peak Match Demands in Young Basketball Players: Approach and Applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2256.
- Arede, J., Ferreira, A. P., Esteves, P., Gonzalo-Skok, O., & Leite, N. (2020). Train Smarter, Play More: Insights About Preparation and Game Participation in Youth National Team. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 91(4), 583-593.
- Arede, J., Freitas, T. T., Johnson, D., Fernandes, J. F. T., Williams, S., Moran, J., & Leite, N. (2022). Training Load, Maturity Timing and Future National Team Selection in National Youth Basketball Players. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 7(1), 21.
- Balyi, I., Way, R., & Higgs, C. (2013). *Long-Term Athlete Development*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(1), 37-51.
- Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., de la Cruz Sánchez, E., & Pino-Ortega, J. (2018). Accuracy, intra- and inter-unit reliability, and comparison between GPS and UWB-based position-tracking systems used for time-motion analyses in soccer. *European Journal of Sport Science*, 18(4), 450-457.

- Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., Pino-Ortega, J., & de la Cruz Sánchez, E. (2017). Validity of an inertial system to measure sprint time and sport task time: a proposal for the integration of photocells in an inertial system. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(4), 600-608.
- Ben Abdelkrim, N., Castagna, C., Jabri, I., Battikh, T., Fazaa, S. E., & Ati, J. E. (2010). Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2330-2342.
- Ben Abdelkrim, N., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69-75.
- Berkelmans, D. M., Dalbo, V. J., Fox, J. L., Stanton, R., Kean, C. O., Giamarelos, K. E., Teramoto, M., & Scanlan, A. T. (2018). Influence of Different Methods to Determine Maximum Heart Rate on Training Load Outcomes in Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(11), 3177-3185.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 50(2), 273-282.
- Brandão, F. M., Junior, D. B. R., Cunha, V. F., Meireles, G. B., & Filho, M. G. B. (2019). Differences between training and game loads in young basketball players. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 21(2), e59840.
- Conte, D., Favero, T., Niederhausen, M., Capranica, L., & Tessitore, A. (2016). Effect of different number of players and training regimes on physiological and technical demands of ball-drills in basketball. *Journal of Sports Sciences*, 34(8), 780-786.

- Conte, D., Kolb, N., Scanlan, A. T., & Santolamazza, F. (2018). Monitoring Training Load and Well-Being During the In-Season Phase in National Collegiate Athletic Association Division I Men's Basketball. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(8), 1067-1074.
- Edwards, S. (1993). *The heart rate monitor book*. Sacramento, CA: Fleet Feet Press.
- FIBA-WABC. (2016). *Coaches Manual Level 2*. Mies: FIBA-WABC.
- Fox, J. L., Conte, D., Stanton, R., McLean, B., & Scanlan, A. T. (2021). The Application of Accelerometer-Derived Moving Averages to Quantify Peak Demands in Basketball: A Comparison of Sample Duration, Playing Role, and Session Type. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(Suppl 2), S58-S63.
- Fox, J. L., Scanlan, A. T., & Stanton, R. (2017). A Review of Player Monitoring Approaches in Basketball: Current Trends and Future Directions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 2021-2029.
- Fox, J. L., Stanton, R., & Scanlan, A. T. (2018). A Comparison of Training and Competition Demands in Semiprofessional Male Basketball Players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 89(1), 103-111.
- Fox, J. L., Stanton, R., O'Grady, C.J., Teramoto, M., Sargent, C. & Scanlan, A. T. (2022). Are acute player workloads associated with in-game performance in basketball? *Biology of Sport*, 39(1), 95-100.
- Gaudino, P., Iaia, F. M., Alberti, G., Hawkins, R. D., Strudwick, A. J., & Gregson, W. (2014). Systematic bias between running speed and metabolic power data in elite soccer players: influence of drill type. *International Journal of Sports Medicine*, 35(6), 489-493.
- Glass, G. V. (1996). Note on Rank Biserial Correlation. *Educational and Psychological Measurement*, 26(3), 623-631.

- Gonzalez, A. M., Hoffman, J. R., Scallin-Perez, J. R., Stout, J. R., & Fragala, M. S. (2012). Performance changes in National Collegiate Athletic Association Division I women basketball players during a competitive season: starters vs. nonstarters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(12), 3197-3203.
- Guimarães, E., Baxter-Jones, A. D. G., Maia, J., Fonseca, P., Santos, A., Santos, E., Tavares, F., & Janeira, M. A. (2019). The Roles of Growth, Maturation, Physical Fitness, and Technical Skills on Selection for a Portuguese Under-14 Years Basketball Team. *Sports (Basel, Switzerland)*, 7(3), 61.
- Guimarães, E., Baxter-Jones, A. D. G., Williams, A. M., Tavares, F., Janeira, M. A., & Maia, J. (2021a). The role of growth, maturation and sporting environment on the development of performance and technical and tactical skills in youth basketball players: The INEX study. *Journal of Sports Sciences*, 39(9), 979-991.
- Guimarães, E., Baxter-Jones, A. D. G., Williams, A. M., Tavares, F., Janeira, M. A., & Maia, J. (2021b). Tracking Technical Skill Development in Young Basketball Players: The INEX Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 4094.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(2), 139-147.
- Hopkins, D., Shick, J., & Plack, J. (1984). *Basketball for boys and girls: skill test manual*. Reston, VA: American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance.
- Karalejić, M., Jakovljević, M., & Macura, M. (2011). Anthropometric characteristics and technical skills of 12 and 14 year old basketball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51(1), 103-110.
- Kirkendall, D., Gruber, J., & Johnson, R. (1987). *Measurement and evaluation for physical educators*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Lloyd, R., & Oliver, J. (2012). The Youth Physical Development Model: A New Approach to Long-Term Athletic Development. *Strength and Conditioning Journal*, 34(3), 61-72.
- Lupo, C., Tessitore, A., Gasperi, L., & Gomez, M. A. R. (2017). Session-RPE for quantifying the load of different youth basketball training sessions. *Biology of Sport*, 34(1), 11-17.
- Matulaitis, K., Skarbalius, A., Abrantes, C., Gonçalves, B., & Sampaio, J. (2019). Fitness, Technical, and Kinanthropometrical Profile of Youth Lithuanian Basketball Players Aged 7-17 Years Old. *Frontiers in Psychology*, 10, 1677.
- Mayhew, J. L., Ware, J. S., Johns, R. A., & Bembem, M. G. (1997). Changes in upper body power following heavy-resistance strength training in college men. *International Journal of Sports Medicine*, 18(7), 516-520.
- McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13(5), 387-397.
- Molina-Carmona, I., Gómez-Carmona, C., Bastida-Castillo, A., & Pino-Ortega, J. (2018). Validez del dispositivo inercial WIMU PRO para el registro de la frecuencia cardiaca en un test de campo. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 7(1), 81-86.
- Montgomery, P. G., Pyne, D. B., & Minahan, C. L. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *International Journal of Sports and Physiology Performance*, 5(1), 75-86.
- Nunes, J. A., Moreira, A., Crewther, B. T., Nosaka, K., Viveiros, L., & Aoki, M., S. (2014). Monitoring Training Load, Recovery-Stress State, Immune-Endocrine Responses, and Physical Performance in Elite Female Basketball Players During a Periodized Training Program. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2973-2980.

- Palmer, J., Wundersitz, D., Bini, R., & Kingsley, M. (2021). Effect of Player Role and Competition Level on Player Demands in Basketball. *Sports (Basel)*, 9(3), 38.
- Pino-Ortega, J., Hernández-Belmonte, A., Bastida-Castillo, A., & Gómez-Carmona, C. D., (2018). Evaluación de la velocidad angular en el test de elevación activa de la pierna recta: validez y fiabilidad de un dispositivo inercial (WIMU PRO). *RICYDE-Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 14(2), 79-88.
- Pino-Ortega, J., Rojas-Valverde, D., Gómez-Carmona, C. D., Bastida-Castillo, A., Hernández-Belmonte, A., García-Rubio, J., Nakamura, F. Y., & Ibáñez, S. J. (2019). Impact of Contextual Factors on External Load During a Congested-Fixture Tournament in Elite U'18 Basketball Players. *Frontiers in Psychology*, 10, 1100.
- Puente, C., Abián-Vicén, J., Areces, F., López, R., & Del Coso, J. (2017). Physical and Physiological Demands of Experienced Male Basketball Players During a Competitive Game. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 956-962.
- Ramos, S. A., Massuça, L. M., Volossovitch, A., Ferreira, A. P., & Fragoso, I. (2021). Morphological and Fitness Attributes of Young Male Portuguese Basketball Players: Normative Values According to Chronological Age and Years From Peak Height Velocity. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3, 629453.
- Ramos, S. A., Volossovitch, A., Ferreira, A. P., Barrigas, C., Fragoso, I., & Massuça, L. (2020). Differences in Maturity, Morphological, and Fitness Attributes Between the Better- and Lower-Ranked Male and Female U-14 Portuguese Elite Regional Basketball Teams. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 878-887.

- Reche-Soto, P., Rojas-Valverde, D., Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., Rico-González, M., Vieira, L. H. P., Ardigò, L. P., & Pino-Ortega, J. (2022). Using Ultra-Wide Band to Analyze Soccer Performance through Load Indicators during a Full Season: A Comparison between Starters and Non-Starters. *Applied Sciences*, *12*(24), 12675.
- Román, M. R., García-Rubio, J., Feu, S., & Ibáñez, S. J. (2019). Training and Competition Load Monitoring and Analysis of Women's Amateur Basketball by Playing Position: Approach Study. *Frontiers in Psychology*, *9*, 2689.
- Ross, W. D., & Marfell-Jones, R. J. (1995). Cineantropometria. In J. Duncan, H. MacDougall, A. Wenger & H. J. Green (Eds.), *Evaluación fisiológica del deportista*. Barcelona: Paidotribo.
- Russell, J. L., McLean, B. D., Impellizzeri, F. M., Strack, D. S., & Coutts, A. J. (2021). Measuring Physical Demands in Basketball: An Explorative Systematic Review of Practices. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *51*(1), 81-112.
- Scanlan, A. T., Stojanović, E., Milanović, Z., Teramoto, M., Jeličić, M., & Dalbo, V. J. (2021). Aerobic Capacity According to Playing Role and Position in Elite Female Basketball Players Using Laboratory and Field Tests. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *16*(3), 435-438.
- Scanlan, A. T., Tucker, P. S., Dascombe, B. J., Berkemans, D. M., Hiskens, M. I., & Dalbo, V. J. (2015). Fluctuations in Activity Demands Across Game Quarters in Professional and Semiprofessional Male Basketball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *29*(11), 3006-3015.
- Scanlan, A. T., Wen, N., Tucker, P. S., & Dalbo, V. J. (2014). The Relationships Between Internal and External Training Load Models During Basketball Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *28*(9), 2397-2405.

- Schelling, X., & Torres, L. (2016). Accelerometer Load Profiles for Basketball-Specific Drills in Elite Players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 15(4), 585-591.
- Stojanović, E., Aksović, N., Stojiljković, N., Stanković, R., Scanlan, A. T., & Milanović, Z. (2019). Reliability, Usefulness, and Factorial Validity of Change-of-direction Speed Tests in Adolescent Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(11), 3162-3173.
- Stojanović, E., Stojiljković, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkelmans, D. M., & Milanović, Z. (2018). The Activity Demands and Physiological Responses Encountered During Basketball Match-Play: A Systematic Review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(1), 111-135.
- Torres-Ronda, L., Ric, A., Llabres-Torres, I., de Las Heras, B., & Schelling, X. (2016). Position-dependent cardiovascular response and time-motion analysis during training drills and friendly matches in elite male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 60-70.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., Kortajarena, M., Seco, J., & Irazusta, J. (2013). Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 31(2), 196-203.
- Vázquez-Guerrero, J., Fernández-Valdés, B., Jones, B., Moras, G., Reche, X., & Sampaio, J. (2019). Changes in physical demands between game quarters of U18 elite official basketball games. *PLoS ONE*, 14(9), e0221818.
- Wallace, L., K., Slattery, K., M., & Coutts, A. J., (2009). The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 33-38.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 39(7), 547-568.



## ***CAPÍTULO IV***

---

### ***Síntese Final***

---



## CONCLUSÕES FINAIS

A presente dissertação teve como principal objetivo quantificar e comparar a CI e CE alcançada por jovens basquetebolistas durante sessões de treino formal e competição oficial. Acima de tudo, procurou-se responder, de forma clara e objetiva, a uma questão que há muito gera debate entre treinadores e demais interessados no fenómeno do treino desportivo – será que os jogadores e as equipas treinam como jogam? Os resultados do estudo empírico que compõe este trabalho mostraram que não. Ou seja, do ponto de vista físico, os jovens jogadores de basquetebol tendem a não treinar como jogam, uma vez que foi durante os jogos oficiais que estes atingiram valores mais elevados de CI e CE.

Importa ainda destacar que nos jogos oficiais os jogadores titulares apresentaram valores mais elevados de CI e CE dos que os seus colegas de rotação, ao passo que em contexto de treino apenas foram encontradas diferenças significativas na FCmax. Isto poderá querer dizer que o treinador, ao pensar e estruturar cuidadosamente as suas sessões de treino, é capaz de promover uma resposta similar ao treino de todos os elementos da equipa. Inversamente, parece ser mais difícil para o treinador controlar a resposta dos seus jogadores às exigências da competição. O facto de os jogadores titulares participarem nos momentos mais intensos do jogo (i.e., início e, muito provavelmente, minutos decisivos), faz com que naturalmente estejam expostos a cargas mais elevadas do que os seus colegas que iniciam o jogo no banco.

## IMPLICAÇÕES PARA A PRÁTICA

Independentemente do escalão competitivo em que atuam, os treinadores de basquetebol devem ter bem presente que, regra geral, os jogos oficiais são fisicamente mais exigentes do que as sessões de treino. Neste sentido, e embora possa ser desafiante, recomenda-se a monitorização regular das cargas não só de treino, mas também da competição. Tal monitorização é de extrema importância na tentativa de corresponder em treino às necessidades físicas dos atletas, com vista a máxima potencialização do rendimento em competição.

Sem esquecer os princípios de uma ótima prescrição do treino (i.e., que considere todas as variáveis da gestão das cargas e o estado de fadiga dos atletas), é necessário que os treinadores implementem exercícios específicos do jogo de basquetebol nas suas sessões de treino e/ou em tarefas complementares ao treino formal que visem aproximar ao máximo as exigências físicas do treino às da competição. Dada a natureza competitiva, e única, do jogo de basquetebol, é importante que o treino minimize as diferenças existentes entre ambos os contextos, mas sem nunca colocar em risco a saúde física dos jogadores.

Similarmente, sugere-se que os treinadores manipulem o volume e a intensidade das tarefas do treino consoante as necessidades coletivas da equipa e individuais de cada jogador. Sabendo-se que os jogadores que iniciam o jogo no banco estão expostos a menores CI e CE no momento competitivo, recomenda-se que estes sejam sujeitos a cargas adicionais nos treinos, ou no próprio dia do jogo, de forma a cumprirem com as suas necessidades físicas previstas para um dado momento da época, planeado pela equipa técnica.

## LIMITAÇÕES

Não obstante a relevância dos resultados apresentados, a presente dissertação não está isenta de limitações que devem ser consideradas no momento de generalizar as suas conclusões. Primeiro, reconhece-se que a amostra ao incluir somente jogadores masculinos da mesma equipa não é amplamente representativa de todos os basquetebolistas de outras regiões, países, sexos e/ou escalões competitivos.

Em segundo lugar, e embora os estudos disponíveis sobre o tópico tenham utilizado amostras com dimensão semelhante ou até inferior (ver Arede et al., 2020 ou Montgomery et al., 2010), o tamanho reduzido da amostra utilizada nesta dissertação deve ser elencado como uma limitação. Contudo, importa salientar que ao monitorizar os jogadores durante um longo período de tempo (i.e., 10 semanas consecutivas), algo incomum em estudos anteriores desta natureza (Brandão et al., 2019), foi possível obter um número substancialmente elevado de observações individuais tanto nas sessões de treino como nos jogos oficiais.

Por fim, admito que a utilização do sistema de antenas LPS proporcionaria um maior número de medidas de CE que certamente valorizariam, ainda mais, os resultados encontrados. No entanto, a recolha de dados em diferentes locais (i.e., vários pavilhões de treino e de jogos, seja em casa ou fora de casa) tornar-se-ia um constrangimento difícil de ultrapassar.

## DESAFIOS FUTUROS

Face às lacunas identificadas nos estudos desta natureza com jovens basquetebolistas, importa que, no futuro, os investigadores:

- (1) indagam quais os tipos de exercícios e tarefas de treino que melhor promovem estímulos semelhantes aos encontrados durante a competição;
- (2) procurem perceber se as CI e CE atingidas pelos basquetebolistas estão dependentes das suas posições específicas;
- (3) examinem de que forma as cargas de treino variam numa escala individual, i.e., se as CI e CE observadas durante as sessões de treino correspondem às exigências dos jogos oficiais para cada jogador;
- (4) estudem, a partir de uma análise longitudinal, diferenças inter-individuais na mudança intra-individual das CI e CE.

Dado que o jogo de basquetebol não se esgota apenas na sua dimensão física, é também crucial que futuras investigações implementem métodos de análise e técnicas não lineares que contemplem variáveis de natureza multidimensional, com vista perceber se os estímulos induzidos pelo treino representam as múltiplas dinâmicas de interação das diferentes dimensões (tática, técnica, física e psicológica) exigidas pelo jogo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arede, J., Ferreira, A. P., Esteves, P., Gonzalo-Skok, O., & Leite, N. (2020). Train Smarter, Play More: Insights About Preparation and Game Participation in Youth National Team. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 91(4), 583-593.

Montgomery, P. G., Pyne, D. B., & Minahan, C. L. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *International Journal of Sports and Physiology Performance*, 5(1), 75-86.

Brandão, F. M., Junior, D. B. R., Cunha, V. F., Meireles, G. B., & Filho, M. G. B. (2019). Differences between training and game loads in young basketball players. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 21(2), e59840.

