



FACULDADE DE DESPORTO  
UNIVERSIDADE DO PORTO

# **Monitorização das Cargas de Treino por Via Acelerométrica e por Perceção Subjetiva de Esforço numa Equipa Sénior Masculina de Andebol**

Dissertação apresentada com vista à obtenção do 2º ciclo em Treino Desportivo, especialização em Treino de Alto Rendimento, da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, ao abrigo do Despacho n.º 74/2006, de 24 de março, na redação dada pelo Despacho n.º 65/2018, de 16 de agosto.

**Orientadora:** Maria Luísa Dias Estriga

**Coorientador:** Filipe Almeida Viana da Conceição

Alexandre Joaquim Rocha Moreira

Porto, outubro 2023

Moreira, A. (2023). Monitorização das Cargas de Treino por Via Acelerométrica e por Perceção Subjetiva de Esforço numa Equipa Sénior Masculina de Andebol. Porto: A. Moreira. Dissertação apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto com o propósito de obter o grau Mestre em Treino de Alto Rendimento.

**Palavras-chave:**

ANDEBOL, CONTROLO DE TREINO, CARGA EXTERNA, CARGA INTERNA

## AGRADECIMENTOS

Começo por expressar a minha gratidão ao Sporting Clube de Portugal, a entidade onde trabalho até hoje. Quero agradecer pela permissão para realizar o estudo e pela oportunidade de integrar o notável grupo de trabalho, criado no seio do Centro de Otimização Desportiva (COD). É um privilégio trabalhar diretamente com a equipa de Andebol sénior e desempenhar um papel ativo no processo de treino desta equipa.

À Professora Luísa Estriga e ao Professor Filipe Conceição, os meus orientadores extraordinários, devo um agradecimento especial. Estiveram sempre presentes, forneceram orientação valiosa e perspicácia que foram fulcrais para este desafio. Não se limitaram à componente académica, ajudaram-me também a crescer como profissional e como pessoa.

Aos meus amigos Ângelo Moreira, Nuno Ferreira (AKA Trovão) e João Freitas, agradeço do fundo do coração. Sem o vosso apoio, esta jornada teria sido extremamente difícil. Ângelo, pelas inúmeras horas de ajuda, Trovão, por me guiares pelo mundo da programação, e Freitas, pela incansável assistência na resolução de problemas no processamento dos dados. A vossa amizade e apoio foram inestimáveis.

Agora, aos meus pais, o meu porto seguro. Foram os meus primeiros professores na vida, estiveram sempre lá, caminharam ao meu lado e apoiaram todos os meus sonhos e planos. Deram-me amor incondicional e acreditaram que eu poderia conquistar o mundo. Obrigada por serem a base sólida sobre a qual construí toda a minha educação e carreira.

Por último, mas definitivamente não menos importante, devo um agradecimento especial à pessoa mais incrível deste mundo, Sofia. A minha musa, a minha conselheira, o meu pilar emocional. Sem ti, esta dissertação não teria saído do papel. O teu apoio incansável, dedicação e amor são incalculáveis. Guiaste-me, inspiraste-me e encorajaste-me a perseguir os meus sonhos. Esta jornada académica não teria sido a mesma sem ti. Obrigado por seres quem és para mim.

## RESUMO

A presente dissertação teve como propósito inicial de estudar e comparar métricas de carga externa baseadas em acelerometria e em carga interna com a Perceção Subjetiva de Esforço (PSE) de uma equipa de alto rendimento, da 1ª Divisão Portuguesa de Andebol masculino, ao longo de dois meses de atividade (Estudo Preliminar). O segundo objetivo consistiu em analisar a carga externa submetida à equipa participante, de modo a caracterizar as semanas ao longo desse período de recolha de informação e as diferenças entre as posições (Estudo Principal). Relativamente ao primeiro objetivo, realizou-se um Estudo Preliminar em que foi possível concluir que a métrica de carga interna, PSE, possui uma correlação moderada com as métricas de carga externa, Accel'Rate (AR), Body Load (BL), Dynamic Stress Load (DSL) e Jerk. Ainda, verificou-se que as métricas BL e DSL e as Jerk e AR possuem uma correlação muito forte entre si. Para o segundo objetivo, desenvolveu-se o Estudo Principal, dividido em três partes. A primeira parte avaliou a distribuição de carga nas semanas “Não Congestionadas” e “Congestionadas”. Nas “Não Congestionadas”, do “Dia -5” ao “Dia -4”, a carga externa aumentou. “O Dia -3”, a carga manteve-se, mas diminuiu até ao “Dia -1”. Nas “Congestionadas”, a carga no “Dia -2” é inferior à do dia anterior ao jogo (“Dia -1”) e no treino do “Dia 0”, a carga também é menor. Quanto à segunda parte, avaliou-se o esforço físico por posições com a métrica DSL, observando-se que CT foi sujeita a maior carga externa, significativamente superior às restantes posições, e que a posição GR foi a posição menos exposta. Ainda, não se verificaram diferenças entre PT, LT e PV. Na terceira parte, analisou-se a distribuição de carga por posição ao longo das semanas. Nas “Não Congestionadas”, “Dia -1” e “Dia -5”, não houve diferenças entre posições, ao contrário dos restantes dias em que houve diferenças. Para as “Congestionadas”, a carga de treino no “Dia 0” não revelou diferenças entre posições, ao contrário dos restantes dias.

### **Palavras-chave:**

ANDEBOL, CONTROLO DE TREINO, CARGA EXTERNA, CARGA INTERNA

## ABSTRACT

The present dissertation initially aimed to study and compare external load metrics based on accelerometry and internal load with the Rate Perceived Effort (RPE) of a high-performance team from the Portuguese 1st Division of male handball over a two-month period (Preliminary Study). The second major objective was to analyze the external load to which the participating team was subjected in order to characterize the weeks during this data collection period and differences between positions (Main Study). Regarding the first objective, a Preliminary Study was conducted, which concluded that the internal load metric, RPE, has a moderate correlation with external load metrics Accel'Rate (AR), Body Load (BL), Dynamic Stress Load (DSL) and Jerk. Additionally, it was found that BL and DSL metrics and Jerk and AR metrics have a very strong correlation with each other. For the second objective, the Main Study was divided into three parts. The first part assessed the distribution of load in "Uncongested" and "Congested" weeks. In Uncongested weeks, from "Day -5" to "Day -4", external load increased. "Day -3", the load remained the same but decreased until the day before the game. In "Congested" weeks, the load "Day -2" was lower than the load the day before the game ("Day -1"), and in the "Day 0", the load was also lower. In the second part, physical effort was evaluated by positions using the DSL metric, revealing that CT experienced a higher external load compared to other positions, and GR was the least exposed position. Furthermore, no differences were found between PT, LT, and PV positions. In the third part, the distribution of load by position over the weeks was analyzed. In "Uncongested" weeks, "Day -1" and "Day -5, there were no differences between positions, unlike the other days where differences were observed. For "Congested" weeks, the training load on "Day 0" did not show differences between positions, unlike the other days.

### Keywords:

HANDBALL, TRAINING CONTROL, EXTERNAL LOAD, INTERNAL LOAD

## ÍNDICE

|                                                                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                                            | <b>1</b>  |
| ESTRUTURA DO ESTUDO .....                                                                                                             | 2         |
| <b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>                                                                                                 | <b>3</b>  |
| 2.1. JOGOS DESPORTIVOS COLETIVOS (JDC) .....                                                                                          | 3         |
| 2.1.1. <i>Caracterização da modalidade - Andebol</i> .....                                                                            | 4         |
| 2.2. PLANEAMENTO E PERIODIZAÇÃO DE TREINO .....                                                                                       | 5         |
| 2.2.1. <i>Ciclos</i> .....                                                                                                            | 5         |
| 2.2.2. <i>Carga de Treino Externa e Interna</i> .....                                                                                 | 7         |
| 2.3. PERCEÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO .....                                                                                              | 10        |
| 2.4. ACELEROMETRIA .....                                                                                                              | 11        |
| 2.4.1. <i>Accel'Rate</i> .....                                                                                                        | 12        |
| 2.4.2. <i>Body Load</i> .....                                                                                                         | 13        |
| 2.4.3. <i>Dynamic Stress Load</i> .....                                                                                               | 14        |
| 2.4.4. <i>Jerk</i> .....                                                                                                              | 14        |
| 2.4.5. <i>Big Data</i> .....                                                                                                          | 15        |
| <b>3. ESTUDO PRELIMINAR – COMPARAÇÃO ENTRE AS DIFERENTES MÉTRICAS DERIVADAS DA ACELERAÇÃO E DA PERCEÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO.....</b> | <b>18</b> |
| 3.1. RESUMO DO ESTUDO .....                                                                                                           | 18        |
| 3.2. INTRODUÇÃO .....                                                                                                                 | 19        |
| 3.3. OBJETIVOS .....                                                                                                                  | 20        |
| 3.4. METODOLOGIA .....                                                                                                                | 21        |
| 3.4.1. <i>Participantes</i> .....                                                                                                     | 21        |
| 3.4.2. <i>Contextualização</i> .....                                                                                                  | 21        |
| 3.4.3. <i>Procedimentos e instrumentos de recolha de dados</i> .....                                                                  | 23        |

|           |                                                                                                  |           |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4.4.    | <i>Tratamento de dados</i> .....                                                                 | 24        |
| 3.4.5.    | <i>Procedimentos estatísticos</i> .....                                                          | 25        |
| 3.5.      | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                     | 25        |
| 3.6.      | CONCLUSÕES .....                                                                                 | 36        |
| <b>4.</b> | <b>ESTUDO PRINCIPAL – ANÁLISE DA CARGA DE TREINO DE ANDEBOL ESTIMADA POR ACELEROMETRIA</b> ..... | <b>37</b> |
| 4.1.      | RESUMO DO ESTUDO .....                                                                           | 37        |
| 4.2.      | INTRODUÇÃO .....                                                                                 | 38        |
| 4.3.      | OBJETIVOS .....                                                                                  | 40        |
| 4.4.      | METODOLOGIA .....                                                                                | 40        |
| 4.4.1.    | <i>Procedimentos estatísticos</i> .....                                                          | 43        |
| 4.5.      | RESULTADOS .....                                                                                 | 43        |
| 4.5.1.    | <i>Análise por tipo de semana</i> .....                                                          | 43        |
| 4.5.2.    | <i>Análise por posição</i> .....                                                                 | 58        |
| 4.5.3.    | <i>Análise por posição e tipo de semana</i> .....                                                | 66        |
| 4.6.      | DISCUSSÃO .....                                                                                  | 71        |
| 4.7.      | CONCLUSÕES .....                                                                                 | 74        |
| <b>5.</b> | <b>LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS</b> .....                                         | <b>75</b> |
| <b>6.</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....                                                                | <b>77</b> |
| <b>7.</b> | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....                                                          | <b>78</b> |
|           | <b>ANEXOS</b> .....                                                                              | <b>83</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Processo de treino: carga externa e interna. Adaptado de: Impellizzeri et al. (2019). .....                                                                                   | 9  |
| Figura 2 - Um modelo para predição do desempenho de atletas segundo. Adaptado de: Bai et al. (2021). .....                                                                               | 16 |
| Figura 3 - Processo de tratamento de dados e respetivas formas de melhoria. Adaptado de: Laursen et al. (2019). .....                                                                    | 17 |
| Figura 4 - Calendarização do período de recolha de dados. ....                                                                                                                           | 23 |
| Figura 5 - Descrição dos acelerómetros utilizados. ....                                                                                                                                  | 24 |
| Figura 6 - Matriz de gráficos de dispersão da relação funcional das métricas PSE (UA), DSL ( $m^3.s^{-6}$ ), Jerk ( $m.s^3$ ), BL (UA) e AR ( $m.s^3$ ) – 492 pontos experimentais. .... | 26 |
| Figura 7 - <i>P-P Plots</i> com valores <i>Z-score</i> : PSE, DSL, Jerk, BL e AR – 481 pontos experimentais. ....                                                                        | 29 |
| Figura 8 - Representação gráfica da relação funcional entre Jerk e PSE – 481 pontos experimentais. ....                                                                                  | 30 |
| Figura 9 - Representação gráfica da relação funcional entre DSL e PSE – 481 pontos experimentais. ....                                                                                   | 31 |
| Figura 10 - Representação gráfica da relação funcional entre BL e PSE – 481 pontos experimentais. ....                                                                                   | 31 |
| Figura 11 - Representação gráfica da relação funcional entre AR e PSE – 481 pontos experimentais. ....                                                                                   | 32 |
| Figura 12 - Representação gráfica da relação funcional entre Jerk e DSL – 481 pontos experimentais. ....                                                                                 | 32 |
| Figura 13 - Representação gráfica da relação funcional entre AR e DSL – 481 pontos experimentais. ....                                                                                   | 33 |
| Figura 14 - Representação gráfica da relação funcional entre BL e Jerk – 481 pontos experimentais. ....                                                                                  | 33 |
| Figura 15 - Representação gráfica da relação funcional entre BL e AR – 481 pontos experimentais. ....                                                                                    | 34 |
| Figura 16 - Representação gráfica da relação funcional entre BL e DSL – 481 pontos experimentais. ....                                                                                   | 34 |

|                                                                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 17 - Representação gráfica da relação funcional entre AR e Jerk – 481 pontos experimentais. ....                                                              | 35 |
| Figura 18 - Classificação das semanas em “Semanas Congestionadas” e “Não Congestionadas” consoante a calendarização do período de recolha de dados. ....             | 42 |
| Figura 19 - <i>P-P Plots</i> com valores <i>Z-score</i> da métrica DSL – 142 pontos experimentais. ....                                                              | 44 |
| Figura 20 - Gráfico de barras representativo da média do DSL ( $\text{m}^3.\text{s}^{-6}$ ) por dias em falta para os jogos – 142 pontos experimentais. ....         | 47 |
| Figura 21 - <i>P-P Plots</i> com valores <i>Z-score</i> da métrica DSL – semanas “Congestionadas”. ....                                                              | 52 |
| Figura 22 - Gráfico de barras simples representativo da média do DSL ( $\text{m}^3.\text{s}^{-6}$ ) por dias em falta para os jogos – 305 pontos experimentais. .... | 54 |
| Figura 23 - <i>P-P Plots</i> com valores <i>Z-score</i> da métrica DSL. ....                                                                                         | 58 |
| Figura 24 - Gráfico de extremos e quartis da métrica DSL ( $\text{m}^3.\text{s}^{-6}$ ) nas diferentes posições – 481 pontos experimentais. ....                     | 61 |
| Figura 25 - Gráfico de barras simples representativo da média do DSL, por posição e por dias em falta para os jogos – 142 pontos experimentais. ....                 | 66 |
| Figura 26 - Gráfico de barras simples representativo da média do DSL, por posição e por dias em falta para os jogos – 305 pontos experimentais. ....                 | 69 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Ciclos de periodização. Adaptado de: Haff et al. (2016) .....                                                                     | 6  |
| Tabela 2 - Classificação de microciclos. Adaptado de: Borges (2016) .....                                                                    | 7  |
| Tabela 3 - Escala modificada de Borg. Adaptado de: Borg (1982) .....                                                                         | 11 |
| Tabela 4 - Microciclos da equipa participante .....                                                                                          | 22 |
| Tabela 5 - Teste de Normalidade: Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> das métricas PSE, DSL, Jerk, BL e AR – 481 pontos experimentais.....        | 27 |
| Tabela 6 - Estatística das métricas PSE, DSL, Jerk, BL e AR – 481 pontos experimentais. ....                                                 | 29 |
| Tabela 7 - Coeficientes de Correlação de Spearman, $r_s$ das métricas PSE, DSL, Jerk, BL e AR – 481 pontos experimentais.....                | 35 |
| Tabela 8 - Caracterização da amostra: posições de jogo .....                                                                                 | 41 |
| Tabela 9 - Caracterização da amostra: idades .....                                                                                           | 41 |
| Tabela 10 - Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> da métrica DSL – 142 pontos experimentais. ....                          | 44 |
| Tabela 11 - Estatística dos dias em falta para os jogos da métrica DSL ( $m^3.s^{-6}$ ) – 142 pontos experimentais. ....                     | 45 |
| Tabela 12 - Teste ANOVA da métrica DSL comparando os dias em falta para os jogos – 142 pontos experimentais.....                             | 48 |
| Tabela 13 - Tamanho de efeito da ANOVA <sup>a,b</sup> da métrica DSL perante os dias em falta para os jogos – 142 pontos experimentais ..... | 48 |
| Tabela 14 - Teste de comparações múltiplas de Tukey HSD dos dias em falta para os jogos da métrica DSL – 142 pontos experimentais .....      | 49 |
| Tabela 15 - Percentagem de variação da média da métrica DSL entre os dias em falta para os jogos – 142 pontos experimentais .....            | 51 |
| Tabela 16 - Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> da métrica DSL – 305 pontos experimentais .....                          | 51 |
| Tabela 17 - Estatística dos dias em falta para os jogos da métrica DSL ( $m^3.s^{-6}$ ) – 305 pontos experimentais .....                     | 53 |
| Tabela 18 - Teste de Hipótese referente as semanas Congestionadas – 305 pontos experimentais .....                                           | 55 |

|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 19 - Teste de comparações por método Pairwise comparando os dias em falta para os jogos – 305 pontos experimentais .....                            | 55 |
| Tabela 20 - Estatísticas de teste Kruskal-Wallis <sup>a</sup> – 305 pontos experimentais .                                                                 | 56 |
| Tabela 21 - Tamanho de efeito do Kruskal-Wallis da métrica DSL perante os dias em falta para os jogos – 305 pontos experimentais .....                     | 57 |
| Tabela 22 - Percentagem de variação da média da métrica DSL entre os dias em falta para os jogos – 305 pontos experimentais .....                          | 57 |
| Tabela 23 - Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> da métrica DSL - 481 pontos experimentais .....                                        | 58 |
| Tabela 24 - Estatística das diferentes posições da métrica DSL ( $\text{m}^3.\text{s}^{-6}$ ) - 481 pontos experimentais .....                             | 59 |
| Tabela 25 - Teste ANOVA da métrica DSL comparando as diferentes posições - 481 pontos experimentais .....                                                  | 61 |
| Tabela 26 - Tamanho de efeito da ANOVA <sup>a,b</sup> da métrica DSL perante as diferentes posições - 481 pontos experimentais .....                       | 62 |
| Tabela 27 - Teste de comparações múltiplas de Tukey HSD da métrica DSL comparando posições - 481 pontos experimentais .....                                | 63 |
| Tabela 28 - Percentagem de variação da média da métrica DSL entre as diferentes posições - 481 pontos experimentais .....                                  | 65 |
| Tabela 29 - Teste ANOVA da métrica DSL comparando posições e tendo em conta os dias em falta para os jogos – 142 pontos experimentais .....                | 67 |
| Tabela 30 - Tamanho de efeito da ANOVA <sup>a,b</sup> da métrica DSL perante as posições e os dias em falta para os jogos – 142 pontos experimentais ..... | 68 |
| Tabela 31 - Teste de Hipótese referente às posições e aos dias que faltam para o jogo nas semanas Congestionadas – 305 pontos experimentais.....           | 70 |
| Tabela 32 - Estatísticas do teste Eta e Eta ao quadrado tendo em conta as posições e os dias em falta para o jogo – 305 pontos experimentais .....         | 71 |

## ABREVIATURAS

|      |                                          |
|------|------------------------------------------|
| PSE  | <i>Percepção Subjetiva de Esforço</i>    |
| PT   | <i>Pontas</i>                            |
| LT   | <i>Laterais</i>                          |
| CT   | <i>Central</i>                           |
| PV   | <i>Pivô</i>                              |
| GR   | <i>Guarda-Redes</i>                      |
| MEMS | <i>Sistemas Micro-Electro-Mecânicos</i>  |
| DSL  | <i>Dynamic Stress Load</i>               |
| AR   | <i>Accel'Rate</i>                        |
| BL   | <i>Body Load</i>                         |
| IMU  | <i>Inercial Measurement Unit</i>         |
| GPS  | <i>Sistemas de posicionamento global</i> |
| UA   | <i>Unidades Arbitrárias</i>              |
| G    | <i>Gravidade</i>                         |
| GNSS | <i>Global Navigation Satellit System</i> |
| Sig  | <i>Significância</i>                     |

## 1. INTRODUÇÃO

O controlo e gestão das cargas de treino e de competição, nas mais variadas dimensões, é um desafio para técnicos e cientistas, em especial nos desportos coletivos, como o Andebol, com potenciais repercussões nas possibilidades de otimização da performance e controlo do risco de lesão (Bourdon et al., 2017). Neste sentido, diferentes métodos, ferramentas e formas de interpretação têm sido desenvolvidas para auxiliar no processo de quantificação do esforço, permitindo aceder a informação relativa a carga interna e carga externa dos atletas.

A revolução decorrente dos microcontroladores e dos MEMS (Sistemas Micro-Electro-Mecânicos) e a sua usabilidade acaba por introduzir a área da acelerometria como metodologia e ferramenta de medição de esforço no desporto (Wixted et al., 2007). No entanto, os resultados de esforço baseados em acelerómetros não são de fácil interpretação e muitas vezes incomparáveis, porque para cada métrica, têm sido utilizadas diferentes fórmulas para calcular a carga, como por exemplo: *Accel'Rate* (Gomez-Carmona et al., 2020; Hollville et al., 2021; Perez et al., 2022); *Body Load* (Arruda et al., 2015; Nobari et al., 2021), *Dynamic Stress Load* (Beato et al., 2019; Gomez-Carmona et al., 2020) e *Jerk* (Slaboda et al., 2005; Zhang et al., 2019). Além disso, são ainda limitados os estudos em equipas (semi) profissionais e/ou até amadoras de Andebol, pelo que não existem valores de referenciação aceites pela comunidade científica e/ou uma métrica “*Gold Standard*” para a modalidade em questão.

O objetivo deste estudo foi analisar a variância de carga de treino, através de indicadores de carga externa (variáveis cinemáticas, medidas objetivamente) e interna (medida subjetivamente), em jogadores de Andebol de alto rendimento, ao longo dos vários microciclos de treino referentes ao período de recolha (2 meses). Complementarmente, pretende-se indagar acerca da sua interdependência e relevância para determinar a distribuição da carga de treino ao longo da semana por referência aos momentos competitivos, e assim contribuir para a otimização dos processos de treino e da recuperação no Andebol.

Pelo facto de o investigador principal ser simultaneamente o preparador físico da equipa participante, objetivava-se também que este trabalho contribuísse para o seu desenvolvimento profissional, por via da investigação da sua própria prática e ampliação dos seus conhecimentos na área de estudo. Concomitantemente, esperava-se que o estudo e análise das evidências recolhidas ao longo do processo, alavancasse mudanças informadas nos procedimentos de treino da equipa participante.

## **ESTRUTURA DO ESTUDO**

De um modo sucinto, para além de uma primeira parte introdutória (“Contextualização inicial”), a presente dissertação encontra-se subdividida em dois estudos.

O primeiro estudo, “Estudo Preliminar – Comparação entre as diferentes métricas derivadas da aceleração e da perceção subjetiva de esforço”, visou perceber se existem semelhanças entre as diferentes métricas de carga externa e interna baseadas em acelerometria e Perceção Subjetiva de Esforço, respetivamente, através de uma análise estatística.

No segundo estudo, “Estudo Principal – Análise via acelerométrica e percetiva de treinos de Andebol”, procurou-se analisar a carga externa a que cada posição foi submetida ao longo do período de dois meses, e perceber como varia a carga externa ao longo dos treinos tendo em conta o tipo de semana e dos momentos competitivos.

Por fim, são sugeridas “Propostas de Melhoria”, expostas as principais conclusões de ambos os estudos, nas “Considerações finais”, e enumeradas as “Referências bibliográficas” utilizadas ao longo da dissertação.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. JOGOS DESPORTIVOS COLETIVOS (JDC)

Os Jogos Desportivos Coletivos são uma categoria de modalidades desportivas que engloba o Andebol, o Basquetebol, o Futebol, o Voleibol, entre outras modalidades, e que, segundo Garganta (2007) *“...ocupam um lugar importante no quadro da cultura desportiva contemporânea, dado que, na sua expressão multitudinária, não são apenas um espectáculo desportivo, mas também um meio de educação física e desportiva e um campo de aplicação da ciência.”*.

Os Jogos Desportivos Coletivos são uma categoria de modalidades desportivas que, de acordo com a definição de Bayer (1994), compartilham várias características fundamentais. Essas características incluem:

- a presença de um objeto, como uma bola ou um disco, que é manipulado pelos jogadores com as mãos, pés ou utilizando algum tipo de instrumento;
- um campo de jogo padronizado, que delimita a ação dos jogadores;
- um alvo a ser defendido ou atacado, como uma baliza ou um cesto;
- a presença de colegas de equipa que cooperam entre si para avançar com o objeto em direção ao alvo;
- adversários que se opõem a esse progresso;
- e a existência de um conjunto de regras que devem ser respeitadas.

Konzag (1991), por sua vez, considera que os colegas de equipa, adversários, objeto, alvos e campo de jogo são componentes chave que compõem um sistema de referência nos desportos coletivos. O relacionamento entre o ataque e a defesa é uma interação permanente que determina os comportamentos e ações de ambas as equipas durante um jogo.

### 2.1.1. Caracterização da modalidade - Andebol

O Andebol é uma modalidade desportiva coletiva, que envolve a competição entre dois grupos/equipas de jogadores (cada equipa pode ter em jogo 6 jogadores de campo e 1 guarda-redes). Estas equipas têm de seguir um conjunto de regras que influenciam e condicionam as suas ações durante o jogo. No terreno de jogo, os jogadores posicionam-se de maneira específica e movimentam-se estrategicamente para alcançar a vitória no confronto com a outra equipa (Garganta, 1998).

É um desporto coletivo Olímpico com contacto físico, que enfatiza a corrida, o salto, a corrida de alta intensidade (*sprint*) e uma série de ações de alta intensidade na parte superior do corpo, durante duas partes de 30 minutos, interrompidas por um intervalo de tempo, atualmente de 15 minutos (Fleureau et al., 2022). É caracterizado por habilidades motoras extremamente desenvolvidas, como velocidade, força, potência e resistência (Manchado et al., 2013).

Perceber como melhorar a performance de uma equipa é um desafio, visto que esta modalidade é complexa e extremamente dependente de conceitos táticos, fatores sociais, aspetos cognitivos, entre outros (Wagner et al., 2014).

Para maximizar o desempenho e alcançar os objetivos no contexto do Andebol, treinadores recorrem à periodização de treino, que desempenha um papel fundamental. Esta abordagem estruturada de planeamento e organização dos treinos permite otimizar a preparação física, técnica e tática dos atletas ao longo de um determinado período.

Através do planeamento e periodização de treino, é possível periodizar cargas de trabalho, promover o desenvolvimento de diferentes capacidades físicas específicas do jogo, gerir a fadiga e minimizar o risco de lesões (Issurin, 2010).

## 2.2. PLANEAMENTO E PERIODIZAÇÃO DE TREINO

O treino desportivo consiste na realização sistemática de exercícios de forma a melhorar e adquirir habilidades físicas (Viru et al., 2000). De modo a otimizar o rendimento desportivo de atletas, pode-se recorrer a planeamento de treinos, sendo considerado por Navarro et al. (2001) como um instrumento de gestão de rendimento desportivo e que a estrutura, organização e conteúdo do treino estão intimamente relacionados com a dinâmica de desempenho desejada.

Borges (2016) alerta que planeamento não deve ser confundido com periodização e que, segundo o próprio, *“representa a forma como são geridos os conteúdos do treino e a sua carga, mediante a variação entre a intensidade e o volume”*.

Segundo Haff et al. (2016), a periodização é um processo pelo qual se organiza o treino do atleta de forma lógica e sistemática, com o objetivo de alcançar o pico de forma física durante as competições mais importantes. Para Issurin (2010), periodização de treinos é usualmente descrita como *“sequenciamento intencional de diferentes unidades de treino (ciclos e sessões de treino de longa, média e curta duração) para que os atletas possam atingir o estado desejado e os resultados planeados”*.

### 2.2.1. Ciclos

Haff et al. (2016) referem ainda que o plano anual de treino é dividido em macrociclos, que englobam períodos preparatórios, competitivos e de transição. Cada período é então subdividido em mesociclos, que visam diferentes fases específicas de desenvolvimento. As transições são utilizadas para ligar os mesociclos ou macrociclos e proporcionar ao atleta um período de descanso que promove a recuperação. A estrutura global do macrociclo, mesociclo e dos microciclos individuais (explicados mais detalhadamente na Tabela 1) é determinada pelo período competitivo e pelas exigências de cada desporto.

Tabela 1 - Ciclos de periodização. Adaptado de: Haff et al. (2016)

| Período                 | Duração                   | Descrição                                                                                                                                                                 |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Plano plurianual</b> | 2-4 anos                  | Um plano de treino de 4 anos é chamado de plano quadrienal.                                                                                                               |
| <b>Plano anual</b>      | 1 ano                     | O plano de treino pode conter macrociclos únicos ou múltiplos. É subdividido em vários períodos de treino, incluindo períodos preparatórios, competitivos e de transição. |
| <b>Macrociclo</b>       | Vários meses até 1 ano    | Alguns autores referem como sendo um plano anual. É dividido em períodos de treino preparatório, competitivo e de transição.                                              |
| <b>Mesociclo</b>        | 2-6 semanas               | Ciclo de treino de tamanho médio, às vezes chamado de bloco de treino. A duração mais comum é de 4 semanas. Consiste em microciclos que estão ligados entre si.           |
| <b>Microciclo</b>       | Vários dias até 2 semanas | Ciclo de treino de pequena dimensão. A duração mais comum é de 1 semana (7 dias). Composto por vários treinos.                                                            |
| <b>Dia de treino</b>    | 1 dia                     | Um dia de treino que pode incluir várias sessões de treino é projetado consoante o contexto específico do microciclo em que se encontra.                                  |
| <b>Sessão de treino</b> | Várias horas              | Geralmente consiste em várias horas de treino. Se o treino incluir mais de 30 minutos de descanso entre as sessões de treino, ele incluirá várias sessões.                |

*“A estrutura de um microciclo é definida pelo número de sessões de treino, pela magnitude da sua carga, pelas características de cada sessão de treino e pela ordem em que as mesmas são realizadas”* descreve Borges (2016).

De acordo com Navarro, citado por Borges (2016), os microciclos podem ter diferentes classificações:

Tabela 2 - Classificação de microciclos. Adaptado de: Borges (2016)

| Microciclo         | Descrição                                                                                                                                                                               |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ajuste</b>      | Microciclos introdutórios, preparam o atleta para microciclos de carga mais elevada. Utilizados no começo de ciclos mais compridos.                                                     |
| <b>Carga</b>       | Utilizam carga média, com o objetivo de melhorar o rendimento desportivo do atleta. Inserem-se entre os anteriores e os microciclos de choque.                                          |
| <b>Choque</b>      | Utilizam cargas muito elevadas, visando causar adaptações ao atleta, a características específicas.                                                                                     |
| <b>Ativação</b>    | Microciclo com cargas semelhantes aos microciclos de competição. Têm como objetivo afinar a preparação física dos atletas para a competição.                                            |
| <b>Competição</b>  | Microciclo que contém as competições de cada época desportiva e que possui uma relação com as necessidades de recuperação dos atletas, para potenciar uma elevada compensação.          |
| <b>Recuperação</b> | Utilizados após realização de microciclos de choque e microciclos de competição, para regenerar e prevenir sobretreino. Utilizam cargas muito baixas, promovendo uma recuperação ativa. |

Monitorizar as cargas de treino dos atletas é crucial para avaliar a efetividade do programa de treino adotado. Permite analisar e compreender as respostas individuais ao treino, avaliar os níveis de fadiga e a necessidade de recuperação, para além de minimizar o risco de sobrecarga não funcional, lesões e doenças (Bourdon et al., 2017).

### 2.2.2. Carga de Treino Externa e Interna

Autores como Laursen et al. (2019), definem que a carga de treino pode ser quantificada como o produto da intensidade e duração do exercício realizado.

Segundo Impellizzeri et al. (2019), a carga de treino pode ser descrita como sendo externa ou interna, consoante os aspetos mensuráveis que ocorrem externa ou internamente ao atleta. A carga de treino externa define-se como o trabalho físico realizado no plano de treino e é determinada pela organização, qualidade e quantidade de exercício realizado (Impellizzeri et al., 2019).

Para Badillo et al. (2018), tendo por base os princípios elementares de adaptação do ser humano ao meio externo, é necessário que um atleta enfrente

sistematicamente novos estímulos para provocar reações específicas (adaptações), com fim a melhorar o seu desempenho físico. De acordo com os autores, a carga de treino pode ser definida como “*o conjunto de exigências biológicas e psicológicas (carga real, chamada geralmente de carga interna) provocadas pelas atividades do treino (carga proposta, chamada geralmente de carga externa)*”, referindo ainda que os requisitos da carga interna são determinados pelos componentes da carga externa.

Por outro lado, as cargas externas de treino são medidas objetivas do trabalho realizado pelo atleta durante o treino ou competição e são avaliadas independentemente das cargas internas (Bourdon et al., 2017). Existe atualmente alguma variedade de sensores que estimam a carga externa de treino em atletas, tais como: sistemas de rastreamento de vídeo, sistemas de posicionamento global (GPS), codificadores (*encoders*), sensores de pés, medidores de potência, acelerómetros, entre outros, e espera-se que ao longo das próximas décadas haja um aumento substancial do número existente destes aparelhos (Laursen et al., 2019).

Com a carga externa (quantidade e qualidade dos exercícios realizados) os treinadores e preparadores físicos pretendem obter ou provocar respostas psicofisiológicas que ocorrem durante a execução do exercício ou sequência de exercícios, sendo estas a carga de treino interna (Impellizzeri et al., 2019). As medidas de carga interna são indicadores que refletem a resposta psicofisiológica real do corpo do atleta para lidar com os requisitos eliciados pela carga externa (Impellizzeri et al., 2019). Medidas como frequência cardíaca, lactato sanguíneo, consumo de oxigénio e avaliações de Percepção Subjetiva de Esforço são comumente utilizadas para estimar a carga interna (Bourdon et al., 2017).

A Figura 1 apresenta a informação referida até ao momento esquematizada.

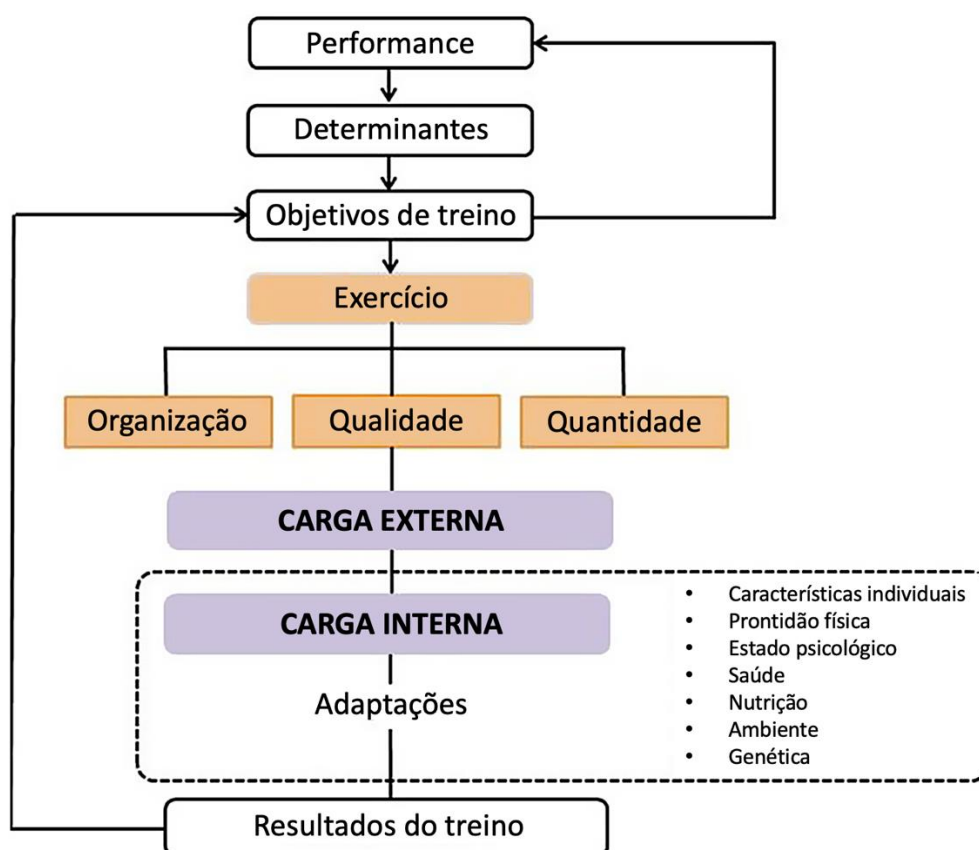


Figura 1 - Processo de treino: carga externa e interna. Adaptado de: Impellizzeri et al. (2019).

Tanto a carga de treino externa como a interna podem ser quantificados por inúmeras variáveis que descrevem a carga externa ou a resposta interna durante o exercício e, adicionalmente, a validade da medição de um indicador de carga depende do contexto. Por exemplo, a frequência cardíaca é uma medida de carga interna apropriada para treinos de resistência (como os de corrida), mas não para treinos resistidos e, dentro do mesmo contexto, a validade da medida de carga interna pode ser questionada (para treinos de resistência de alta intensidade e de curta duração, a frequência cardíaca não é um indicador tão válido) (Impellizzeri et al., 2019).

## 2.3. PERCEÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

A Perceção Subjetiva de Esforço (PSE) é um indicador de esforço físico único para cada indivíduo, que pode ser utilizado como uma estimativa subjetiva da intensidade do trabalho realizado durante uma atividade física, sendo este considerado por Borg (1982) relevante para otimização de treinos.

A PSE pode ser medida através da Escala de Borg, cuja classificação original varia de 6 a 20.

Esta escala foi construída com o intuito de facilitar a relação entre a PSE e a frequência cardíaca, considerando que a frequência cardíaca se compreende entre 60 e 200 batimentos por minuto em indivíduos de 30-50 anos, tendo em atenção que esta relação não deve ser interpretada literalmente, devido a fatores como idade, tipo de exercício, ambiente, ansiedade e outros fatores. Por outras palavras, como exemplo, um 13 corresponderia a 130 batimentos por minuto (Borg, 1982).

Mais tarde, Borg desenvolveu uma escala modificada (Tabela 3), com um intervalo de números simples, 0 a 10, partindo da ideia principal de que os números devem ser ancorados a expressões verbais simples e compreensíveis para a maioria das pessoas.

Sendo esta também uma escala de proporção, as expressões foram associadas a valores de acordo com o seu valor quantitativo, ou seja, para a expressão “leve” e respetivo valor, existe a expressão “muito leve” e respetivo valor com cerca de metade do valor da expressão “leve” (Borg, 1982).

Tabela 3 - Escala modificada de Borg. Adaptado de: Borg (1982)

| Valor | Nível de esforço                       |
|-------|----------------------------------------|
| 0     | Sem esforço de todo                    |
| 0,5   | Muito, muito leve (apenas perceptível) |
| 1     | Muito leve                             |
| 2     | Leve                                   |
| 3     | Moderado                               |
| 4     | Um pouco forte                         |
| 5     | Forte                                  |
| 6     |                                        |
| 7     | Muito Forte                            |
| 8     |                                        |
| 9     |                                        |
| 10    | Muito, muito forte                     |

## 2.4. ACELEROMETRIA

A acelerometria é um método promissor que tem vindo a ser utilizado cada vez mais na monitorização de treinos de desportos coletivos. É um método que utiliza sensores de aceleração, acelerómetros, para obter dados objetivos e quantitativos sobre a carga externa de trabalho dos atletas, durante uma atividade física. Estes acelerómetros medem aceleração linear em diferentes direções, permitindo registar e analisar movimentos desportivos referentes a corrida, saltos, mudanças de direção, entre outros (Gomez-Carmona et al., 2020). Em comparação à tecnologia de GPS, estes micro sensores inerciais altamente responsivos, oferecem a vantagem de permitir a quantificação da demanda física provocada por variados movimentos muito rápidos (que noutros casos poderiam não ser contabilizados), tanto em condições interiores como em exteriores (Hollville et al., 2021).

A informação que a acelerometria fornece é essencial para compreender e avaliar o esforço físico dos atletas e, além disso, possibilita também diferenciar padrões de movimentos característicos de cada desporto (e até mesmo de cada

posição), permitindo a otimização da prescrição dos treinos e monitorização da carga de trabalho dos mesmos (Gomez-Carmona et al., 2020). No entanto, o uso da acelerometria é complexo. A interpretação dos dados recolhidos requer conhecimento especializado e ferramentas de análise adequadas, sendo que para garantir a precisão das medições é preciso ter um elevado cuidado com fatores como a colocação/fixação e posição dos acelerómetros nos atletas e a calibração dos mesmos (Gomez-Carmona et al., 2020).

Atualmente, várias métricas de carga externa baseadas em acelerometria foram desenvolvidas com o propósito de estimar a carga externa do corpo inteiro, ou por outras palavras, estimar forças externas aplicadas ao corpo/carga biomecânica experienciada pelo sistema músculo-esquelético (Hollville et al., 2021).

No entanto, são perceptíveis algumas diferenças referentes ao cálculo das diferentes métricas na literatura (Nobari et al., 2021) e, em muitos casos, autores não referem como se efetuou o cálculo (Gomez-Carmona et al., 2020).

### 2.4.1. Accel'Rate

*Accel'Rate* (AR) é uma métrica recente e pouco abordada em estudos, que foi desenvolvida com o propósito de estimar a carga externa do corpo (no seu todo) durante atividades físicas e locomotoras, em desportos coletivos (Hollville et al., 2021). A sua computação é baseada nas variações instantâneas do módulo do vetor de aceleração em três eixos, x, y e z, (Equação 1), possuindo assim uma particularidade em comparação a outras métricas: permite evitar problemas teóricos relacionados com o referencial não-Galileano dos acelerómetros (Fleureau et al., 2022; Hollville et al., 2021).

$$Accel'Rate = \left| \sqrt{(a_{x_i})^2 + (a_{y_i})^2 + (a_{z_i})^2} - \sqrt{(a_{x_{i-1}})^2 + (a_{y_{i-1}})^2 + (a_{z_{i-1}})^2} \right| \quad (1)$$

*a* – Aceleração.

Por outras palavras, esta métrica considera não apenas os valores absolutos de aceleração, mas também as mudanças na taxa de aceleração ao longo do tempo (Hollville et al., 2021).

Outros autores, como Perez et al. (2022), também referem que esta métrica é um método alternativo computacional menos sensível a sensores de rotação.

### 2.4.2. Body Load

O *Body Load* (BL) é uma medida calculada partir da aceleração triaxial obtida com MEMS que fornece informações resumidas sobre a aceleração/desaceleração, mudanças de direção, saltos e impactos/colisões realizados pelos jogadores (Nobari et al., 2021). É uma variável de carga e é projetada para refletir tanto o volume quanto a intensidade das acelerações realizadas pelos jogadores (Nobari et al., 2021). As etapas para o cálculo do BL incluem inicializar a contagem do BL em 0, calcular a magnitude do vetor de aceleração para a aceleração atual e normalizar o vetor de magnitude subtraindo 1 G nacional (Nobari et al., 2021). Posteriormente, o BL sem escala é calculado usando uma fórmula específica e, em seguida, o BL com escala é calculado usando a taxa de registo do acelerómetro e o fator de exercício. A Equação 2, traduz e resume todos estes passos mencionados:

$$Body Load = \frac{IMPACT + IMPACT^3}{dt} \quad (2)$$

*IMPACT* – Valor Máximo de Aceleração Composta; *t* – Tempo.

Outros autores como Arruda et al. (2015), denominam a métrica como *Body Load Impact* e definem que a mesma é determinada através da soma das acelerações de 3 planos de acelerómetro e que as medidas de carga e intensidade para esses impactos podem ser identificadas como o número total de impactos e/ou impactos por minuto, respetivamente. Os mesmos, referem ainda que a medida é pertinente para a monitorização de possíveis mudanças no desempenho físico, durante competições disputadas sucessivamente, em intervalos de tempo apertados, e incentivam a utilização complementar de indicadores de carga interna (como PSE), para no futuro se poder verificar o seu potencial (Arruda et al., 2015).

### 2.4.3. Dynamic Stress Load

São escassos os estudos realizados, em que se recorreu a esta métrica. No entanto, os autores Beato et al. (2019) desenvolveram um estudo com o objetivo de avaliar a sensibilidade de métricas derivadas de acelerómetros, para monitorizar a fadiga durante um protocolo de exercício físico intermitente, em que uma das métricas avaliadas foi a *Dynamic Stress Load* (DSL).

À semelhança das outras métricas, também se recorre a um acelerómetro triaxial, que mede acelerações lineares nos três eixos de movimento (x, y e z). Neste estudo, agregaram-se os valores de aceleração ao longo do período definido para obter uma medida da DSL, através da seguinte equação:

$$Dynamic\ Stress\ Load = \sum_{i=1}^n IMPACT_i^k * SF \quad (3)$$

*k* – Fator de ponderação; *SF* – Fator de escala; *IMPACT* – Valor Máximo de Aceleração Composta.

Um *IMPACT* é definido como a aceleração composta se este valor for maior que 2 G (Beato et al., 2019).

A *StatSports* determina a *DSL* como sendo o total dos impactos ponderados e são ponderados usando uma função convexa, aproximadamente uma função cúbica (Gomez-Carmona et al., 2020).

### 2.4.4. Jerk

De acordo com as conclusões do estudo de Zhang et al. (2019), os valores de Jerk derivados de sensores IMU (*Inercial Measurement Unit*) podem ser usados para detetar fadiga física em ambientes não controlados (no caso deste estudo, a amostra eram trabalhadores do setor de construção civil). O estudo teve como propósito investigar se a métrica Jerk pode ser usada para detetar objetivamente a fadiga física, e por sua vez, à redução do controlo motor que é avaliado pela métrica.

Os autores definem ainda que esta métrica, sendo a primeira derivada da aceleração, referem que o cálculo utilizado é feito a partir da aceleração medida através de diferenciação numérica entre acelerações (Zhang et al., 2019).

Slaboda et al. (2005) realizaram um estudo para avaliar a taxa de mudança de aceleração como uma métrica para detetar diferenças de movimento entre indivíduos com e sem dor crónica lombar durante uma atividade repetitiva (*shoulder Jerk*).

Consideram que o Jerk é a terceira derivada de posição, no entanto, referem que o cálculo da métrica é uma medição ruidosa e, consequentemente, realizaram uma simulação para avaliarem métodos de suavização. Os autores definem ainda que o Jerk é uma métrica que quantifica a taxa de mudança de aceleração, conseguindo assim expressar a agressividade ou a suavização de um dado momento/movimento, podendo ser calculada de forma biaxial através da fórmula:

$$Jerk(t) = \sqrt{\left(\frac{d^3x}{dt^3}\right)^2 + \left(\frac{d^3y}{dt^3}\right)^2} \quad (4)$$

Concluíram assim que esta métrica permite avaliar os padrões de movimento e os efeitos de programas de reabilitação em indivíduos com dor crónica lombar (Slaboda et al., 2005).

#### **2.4.5. Big Data**

A análise de *Big Data* no desporto coletivo tem revolucionado a forma como as equipas abordam o treino e o desempenho (Bai et al., 2021). Através da recolha e análise de uma grande quantidade de dados, incluindo estatísticas de jogadores, informações de sensores e vídeos de jogos, as equipas podem tomar decisões mais informadas. Isso inclui a otimização de estratégias de jogo, a monitorização do condicionamento físico dos atletas e a prevenção de lesões (Liu et al., 2021). A *Big Data* permite uma compreensão mais profunda do desempenho, levando a um desporto coletivo mais eficaz e competitivo.

A era da *Big Data* trouxe um impacto sem precedentes no desenvolvimento da indústria desportiva. Os serviços de *Big Data* relacionados ao desporto, incluindo o desempenho do exercício, dados de saúde, estatísticas de treino e análise, podem ajudar efetivamente os atletas no treino diário e no desenvolvimento de estratégias de jogo, tornando-se um meio indispensável para ganhar competições (Liu et al., 2021).

O aumento dos dados desportivos gerou novas oportunidades e desafios no campo da *Big Data* desportiva. A *Big Data* desportiva é o produto do desenvolvimento da Internet e do desporto. A análise desses dados tem permitido aos analistas desenvolver uma série de indicadores sofisticados relacionados ao desempenho do jogo (Morgulev et al., 2018).

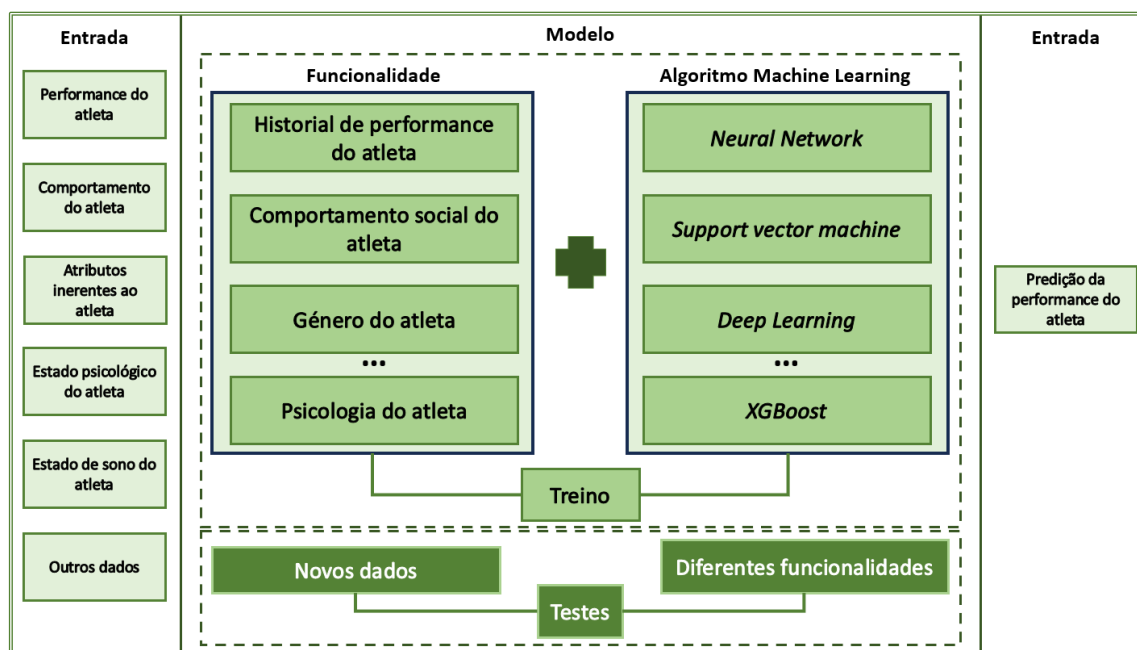


Figura 2 - Um modelo para predição do desempenho de atletas segundo. Adaptado de: Bai et al. (2021).

Portanto, entender a *Big Data* e como ela pode ser medida e estimada é crucial para otimizar o desempenho atlético e prevenir lesões.

Para além da questão de qual métrica utilizar, é crucial identificar os métodos mais eficazes para quantificar, tanto a carga externa, quanto a interna

no treino desportivo. Neste contexto, é importante considerar o volume de dados que será recolhido (Liu et al., 2021).

Por exemplo, se optarmos por utilizar a Escala de Percepção Subjetiva do Esforço (PSE) ou questionários de bem-estar, já teremos uma quantidade considerável de dados. No entanto, os dados obtidos através da acelerometria durante o treino podem representar um volume de dados ainda maior.

Considerando alguns acelerómetros disponíveis no mercado, podemos obter entre 100 e 1000 pontos de dados num único segundo. Desta forma, pode ser um desafio trabalhar com esses dados e transmitir as informações mais relevantes à equipa técnica.

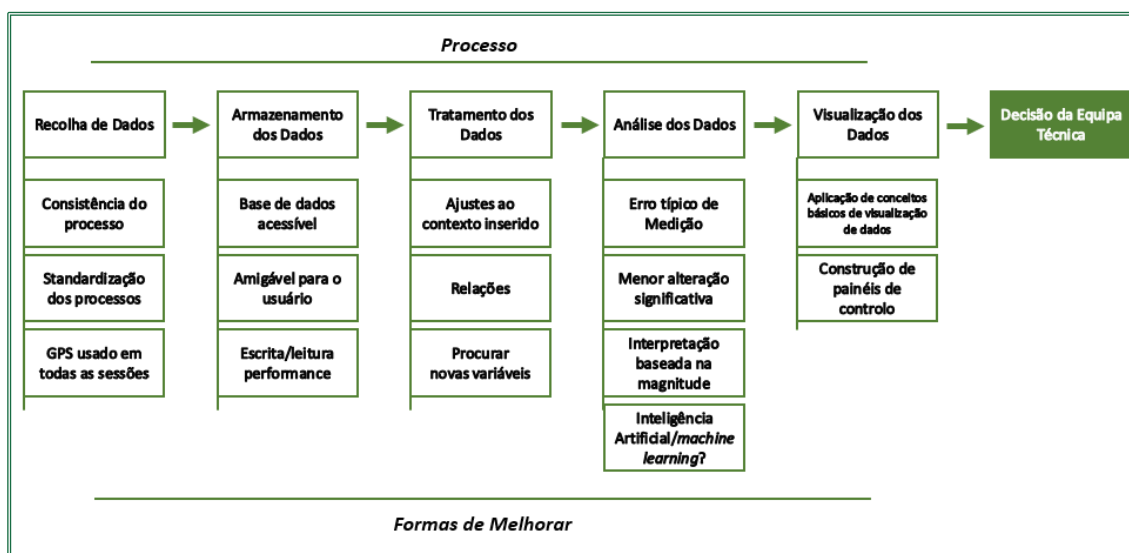


Figura 3 - Processo de tratamento de dados e respetivas formas de melhoria. Adaptado de: Laursen et al. (2019).

Esta tabela demonstra e tenta explicar de forma sucinta os processos de tratamento, desde a recolha de dados até à passagem de informação à equipa técnica que toma as decisões sobre a carga de treino, e as respetivas formas possíveis de melhoria para cada processo.

### **3. ESTUDO PRELIMINAR – COMPARAÇÃO ENTRE AS DIFERENTES MÉTRICAS DERIVADAS DA ACELERAÇÃO E DA PERCEÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO**

#### **3.1. RESUMO DO ESTUDO**

Em desportos coletivos, para uma gestão eficaz do treino e para potenciar o desempenho dos jogadores, determinar a carga interna e externa é fundamental.

A carga interna e externa, complementarmente, permitem quantificar a atividade física realizada pelos jogadores, ajustar e planejar treinos, maximizar o desempenho e prevenir lesões derivadas de fadiga e exaustão.

No entanto, a quantificação e interpretação da carga em desportos de esforço intermitente pode ser um desafio complexo, como é o caso do Andebol.

Consequentemente, a Acelerometria e a PSE emergem como ferramentas de monitorização que permitem quantificar a carga externa e interna, respetivamente, de forma relativamente fácil.

Posto isto, foi desenvolvido um estudo exploratório para comparar as diferentes métricas de carga externa (por via acelerométrica) e de carga interna (por via percetiva).

Este estudo exploratório permitiu concluir, resumidamente, que as métricas de carga externa (AR, DSL, Jerk, BL) e a métrica de carga interna (PSE) possuem uma correlação moderada entre si. Adicionalmente, as métricas BL e DSL e as métricas AR e Jerk possuem uma correlação muito forte entre si.

### 3.2. INTRODUÇÃO

No contexto de qual as melhores métricas de carga interna e externa a usar no Andebol, não existe um “*Gold Standard*” bem definido e aceite na comunidade.

Neste sentido, é interessante perceber o que outras modalidades mais avançadas neste tema fazem para quantificar e monitorizar a carga externa e interna das suas equipas.

Uma outra problemática existente é a falta de detalhe e informação dos estudos realizados, não apoiando um mais rápido desenvolvimento deste tema. Esta afirmação é feita com base no estudo (revisão sistemática) de Delves et al. (2021), que teve como propósito explorar o uso de dispositivos de rastreamento vestíveis baseados em acelerometria, para avaliar a carga de aceleração externa em jogadores de elite, envolvidos em desportos coletivos durante treino e competição. O principal objetivo do estudo destes autores foi fornecer a investigadores e profissionais um enquadramento claro para reportar essas métricas, elucidando as diferentes metodologias e processos de cálculo que têm sido adotados na investigação dessas modalidades desportivas. Com o seu estudo, (Delves et al., 2021) concluíram que dos 124 estudos que examinaram, apenas 13% especificaram filtros aplicados, 32% dos estudos não forneceram dados relativos à duração mínima de esforço e os indicadores de qualidade dos dados (provenientes de sistemas GPS ou GNSS – *Global Navigation Satellite System*) foram apresentados somente em 24% a 27% dos casos. Esta realidade deve ser contornada de modo a assegurar a coerência nas análises da carga de aceleração externa dos jogadores, é crucial incluir informações detalhadas sobre os procedimentos de cálculo, a duração mínima de esforço e a qualidade dos dados. Assim, esta abordagem contribuirá para uma compreensão mais sólida e uniforme da aceleração em contextos desportivos coletivos de elite.

Outros autores como Gomez-Carmona et al. (2020), realizaram também uma revisão sistemática de estudos (118) publicados em bases de dados (*Web of Science*, *PubMed* e *Scopus*), em que os principais resultados indicaram que

os achados mais frequentes foram a localização dos dispositivos no corpo nas escápulas, a marca dos dispositivos *Catapult Sports*, os desportos rugby, futebol australiano, futebol e basquetebol, o sexo masculino, o nível de competição profissional e elite, e o contexto de treino ou competição separados. Adicionalmente, (Gomez-Carmona et al., 2020) concluíram que a grande quantidade de variáveis e dispositivos de várias empresas torna difícil a comparabilidade entre os resultados, isto porque mesmo dentro de uma única métrica, existem diversas metodologias de cálculo que podem variar de acordo com a marca do equipamento. Para além disso, os autores referiram também que grande parte das metodologias não são muito claras na sua forma de implementação.

Posto isto, este estudo visa contribuir para um maior conhecimento nesta temática, através da comparação e análise de algumas métricas de carga externa e interna.

### **3.3. OBJETIVOS**

Considerando que existem vários instrumentos e métricas para determinar o esforço físico, calculadas à custa das acelerações, importava verificar como é que cada uma das medidas obtidas se relacionada às restantes, por forma a tomar decisões relativamente às métricas a usar no estudo seguinte, sobre o controlo das cargas de treino em Andebol.

Assim, este é um estudo de natureza preliminar, delineado com o seguinte objetivo:

- Analisar a relação entre as diferentes métricas de carga externa, obtidas à custa da aceleração (AR, BL, DSL e Jerk) e interna obtidas por via percetiva (PSE) selecionadas para este estudo, durante a prática de Andebol de alto rendimento.

### **3.4. METODOLOGIA**

#### **3.4.1. Participantes**

O presente estudo, apesar de natureza observacional, tem a particularidade de o investigador principal ser simultaneamente o preparador físico da equipa participante. Posto isto, o estudo foi realizado na equipa sénior da 1ª Divisão Portuguesa de Andebol masculino, do Sporting Clube de Portugal, que participou em diferentes competições durante a época 2022/2023, nacionais e internacionais, sendo essas: Campeonato Placard Andebol 1 (PO.01), Taça de Portugal (PO.20), Supertaça (PO.22), Supertaça Ibérica e a Liga Europeia da Federação Europeia de Andebol (*EHF European League*).

No total, o estudo abrangeu 16 jogadores de idades compreendidas entre os 18 e 38 anos, sendo que a média de idade da equipa era de 26 anos.

O clube, Sporting Clube de Portugal, o treinador da equipa e todos os jogadores envolvidos foram devidamente informados dos objetivos do trabalho, o qual foi devidamente autorizado pela instituição em causa e staff técnico. Adicionalmente, os jogadores foram convidados a assinar uma declaração de consentimento informado (Anexo A). Previamente ao estudo, foi submetido o projeto à Comissão de Ética, tendo sido posteriormente aprovado.

#### **3.4.2. Contextualização**

O período respetivo à recolha de informação compreendeu-se entre 30 de janeiro e 30 de março, totalizando aproximadamente 9 semanas. Destas semanas 9 semanas, 8 foram em período competitivo e 1 em período de paragem competitiva, em que não houve jogos das competições em que a equipa estava inserida, visto que alguns jogadores durante esse período representaram seleções nacionais dos seus respetivos países. Cabe aqui notar que durante esta paragem, alguns jogadores não foram monitorizados por estarem ao serviço das respetivas seleções nacionais.

Durante o período competitivo em que se monitorizou os jogadores, a equipa teve jogos para o Campeonato Nacional, Taça de Portugal (fase de grupos e dezasseis avos de final) e Liga Europa (oitavos de final), perfazendo um total de 9 microciclos estudados, conforme se descreve na Tabela 4:

Tabela 4 - Microciclos da equipa participante

| Microciclo | Período             |
|------------|---------------------|
| 1          | 30/01/23 – 05/02/23 |
| 2          | 06/02/23 – 10/02/23 |
| 3          | 11/02/23 – 18/02/23 |
| 4          | 19/02/23 – 25/02/23 |
| 5          | 26/02/23 – 04/03/23 |
| 6          | 05/03/23 – 10/03/23 |
| 7          | 11/03/23 – 18/03/23 |
| 8          | 19/03/23 – 25/03/23 |
| 9          | 26/03/23 – 28/03/23 |

A calendarização do período em análise apresenta-se sistematizada na Figura 4.

| Segunda  | Terça    | Quarta   | Quinta   | Sexta    | Sábado   | Domingo  |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 30/01/23 | 31/01/23 | 01/02/23 | 02/02/23 | 03/02/23 | 04/02/23 | 05/02/23 |
| Ginásio  | Folga    | Folga    | Folga    | Folga    | Folga    | Folga    |
| Andebol  | Andebol  | Andebol  | Andebol  | Andebol  | Jogo     | Jogo     |
| 06/02/23 | 07/02/23 | 08/02/23 | 09/02/23 | 10/02/23 | 11/02/23 | 12/02/23 |
| Viagem   | Andebol  | Viagem   | Folga    | Folga    | Folga    | Folga    |
| Andebol  | Jogo     |          | Andebol  | Jogo     |          | Andebol  |
| 13/02/23 | 14/02/23 | 15/02/23 | 16/02/23 | 17/02/23 | 18/02/23 | 19/02/23 |
| Folga    | Folga    | Folga    | Folga    | Andebol  | Jogo     | Folga    |
| Andebol  | Jogo     |          | Andebol  | Viagem   | Viagem   | Andebol  |
| 20/02/23 | 21/02/23 | 22/02/23 | 23/02/23 | 24/02/23 | 25/02/23 | 26/02/23 |
| Andebol  | Folga    | Viagem   | Folga    | Folga    | Folga    | Folga    |
| Viagem   | Jogo     |          | Andebol  | Andebol  | Jogo     |          |
| 27/02/23 | 28/02/23 | 01/03/23 | 02/03/23 | 03/03/23 | 04/03/23 | 05/03/23 |
| Folga    | Folga    | Folga    | Ginásio  | Andebol  | Jogo     | Folga    |
| Andebol  | Jogo     |          | Andebol  | Viagem   | Viagem   |          |

| Segunda  | Terça    | Quarta   | Quinta   | Sexta    | Sábado   | Domingo  |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06/03/23 | 07/03/23 | 08/03/23 | 09/03/23 | 10/03/23 | 11/03/23 | 12/03/23 |
| Folga    | Ginásio  | Ginásio  | Andebol  | Andebol  | Folga    | Folga    |
|          | Andebol  | Andebol  | Ginásio  | Ginásio  |          |          |
| 13/03/23 | 14/03/23 | 15/03/23 | 16/03/23 | 17/03/23 | 18/03/23 | 19/03/23 |
| Ginásio  | Ginásio  | Ginásio  | Folga    | Andebol  | Jogo     | Folga    |
| Andebol  | Andebol  | Andebol  | Andebol  | Viagem   | Viagem   | Andebol  |
| 20/03/23 | 21/03/23 | 22/03/23 | 23/03/23 | 24/03/23 | 25/03/23 | 26/03/23 |
| Viagem   | Folga    | Viagem   | Folga    | Folga    | Folga    | Folga    |
| Andebol  | Jogo     |          | Andebol  | Andebol  | Jogo     | Andebol  |
| 27/03/23 | 28/03/23 | 29/03/23 | 30/03/23 | 31/03/23 | 01/04/23 | 02/04/23 |
| Folga    | Folga    | Folga    | Ginásio  | X        | X        | X        |
| Andebol  | Jogo     |          | X        | X        | X        | X        |

Figura 4 - Calendarização do período de recolha de dados.

Como se pode verificar pela calendarização apresentada, 8 jogos foram no pavilhão do SCP (em casa) e 6 jogos foram noutros pavilhões (fora), envolvendo algumas viagens.

Durante as semanas competitivas, o foco dos treinos passou pela gestão de cargas e preparação tática do jogo do microciclo em questão. Na semana não competitiva, em que alguns jogadores foram representar as suas seleções nacionais, foi utilizado o método do microciclo de choque (Borges, 2016), em que se começou a semana com um volume alto e foi-se diminuindo gradualmente até ao fim do microciclo.

### 3.4.3. Procedimentos e instrumentos de recolha de dados

A monitorização diária do esforço físico efetuou-se através de acelerómetros WIMU (descrição na Figura 5), nome comercial, e de um questionário de perceção de esforço, designado de escala de Borg – escala de PSE. Por questões regulamentares os sensores não foram utilizados em competições oficiais.

A escolha da PSE justificou-se por ser a escala já utilizada de forma regular na equipa em causa. A PSE é uma escala ordinal com categorias de resposta com referenciação numérica, apresentando valores compreendidos entre 0 (nenhum esforço) e 10 (máximo esforço).

---

---

**WIMU PRO**

---

---



(<https://www.hudl.com/support/wimu/wimu-pro-device/getting-started-guide/collect-data>)

**Peso:** 70 g

**Dimensões:** 81 x 45 x 16 mm

**Taxa de aquisição (máxima):** 100 Hz

---

---

Figura 5 - Descrição dos acelerómetros utilizados.

Do ponto de vista metodológico, todos os procedimentos de calibração e sincronização dos sensores de movimento (WIMUs) foram implementados seguindo as orientações do fabricante. Os dados acelerométricos foram adquiridos a 100 hertz. Os jogadores foram equipados com os sensores (através de coletes apropriados) antes do início de cada treino e mantiveram-nos durante a totalidade da sessão, findo a qual, 15 minutos após o fim da sessão, responderam ao questionário de PSE.

#### **3.4.4. Tratamento de dados**

Relativamente ao tratamento dos dados acelerométricos recolhidos (em bruto; arquivo CSV) referentes às acelerações x, y e z, a análise dos mesmos foi feita através de *Python*, dadas as exigências de processamento deste tipo de dados, não se tendo recorrido ao software do fabricante (SPRO). É importante salientar que, no contexto em questão, embora o fabricante dos sensores utilizados tenha disponibilizado diversas opções para processar as acelerações registadas, incluindo o DSL, não foi possível encontrar uma descrição detalhada e clara da fórmula implementada.

Em relação às variáveis cinemáticas, obtidas por via acelerométrica, foram calculadas com recurso às várias fórmulas referentes às métricas AR, BL,

DSL e Jerk, descritas anteriormente (na “Revisão da Literatura”). Assim, para cada sessão de treino eram geradas várias medidas de esforço físico por jogador (ou seja, quatro pontos experimentais por treino, um por cada métrica), obtidas à custa da implementação das várias fórmulas.

Primeiramente, foi feita uma análise exploratória ao conjunto de dados obtidos. Posteriormente, foram excluídos os dados das sessões de jogadores que treinaram condicionados, de forma a não influenciar e prejudicar os resultados obtidos.

### **3.4.5. Procedimentos estatísticos**

Numa fase inicial, foi realizado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, para analisar a distribuição dos dados acelerométricos, seguida de uma análise de estatística descritiva à totalidade dos dados recolhidos, complementada com gráficos de dispersão, relacionando as métricas entre si.

Em seguida, foram excluídas as recolhas relativas a jogadores que treinaram condicionados, tendo-se realizado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, sendo que se o valor de significância  $p$  for  $> 0.05$  a distribuição é considerada normal (Field, 2018). Para uma melhor inspeção da normalidade da distribuição, foram construídos *P-P Plots* com valores de Z-score. Posteriormente, foi feita uma análise de estatística descritiva, e gráficos de dispersão para explorar a relação entre as diferentes métricas.

Foi, também, estimada a correlação ou a intensidade de associação entre os vários pares de métricas com recurso à estatística não paramétrica, pelo facto de nalguns casos se violar o pressuposto de normalidade da distribuição.

## **3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para determinar a associação entre as várias métricas derivadas da aceleração seleccionadas foram primeiramente considerados todos os dias e jogadores monitorizados em treino, dentro do período estipulado, o que perfaz

492 pontos experimentais (cada ponto representa o conjunto de dados recolhidos por jogador numa sessão).

Numa primeira fase, optámos por fazer uma inspeção visual à relação entre as várias medidas de esforço obtidas de diferentes formas, conforme se faz representar na matriz de gráficos de dispersão (Figura 6). Numa primeira análise, parece evidente que os valores de PSE se relacionam mal com os valores de esforço físico obtidos por via acelerométrica. Além disso, também se conclui pela forte associação ou relação funcional entre as métricas BL e DSL e entre as métricas AR e Jerk.

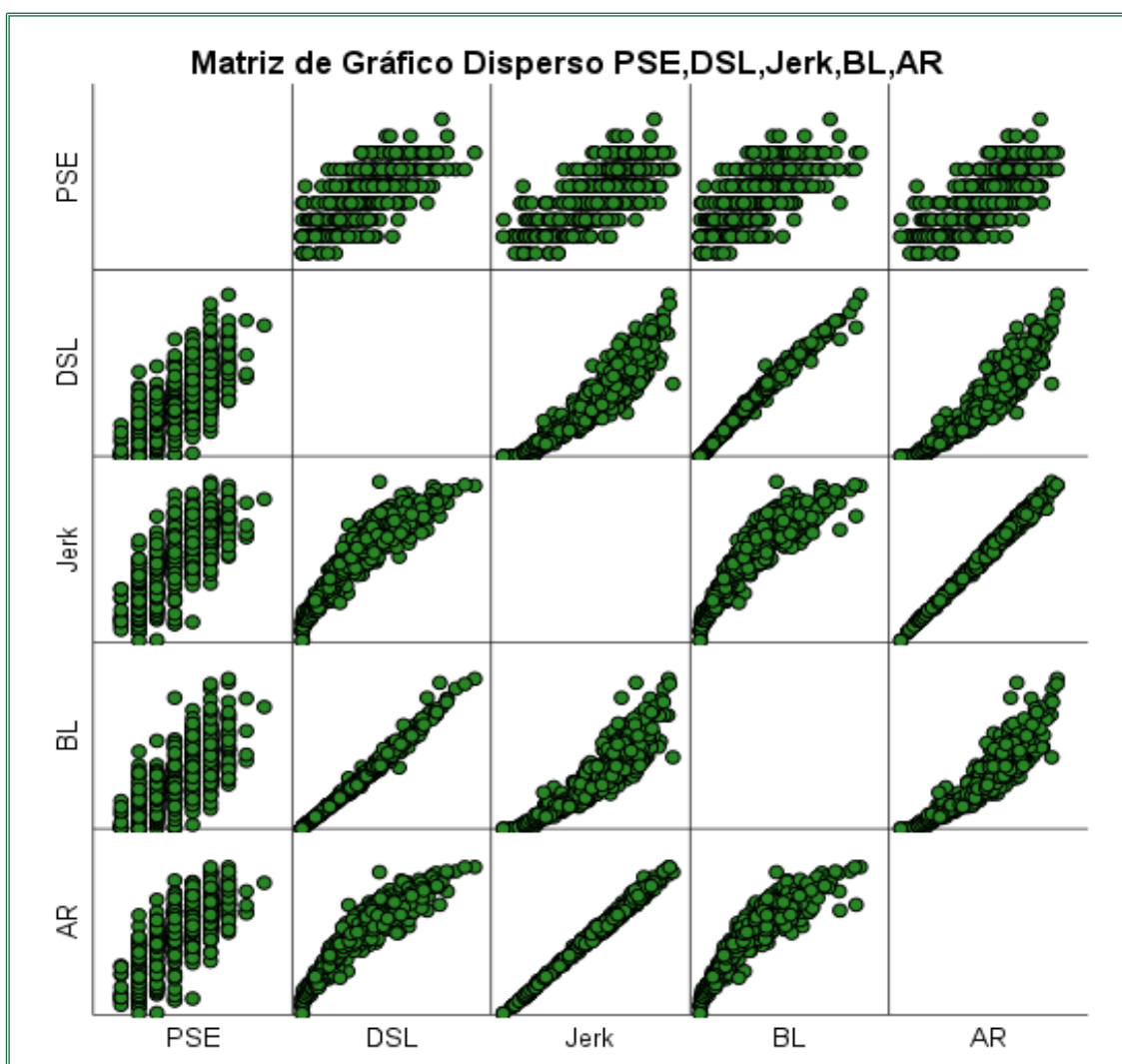


Figura 6 - Matriz de gráficos de dispersão da relação funcional das métricas PSE (UA), DSL ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ ), Jerk ( $\text{m} \cdot \text{s}^3$ ), BL (UA) e AR ( $\text{m} \cdot \text{s}^3$ ) – 492 pontos experimentais.

Subsequentemente, optou-se por examinar a relação entre as variáveis com base nos casos em que os jogadores treinaram de forma regular. Ou seja, procedeu-se à exclusão dos dados relativos a jogadores que treinaram de forma condicionada, por motivos de lesão, saúde ou outra, (e.g., algum problema de logística). Feita a seleção dos casos considerados válidos resultou um conjunto de 481 pontos experimentais (i.e., um ponto por atleta e por treino).

Procedeu-se ao estudo da normalidade para dados obtidos para cada variável estudada (PSE, DSL, BL, Jerk e AR). Optou-se pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, dado o elevado número de pontos experimentais por cada métrica (N = 481).

Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 - Teste de Normalidade: Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup> das métricas PSE, DSL, Jerk, BL e AR – 481 pontos experimentais.

|             | Resultado estatístico | Nº Unidades (gl) | Significância |
|-------------|-----------------------|------------------|---------------|
| <b>PSE</b>  | 0.140                 | 481              | <0.001        |
| <b>DSL</b>  | 0.036                 | 481              | 0.169         |
| <b>BL</b>   | 0.041                 | 481              | 0.048         |
| <b>Jerk</b> | 0.064                 | 481              | <0.001        |
| <b>AR</b>   | 0.060                 | 481              | <0.001        |

a. Correlação de Significância de Lilliefors

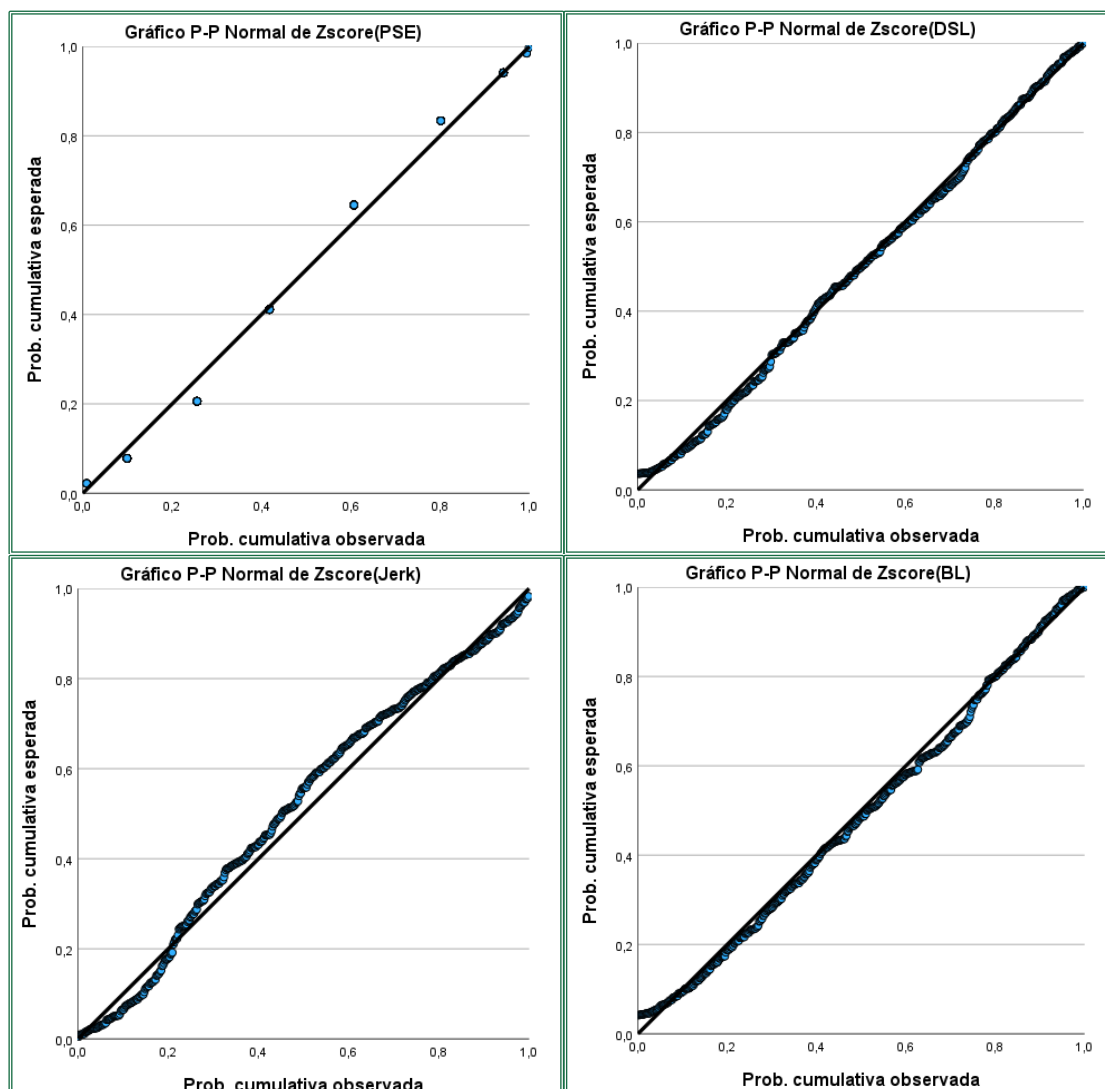
Para a métrica PSE, o teste de Kolmogorov-Smirnov (D = 0.140) sugere que os dados não seguem uma distribuição normal, com uma diferença estatisticamente significativa entre a distribuição observada e uma distribuição normal (valor de  $p < 0.001$ ).

Já para a métrica DSL, o valor do teste (D = 0.036) indica que os dados têm uma distribuição que não difere significativamente de uma distribuição normal, o que sugere que a distribuição DSL pode ser aproximadamente normal (valor de  $p = 0.169$ ).

No entanto, para a métrica BL, o teste de Kolmogorov-Smirnov ( $D = 0.041$ ) mostra que os dados têm uma distribuição que difere estatisticamente de uma distribuição normal. Portanto, a distribuição BL não é normal (valor de  $p = 0.048$ ).

Quanto às métricas Jerk e AR, os valores dos testes ( $D = 0.064$  e  $D = 0.060$ , respetivamente) indicam que essas métricas não seguem uma distribuição normal (valor de  $p < 0.001$  e valor de  $p < 0.001$ , respetivamente).

Posteriormente, foram construídos *P-P Plots* com os Z-score (Figura 7) de cada métrica, para ser possível ter uma ideia mais visual da distribuição de cada métrica.



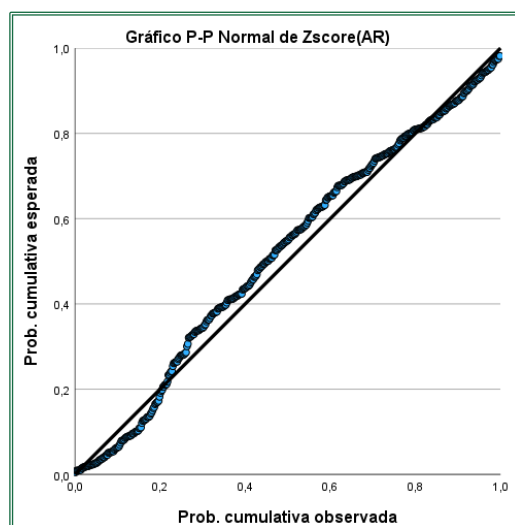


Figura 7 - P-P Plots com valores Z-score: PSE, DSL, Jerk, BL e AR – 481 pontos experimentais.

É facilmente perceptível que a DSL é a métrica que apresenta na maioria dos dados uma maior semelhança com a reta de 45 graus, representando uma distribuição normal praticamente perfeita. Esta afirmação, por sua vez, é confirmada pelos resultados do teste de normalidade, confirmando que esta é a única métrica que possui uma distribuição normal.

Subsequentemente procedeu-se à análise exploratória dos dados com recurso à estatística descritiva simples, cujos resultados se apresentam na Tabela 6.

Tabela 6 - Estatística das métricas PSE, DSL, Jerk, BL e AR – 481 pontos experimentais.

|                      | <b>PSE<br/>(UA)</b> | <b>DSL<br/>(m<sup>3</sup>.s<sup>-6</sup>)</b> | <b>BL<br/>(UA)</b> | <b>Jerk<br/>(m.s<sup>-3</sup>)</b> | <b>AR<br/>(m.s<sup>-3</sup>)</b> |
|----------------------|---------------------|-----------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Média</b>         | 4.4                 | 3 444.3                                       | 1 874.8            | 3 210 036.5                        | 1 968 975.0                      |
| <b>Desvio Padrão</b> | 1.68                | 1 916.90                                      | 1 080.34           | 1 205 306.03                       | 748 746.21                       |
| <b>Variância</b>     | 2.8                 | 3 674 497.7                                   | 1 167 139.6        | 1.5E+12                            | 5.6E+11                          |
| <b>Assimetria</b>    | -0.016              | 0.250                                         | 0.444              | -0.423                             | -0.432                           |
| <b>Curtose</b>       | -0.941              | -0.303                                        | -0.029             | -0.497                             | -0.424                           |
| <b>Mínimo</b>        | 1                   | 0                                             | 0                  | 69 340                             | 36 209                           |
| <b>Máximo</b>        | 9                   | 9 643                                         | 5 370              | 5 757 425                          | 3 530 900                        |

|           |    | PSE<br>(UA) | DSL<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-6</sup> ) | BL<br>(UA) | Jerk<br>(m.s <sup>-3</sup> ) | AR<br>(m.s <sup>-3</sup> ) |
|-----------|----|-------------|-------------------------------------------|------------|------------------------------|----------------------------|
| Percentis | 25 | 3.0         | 2 016.5                                   | 1 071.1    | 2 474 574.2                  | 1 530 784.9                |
|           | 50 | 4.0         | 3 430.2                                   | 1 834.7    | 3 382 876.7                  | 2 060 724.2                |
|           | 75 | 6.0         | 4 722.7                                   | 2 552.8    | 4 119 632.5                  | 2 502 806.6                |

Para estudar a relação funcional e matemática entre as várias métricas, e numa primeira fase, procedeu-se à inspeção visual da relação entre os dados obtidos para cada unidade de treino, através de diagramas de dispersão. Desta forma obtivemos uma representação gráfica para os pares de dados numéricos obtidos para cada métrica e a sua relação linear, que pode ser melhor descrita por uma reta (Figura 8 a 17). Faz-se também representar a respetiva equação da reta.

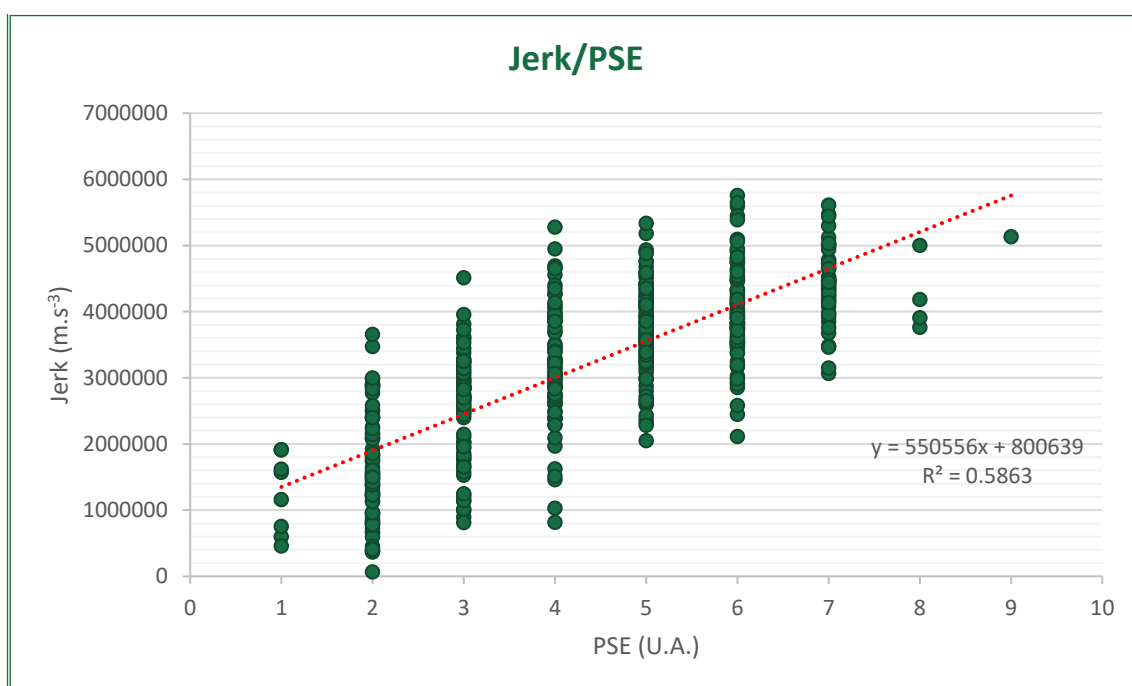


Figura 8 - Representação gráfica da relação funcional entre Jerk e PSE – 481 pontos experimentais.

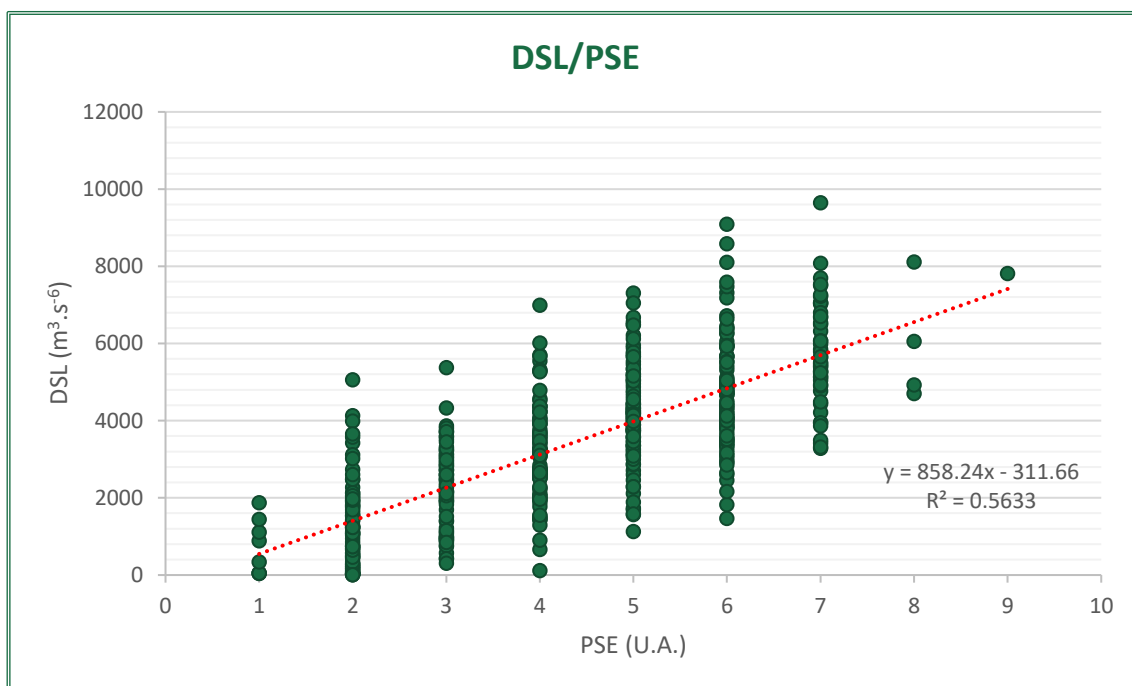


Figura 9 - Representação gráfica da relação funcional entre DSL e PSE – 481 pontos experimentais.

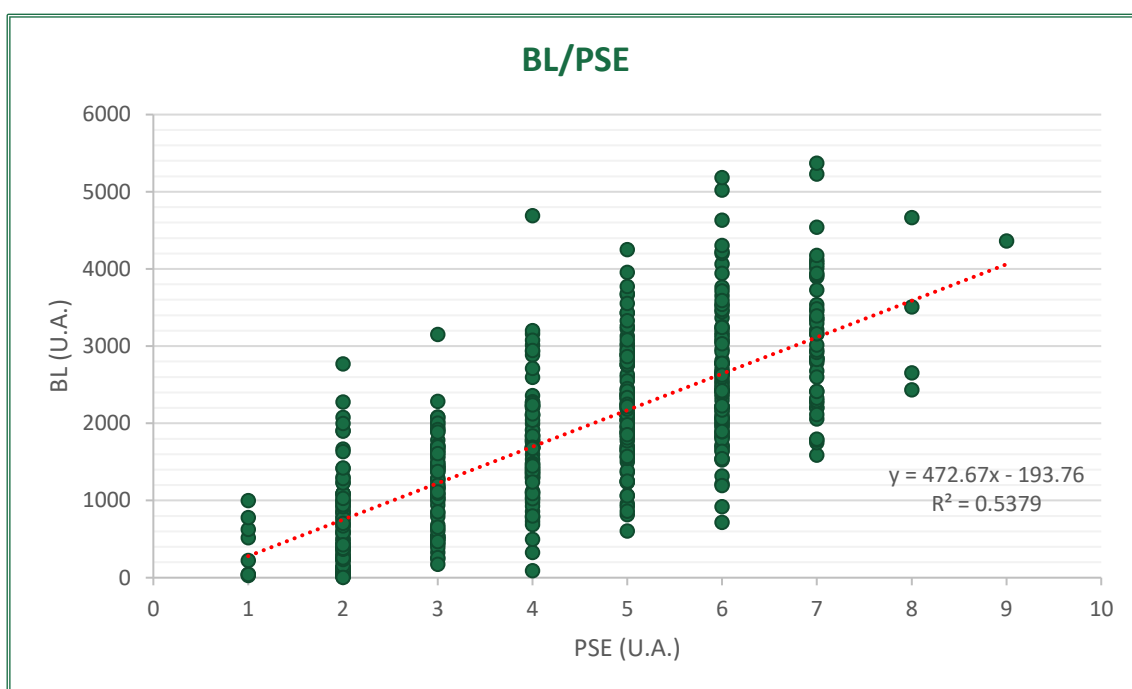


Figura 10 - Representação gráfica da relação funcional entre BL e PSE – 481 pontos experimentais.

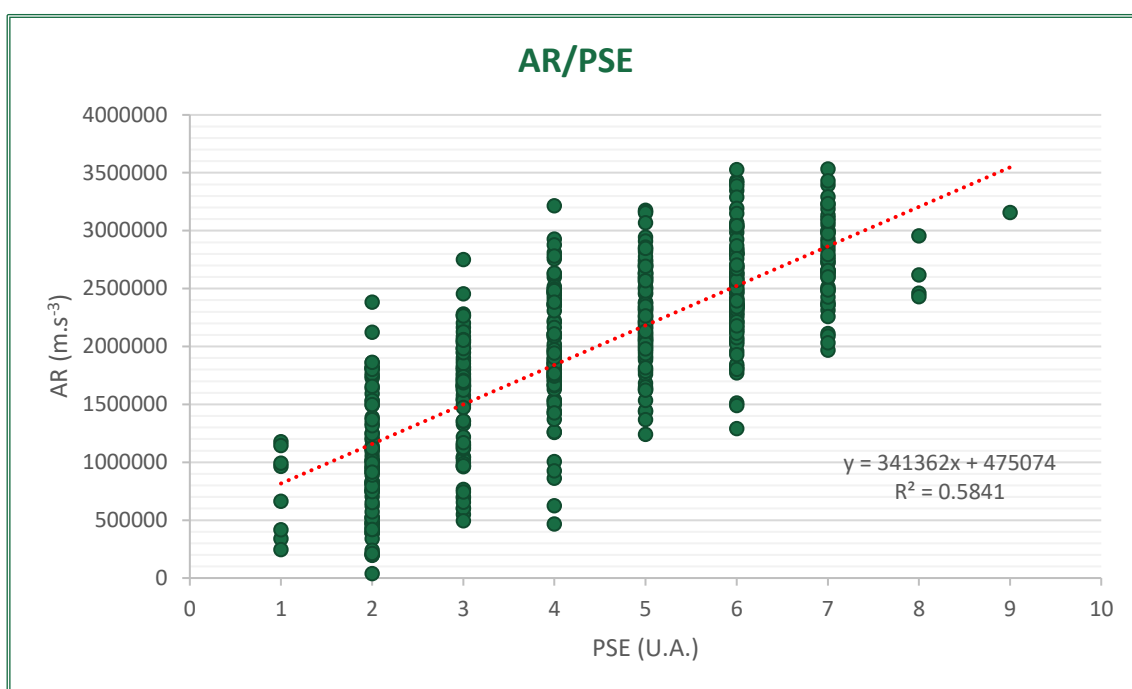


Figura 11 - Representação gráfica da relação funcional entre AR e PSE – 481 pontos experimentais.

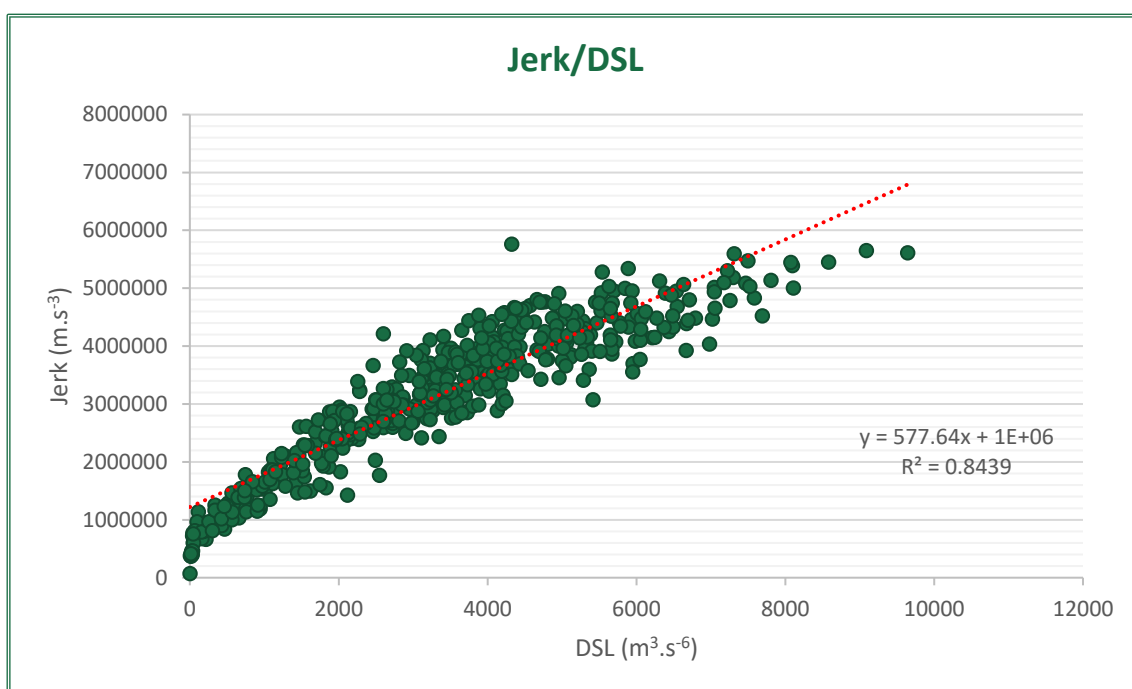


Figura 12 - Representação gráfica da relação funcional entre Jerk e DSL – 481 pontos experimentais.

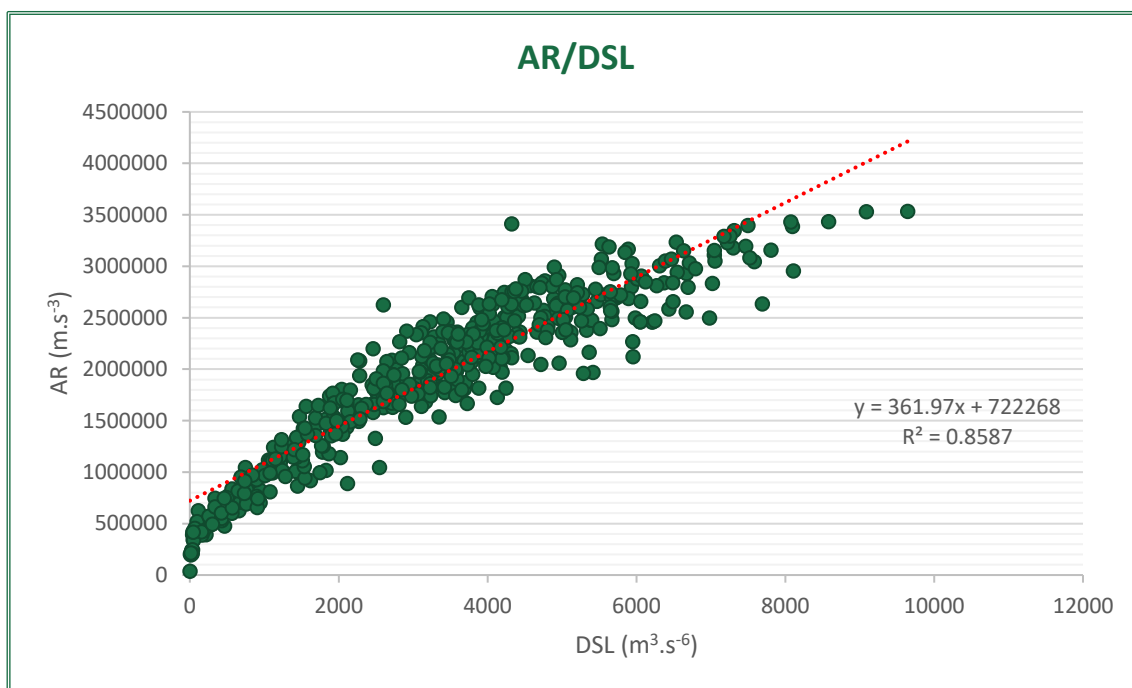


Figura 13 - Representação gráfica da relação funcional entre AR e DSL – 481 pontos experimentais.

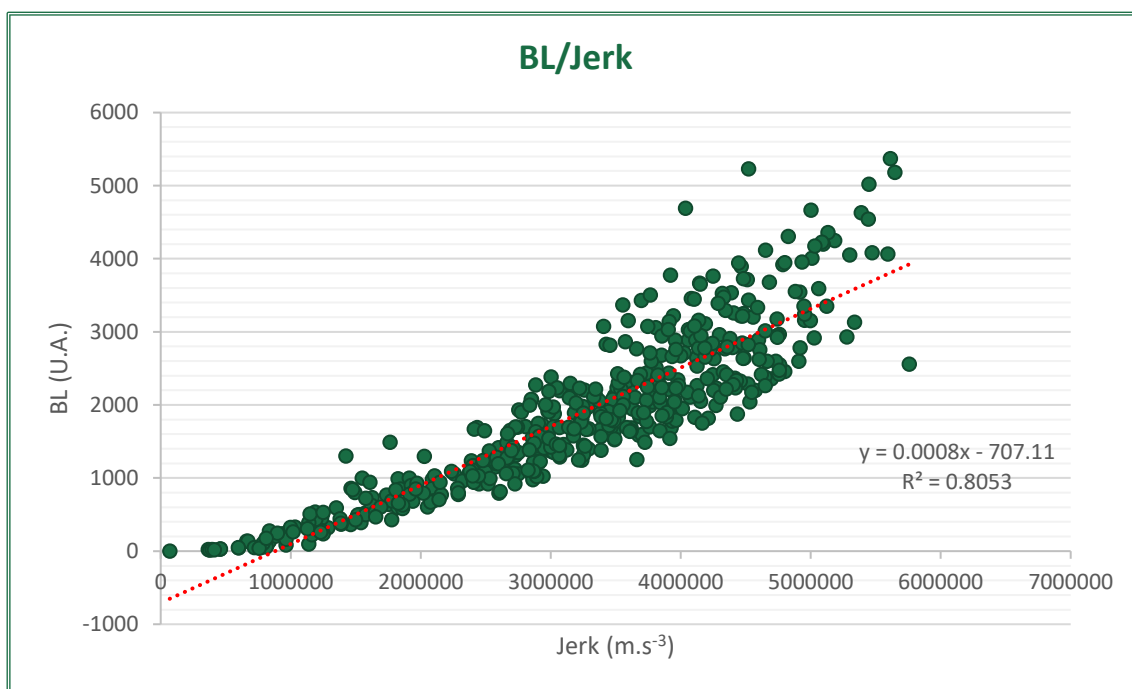


Figura 14 - Representação gráfica da relação funcional entre BL e Jerk – 481 pontos experimentais.

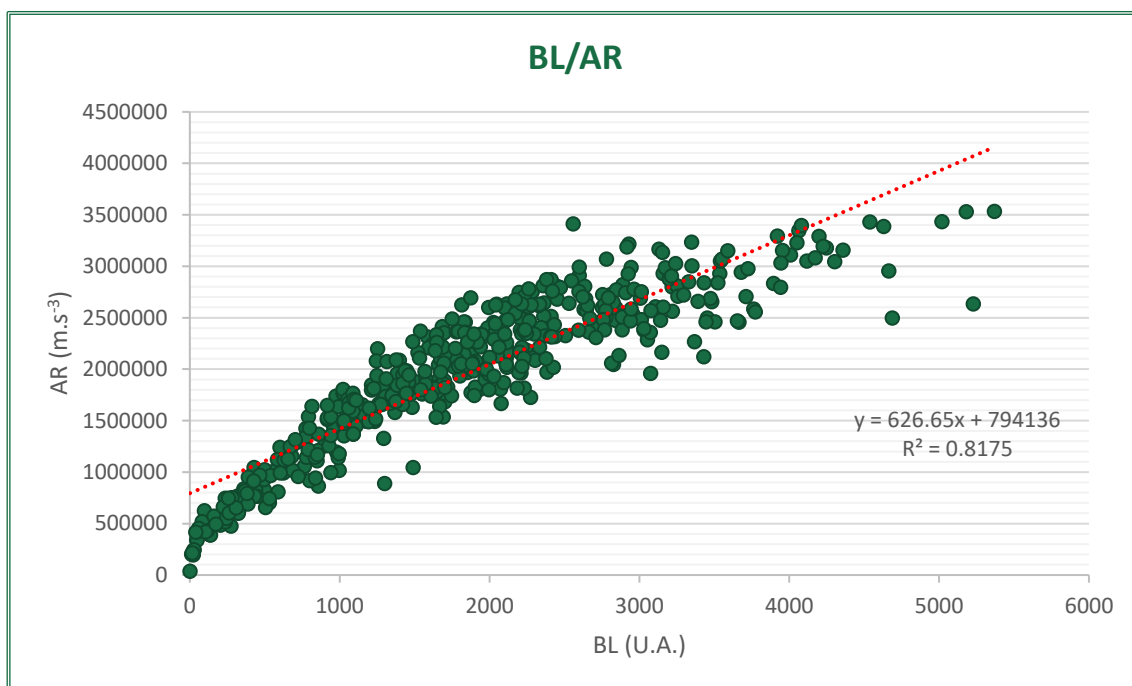


Figura 15 - Representação gráfica da relação funcional entre BL e AR – 481 pontos experimentais.

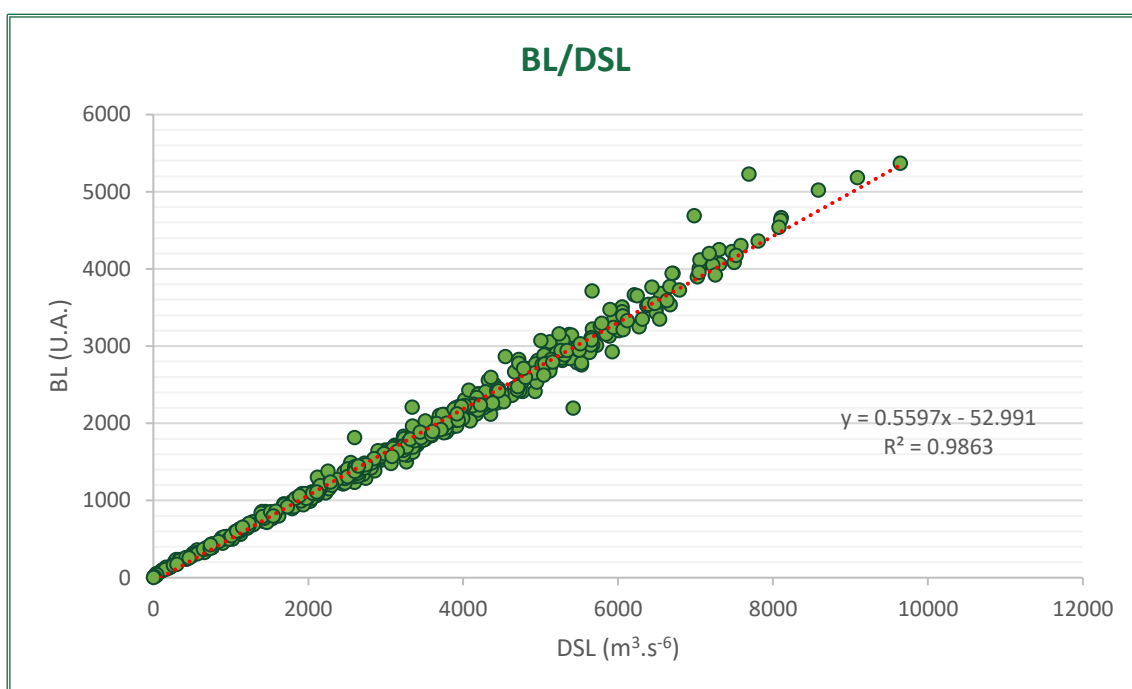


Figura 16 - Representação gráfica da relação funcional entre BL e DSL – 481 pontos experimentais.

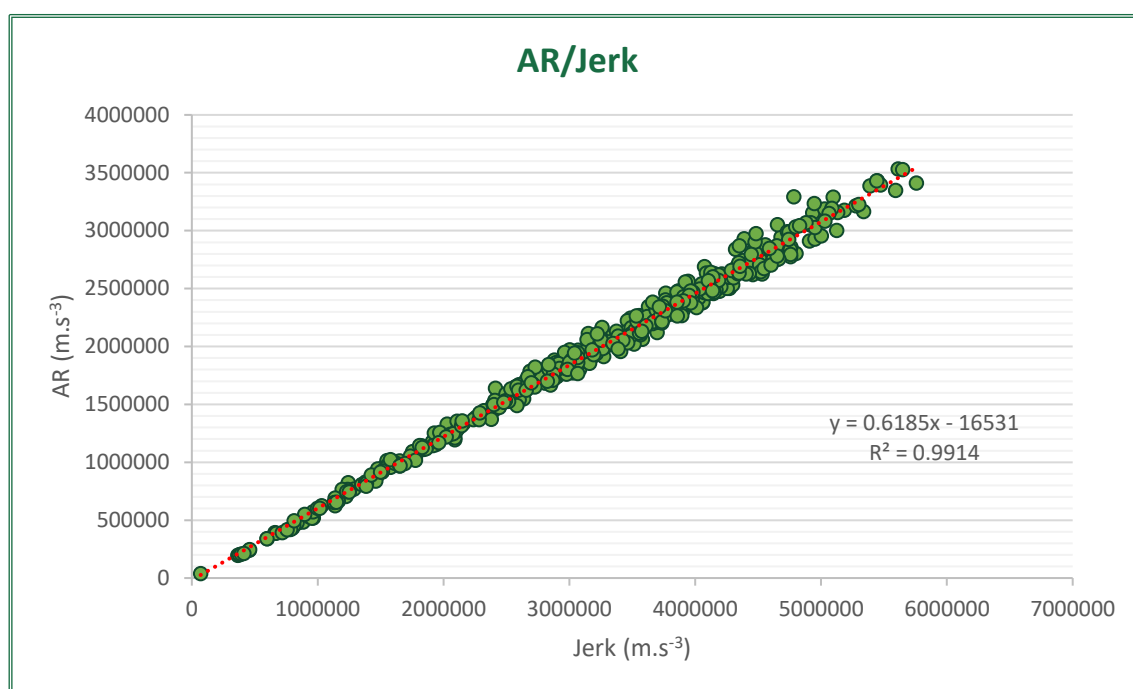


Figura 17 - Representação gráfica da relação funcional entre AR e Jerk – 481 pontos experimentais.

Tendo-se observado por uma forte relação linear simples, para todos os pares de variáveis estudadas, importava estimar os coeficientes de regressão.

Adicionalmente, por existirem métricas que não respeitam a normalidade, sucedeu-se um teste de correlação de Spearman (Tabela 7) para ser possível avaliar a existência das mesmas semelhanças anteriormente descritas.

Tabela 7 - Coeficientes de Correlação de Spearman,  $r_s$  das métricas PSE, DSL, Jerk, BL e AR – 481 pontos experimentais

|      | DSL   | Jerk  | BL    | AR    |
|------|-------|-------|-------|-------|
| PSE  | 0,760 | 0,768 | 0,754 | 0,766 |
| DSL  | -     | 0,932 | 0,996 | 0,938 |
| Jerk | -     | -     | 0,924 | 0,995 |
| BL   | -     | -     | -     | 0,929 |

A correlação entre DSL e BL é significativamente alta ( $r_s = 0,996$  e  $p < 0.001$ ), o que indica que essas duas métricas estão quase perfeitamente

correlacionadas e de forma positiva. Isso significa que quando a DSL aumenta, é praticamente certo que a BL também aumente.

Da mesma forma, a correlação entre Jerk e AR é também muito alta ( $r_s = 0,995$  e  $p < 0.001$ ), revelando uma relação quase perfeita e positiva entre estas medidas. Quando Jerk aumenta, é quase certo que a métrica AR também aumenta.

Em resumo, podemos optar pelo BL ou DSL, que dependem dos picos de aceleração, ou pela AR e Jerk são quantidades baseadas na derivada temporal da aceleração.

### 3.6. CONCLUSÕES

Relativamente à análise comparativa entre métricas de carga externa e a métrica de carga interna PSE, concluiu-se que as métricas de carga externa possuem uma correlação moderada com a PSE. Ou seja, parecem medir dimensões diferentes da carga de treino ou a subjetividade inerente as escalas qualitativas tem limitações que não devem ser ignoradas pelos seus utilizadores.

Este estudo veio a demonstrar a relação funcional e matemática muito forte entre BL e DSL e entre AR e Jerk, assim sendo devemos optar pela quantidade que se obtém de forma mais simples e que tem uma melhor relação fisiológica com a atividade física. Assim, foi decidido optar pela DSL. Não obstante, falta ainda determinar qual a boa métrica para avaliar o esforço físico que atenda à especificidade do Andebol e que sirva de métrica padrão (*“gold standard”*).

## 4. ESTUDO PRINCIPAL – ANÁLISE DA CARGA DE TREINO DE ANDEBOL ESTIMADA POR ACELEROMETRIA

### 4.1. RESUMO DO ESTUDO

Este trabalho (“Estudo Principal”) analisou a dinâmica das cargas de treino em Andebol numa equipa de alto rendimento durante dois meses. Especificamente, focou-se na modelação da carga de treino em relação ao dia do jogo e na comparação da carga de treino entre diferentes posições.

Este estudo analisou a variação da carga externa (DSL) perante os tipos de semana (“Congestionada” e “Não Congestionada”), seguida de uma análise específica por posição e, posteriormente, realizou-se uma análise por posição perante os dias que antecedem os jogos.

Com este estudo, concluiu-se que, comparando os treinos tendo em conta os dias que faltam para o jogo, nas semanas “Não Congestionadas”, observaram-se cargas de treino superiores nos dias mais distantes do jogo, exceto no “Dia -5”. Para semanas “Congestionadas”, no “Dia -2”, a carga de treino foi superior à do dia anterior ao jogo e no dia de jogo foi significativamente inferior à carga dos restantes dias.

Relativamente à variância de carga entre posições, observou-se que a posição CT foi a que obteve valores mais elevados de DSL comparativamente às outras posições. Entre as posições LT, PV e PT não houve diferenças de carga. Relativamente à posição GR, foi a posição menos exposta a carga externa, em comparação às restantes posições.

Por fim, analisando por posições, nas semanas “Não Congestionadas”, foi possível observar que no “Dia -5” e no “Dia -1”, não houve diferenças entre posições. Os restantes treinos referentes ao “Dia -4”, “Dia -3” e “Dia -2” apresentaram diferenças entre diferentes posições de jogo.

Nas semanas “Congestionadas”, no “Dia 0”, as posições não mostraram diferenças. Quanto aos restantes dias de treinos, “Dia -2” e “Dia -1”, observaram-se diferenças entre posições.

## 4.2. INTRODUÇÃO

A acelerometria tem sido uma ferramenta valiosa na monitorização da carga externa em vários desportos. No entanto, a sua aplicação no andebol ainda é um campo pouco explorado e são escassos estudos que monitorizem a carga externa em treinos por via de acelerometria em equipas de alta competição no andebol.

O andebol é um desporto que exige uma combinação de habilidades físicas, incluindo força, resistência, agilidade e velocidade (Manchado et al., 2013). A capacidade de monitorizar essas variáveis em tempo real durante o treino e os jogos pode fornecer aos treinadores informações valiosas para otimizar o desempenho dos jogadores e minimizar o risco de lesões.

A acelerometria, por via da possibilidade de medir a intensidade, volume, frequência e direção de movimento, poderia ser uma ferramenta ideal para este fim. No entanto, a ausência de estudos que validem a sua eficácia e fiabilidade no contexto do andebol de alta competição, é expectável que treinadores e preparadores físicos possam hesitar em adotar esta tecnologia.

Portanto, é crucial que sejam realizados mais estudos nesta área. Estes estudos não só preencheriam uma lacuna importante na literatura científica, mas também poderiam ter implicações práticas para o treino e o desempenho no andebol de alta competição. Além disso, tais estudos poderiam contribuir para o desenvolvimento de normas ou diretrizes para o uso da acelerometria no andebol, facilitando assim a sua adoção generalizada.

No entanto, outras modalidades como o futebol, rugby, basquetebol, entre outras, já usam a acelerometria para realizar este tipo de monitorização (Gomez-Carmona et al., 2020). Assim sendo, como referência, pode-se recorrer a estudos de outras modalidades que já tenham considerado a acelerometria.

Ao nível da distribuição de carga de treino ao longo da semana, existem estudos que fazem uma análise tanto com variáveis externas, como com internas. Um destes exemplos é o estudo de Oliveira et al. (2019), no qual avaliaram a distribuição de carga de treino (em jogadores de futebol de elite),

tendo em conta o número de dias antes de um jogo. Como conclusões, retiraram que todos os treinos no dia anterior ao jogo, tanto as variáveis externas, como as internas, expressaram valores significativamente inferiores em comparação com os restantes dias da semana antes do jogo.

Um outro estudo realizado por Guitart et al. (2022), também aplicado ao futebol, analisou a relação entre a distribuição da carga de treino nos dias que antecedem os jogos e a incidência de lesões musculares em jogadores, com enfoque nas diferenças entre posições em campo. Os autores concluíram que a distribuição da carga variou significativamente em relação aos dias de treino em relação ao dia do jogo, sendo as maiores cargas observadas no dia do jogo e nos três dias anteriores. Adicionalmente, destacaram-se as diferenças nas taxas de lesões entre as diferentes posições em campo, com os médios-campistas apresentando a maior taxa de lesões em todas as métricas (Guitart et al., 2022). Assim, estes resultados sugerem que a distribuição da carga de treino desempenha um papel crucial na incidência de lesões musculares em jogadores e enfatizam a importância de considerar as posições em campo ao planear o treino e a recuperação.

Especificamente aplicável ao Andebol, os autores Manchado et al. (2021) analisaram características de tempo e movimento de jogadores de elite, em jogos. Os resultados revelaram que os jogadores da posição LT cobriram distâncias mais longas e tiveram tempos de jogo mais prolongados (Manchado et al., 2021). A posição CT, por sua vez, demonstra o ritmo global de corrida mais elevado, e as posições LT e CT também se destacaram com ritmos de corrida mais elevados em situações ofensivas e defensivas, respetivamente (Manchado et al., 2021). Estes resultados realçam a importância do condicionamento físico específico para maximizar o desempenho e minimizar a fadiga dos jogadores que desempenham funções na primeira linha (posições LT e CT).

Neste sentido, existe uma necessidade de perceber qual é a especificidade da modalidade de andebol no que retrata as cargas submetidas durante as diferentes semanas tendo em conta o jogo, quais são as posições em treino que são submetidas a uma maior carga e se durante as diferentes semanas, existem

diferenças entre os treinos relativamente à carga submetida às diferentes posições.

### **4.3. OBJETIVOS**

Este trabalho (“Estudo Principal”) pretendeu caracterizar e analisar dinâmica das cargas de treino em Andebol, numa equipa de alto rendimento, quantificando a sua distribuição ao longo de 9 microciclos. De forma mais específica:

- Analisar a modelação da carga de treino relativamente à distância do dia de jogo e tipo de semana (“Congestionada” / “Não Congestionada”);
- Quantificar e comparar a carga de treino por postos específicos.
- Quantificar e comparar a carga de treino por postos específicos, tendo em conta a carga de treino relativamente à distância do dia de jogo e o tipo de semana (“Congestionada” / “Não Congestionada”);

### **4.4. METODOLOGIA**

Para este estudo, foram utilizados os dados cinemáticos (acelerações) recolhidos ao longo de 2 meses de treinos e também utilizados no estudo anterior (“Estudo Preliminar”). O indicador de carga externa aqui utilizado foi o DSL, em face das conclusões obtidas no estudo anterior. Este estudo está subdividido em duas partes: a primeira parte versa uma análise da carga considerando as posições específicas de ataque dos jogadores (PT, LT, CT, PV e GR), que participaram no estudo, e a segunda parte centra-se na análise de carga semanal consoante a calendarização dos jogos referentes às diferentes competições e os treinos que antecedem esses mesmos jogos.

Quanto à análise focada nas diferentes posições, como os dados utilizados para este estudo provieram do Estudo Preliminar, este estudo abrangeu assim os mesmos 16 jogadores participantes. Posto isto, a Tabela 8 fornece com mais detalhe a caracterização do grupo de participantes, ou seja,

apresenta o número de jogadores por posto específico, e a Tabela 9 as idades dos mesmos.

Tabela 8 - Caracterização da amostra: posições de jogo

| Número | Posição           |
|--------|-------------------|
| 4      | Pontas (PT)       |
| 5      | Laterais (LT)     |
| 2      | Centrais (CT)     |
| 3      | Pivôs (PV)        |
| 2      | Guarda-Redes (GR) |

Tabela 9 - Caracterização da amostra: idades

| Nº jogadores | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 3  | 1  | 1  | 1  | Média | Desvio |
|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|--------|
| Idade (anos) | 18 | 20 | 21 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 29 | 30 | 34 | 38 | 26    | 5,2    |

Referente à análise semanal, houve duas classificações de semana:

(a) “Semana Congestionada”, que engloba as semanas em que há mais do que um jogo e que tenham mais do que 1 dia de intervalo entre eles (por exemplo: jogo à terça e ao sábado), sendo que no caso da última semana, como só se recolheram dados até meio da semana e houve jogo terça-feira, considerou-se também como semana Congestionada; e

(b) “Semana Não Congestionada”, que engloba as semanas em que só há um jogo (por exemplo: jogo ao sábado) ou dois jogos seguidos (por exemplo: jogo sábado e domingo).

Relativamente à semana em que os jogadores representaram as suas seleções nacionais (de 06/03/2023 a 12/03/2023), como não houve jogos da equipa que estava a ser seguida, nesta parte do estudo não foram utilizados os dados referentes semana em causa, para não interferir com a análise semanal que se pretendia realizar, devido ao facto de ser uma semana atípica, com objetivos de treino distintos.

A classificação das semanas encontra-se na Figura 18, apresentada em seguida:

| Segunda  | Terça    | Quarta   | Quinta   | Sexta    | Sábado   | Domingo  |                          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| 30/01/23 | 31/01/23 | 01/02/23 | 02/02/23 | 03/02/23 | 04/02/23 | 05/02/23 | Semana Não Congestionada |
| Ginásio  | Folga    | Folga    | Folga    | Folga    | Folga    | Folga    |                          |
| Andebol  | Andebol  | Andebol  | Andebol  | Andebol  | Jogo     | Jogo     |                          |
| 06/02/23 | 07/02/23 | 08/02/23 | 09/02/23 | 10/02/23 | 11/02/23 | 12/02/23 | Semana Congestionada     |
| Viagem   | Andebol  | Viagem   | Folga    | Folga    | Folga    | Folga    |                          |
| Andebol  | Jogo     |          | Andebol  | Jogo     |          | Andebol  |                          |
| 13/02/23 | 14/02/23 | 15/02/23 | 16/02/23 | 17/02/23 | 18/02/23 | 19/02/23 | Semana Congestionada     |
| Folga    | Folga    | Folga    | Folga    | Andebol  | Jogo     | Folga    |                          |
| Andebol  | Jogo     |          | Andebol  | Viagem   | Viagem   | Andebol  |                          |
| 20/02/23 | 21/02/23 | 22/02/23 | 23/02/23 | 24/02/23 | 25/02/23 | 26/02/23 | Semana Congestionada     |
| Andebol  | Folga    | Viagem   | Folga    | Folga    | Folga    | Folga    |                          |
| Viagem   | Jogo     |          | Andebol  | Andebol  | Jogo     |          |                          |
| 27/02/23 | 28/02/23 | 01/03/23 | 02/03/23 | 03/03/23 | 04/03/23 | 05/03/23 | Semana Congestionada     |
| Folga    | Folga    | Folga    | Ginásio  | Andebol  | Jogo     | Folga    |                          |
| Andebol  | Jogo     |          | Andebol  | Viagem   | Viagem   |          |                          |
| 06/03/23 | 07/03/23 | 08/03/23 | 09/03/23 | 10/03/23 | 11/03/23 | 12/03/23 | Semana Seleção           |
| Folga    | Ginásio  | Ginásio  | Andebol  | Andebol  | Folga    | Folga    |                          |
|          | Andebol  | Andebol  | Ginásio  | Ginásio  |          |          |                          |
| 13/03/23 | 14/03/23 | 15/03/23 | 16/03/23 | 17/03/23 | 18/03/23 | 19/03/23 | Semana Não Congestionada |
| Ginásio  | Ginásio  | Ginásio  | Folga    | Andebol  | Jogo     | Folga    |                          |
| Andebol  | Andebol  | Andebol  | Andebol  | Viagem   | Viagem   | Andebol  |                          |
| 20/03/23 | 21/03/23 | 22/03/23 | 23/03/23 | 24/03/23 | 25/03/23 | 26/03/23 | Semana Congestionada     |
| Viagem   | Folga    | Viagem   | Folga    | Folga    | Folga    | Folga    |                          |
| Andebol  | Jogo     |          | Andebol  | Andebol  | Jogo     | Andebol  |                          |
| 27/03/23 | 28/03/23 | 29/03/23 | 30/03/23 | 31/03/23 | 01/04/23 | 02/04/23 | Semana Congestionada     |
| Folga    | Folga    | Folga    | Ginásio  | X        | X        | X        |                          |
| Andebol  | Jogo     |          | X        | X        | X        | X        |                          |

Figura 18 - Classificação das semanas em “Semanas Congestionadas” e “Não Congestionadas” consoante a calendarização do período de recolha de dados.

#### 4.4.1. Procedimentos estatísticos

Como procedimento standard, iniciou-se o estudo com o teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) para avaliar a distribuição dos dados da amostra na totalidade (Field, 2018). Em seguida, construíram-se *P-P Plots* e fez-se uma análise de estatística descritiva de cada posição.

Posteriormente, para cada caso em específico utilizaram-se alguns procedimentos estatísticos paramétricos ou não paramétricos dependendo dos resultados do teste de normalidade (Field, 2018), tais como:

- Teste ANOVA de um fator para ser possível perceber se existem posições com valores médios diferentes. Consecutivamente, foi medido o tamanho do efeito da ANOVA em que se utilizou Eta quadrado, com a seguinte classificação: entre 0.001 e 0.006 é pequeno; entre 0.006 e 0.14 é médio; > 0.14 é grande;
- Teste de comparações múltiplas de Tukey, utilizado para determinar diferenças entre médias;
- Teste Kruskal-Wallis para perceber se se rejeita a hipótese nula, significando que existe pelo menos um grupo com diferenças. Para este caso, calcula-se o H de Kruskal-Wallis para determinar o Eta quadrado à posteriori (tamanho de efeito de Kruskal-Wallis);
- Teste Pairwise, para se efetuar comparações entre grupos e perceber as diferenças entre eles.

### 4.5. RESULTADOS

#### 4.5.1. Análise por tipo de semana

##### 4.5.1.1. Semanas Não Congestionadas

Para esta fase do estudo, o propósito era analisar as semanas “Não Congestionadas”, ou seja, as semanas em que havia um ou dois jogos apenas

ao fim de semana e, para esse fim, analisou-se apenas as recolhas com jogadores que não estavam condicionadas.

Para entender qual seria a distribuição seguida respeitada pelos dados, utilizou-se também o teste de normalidade, cujos resultados estão expressos na Tabela 10.

Tabela 10 - Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup> da métrica DSL – 142 pontos experimentais.

|            | Resultado estatístico | Nº Unidades (gl) | Significância |
|------------|-----------------------|------------------|---------------|
| <b>DSL</b> | 0.039                 | 142              | 0.200*        |

\*. Este é um limite inferior de significância verdadeira

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Os resultados do teste de normalidade utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov para a métrica DSL, indicam que o valor do resultado estatístico é de 0.039, com uma significância de 0.200. Esses valores sugerem que os dados da métrica DSL na amostra em causa não apresentam desvios em relação a uma distribuição normal. Por outras palavras, a métrica DSL parece seguir uma distribuição normal nas semanas “Não Congestionadas”.

Após o teste de normalidade, foi também construído o seguinte gráfico:

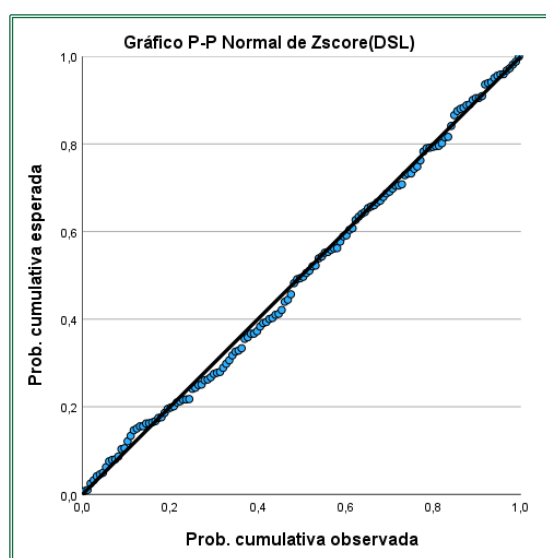


Figura 19 - P-P Plots com valores Z-score da métrica DSL – 142 pontos experimentais.

Tendo em conta o gráfico anterior, torna-se mais perceptível que as recolhas seguem as características de uma distribuição normal.

Seguiu-se a análise de estatística descritiva, em que os seus resultados se apresentam na Tabela 11.

Tabela 11 - Estatística dos dias em falta para os jogos da métrica DSL ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ ) – 142 pontos experimentais.

|                      |           | Dia -5   | Dia -4   | Dia -3   | Dia -2  | Dia -1   |
|----------------------|-----------|----------|----------|----------|---------|----------|
| <b>Média</b>         |           | 4 466.6  | 5 323.8  | 5 211.6  | 4 428.4 | 4 165.7  |
| <b>Desvio Padrão</b> |           | 1 168.81 | 1 617.67 | 1 478.70 | 1274.02 | 1 485.54 |
| <b>Assimetria</b>    |           | 0.272    | 0.235    | -0.692   | 0.489   | 0.547    |
| <b>Curtose</b>       |           | -0.424   | 0.294    | 0.905    | 0.583   | 0.855    |
| <b>Mínimo</b>        |           | 2 225    | 2 599    | 1 124    | 1 817   | 1 290    |
| <b>Máximo</b>        |           | 6 983    | 9 643    | 7 809    | 7 584   | 8 075    |
| <b>Percentis</b>     | <b>25</b> | 3 686.2  | 4 069.7  | 4 338.8  | 3 550.3 | 3 258.6  |
|                      | <b>50</b> | 4 224.3  | 5 498.9  | 5 356.3  | 4 276.2 | 4 100.8  |
|                      | <b>75</b> | 5 366.9  | 6 535.0  | 6 463.2  | 5 083.1 | 4 918.2  |

No “Dia -1” os jogadores apresentaram uma média de carga de treino (DSL) de aproximadamente  $4\,165.7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ . Observou-se uma distribuição assimétrica para a direita, indicando que a maioria dos jogadores tinha cargas de treino menores, mas alguns valores extremamente altos contribuíram para essa assimetria. O valor mínimo de carga nesse dia foi de  $1\,290 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , enquanto o valor máximo atingiu  $8\,075 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , refletindo a ampla variação nas cargas de treino entre os jogadores.

Para o “Dia -2”, a média da métrica DSL foi de cerca de  $4\,428.4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ . A distribuição ainda apresentava uma inclinação para a direita, embora menos pronunciada do que no dia anterior. A assimetria foi de 0.489, sugerindo que, em média, os jogadores tinham cargas de treino um pouco maiores. Os valores extremos variaram de  $1\,817 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$  (mínimo) a  $7\,584 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$  (máximo), mostrando novamente a diversidade nas cargas de treino.

Para o “Dia -3”, a média de carga aumentou para cerca de  $5\,211.6\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$ . Observou-se uma inclinação leve para a esquerda na distribuição, indicando que a maioria dos jogadores tinha cargas de treino mais altas. O valor mínimo de carga nesse dia foi de  $1\,124\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$ , enquanto o valor máximo atingiu  $7\,809\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$ . Essa variação substancial nos valores extremos destacou a heterogeneidade nas cargas de treino.

Para o “Dia -4”, os jogadores apresentaram uma média de carga de cerca de  $5\,323.8\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$ . A distribuição foi mais simétrica, com uma assimetria próxima de zero (0.235). Isso indicou que, nesse dia, a maioria dos jogadores manteve cargas de treino relativamente estáveis. Os valores extremos variaram de  $2\,599\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  (mínimo) a  $9\,643\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  (máximo), mostrando uma ampla gama de cargas de treino.

Por fim, para o “Dia -5”, a média de carga foi de aproximadamente  $4\,466.6\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$ . A distribuição foi novamente próxima da simetria, com uma assimetria de 0.272. O valor mínimo de carga nesse dia foi de  $2\,225\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$ , enquanto o valor máximo atingiu  $6\,983\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$ . Essa variação moderada nas cargas de treino refletiu uma certa consistência nas preparações dos jogadores durante esse período.

O gráfico seguinte (Figura 20) facilita a visualização da variação da média de DSL ao longo dos dias em falta para o jogo.

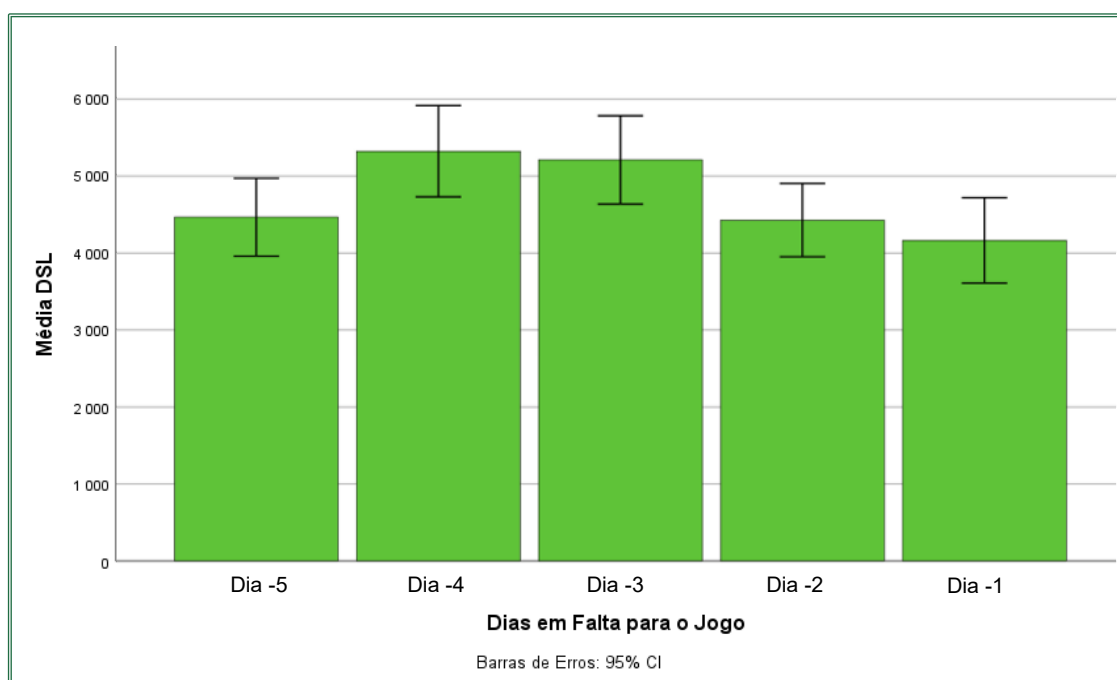


Figura 20 - Gráfico de barras representativo da média do DSL ( $\text{m}^3.\text{s}^{-6}$ ) por dias em falta para os jogos – 142 pontos experimentais.

Por simples inspeção visual ao gráfico de barras acima apresentado, consegue-se perceber que o “Dia -3” e o “Dia -4” apresentam um valor médio superior em comparação aos restantes.

Relativamente ao “Dia -1” e ao “Dia -2”, como era esperado, a média de DSL diminuiu com a proximidade ao dia de jogo.

Em seguida, foi realizado o teste ANOVA, em que os seus resultados encontram-se enumerados na Tabela 12, tendo-se observado diferenças nas médias de DSL entre pelo menos um par de dias de treino. O valor da estatística de teste Z foi de 3.847, com um valor de significância de 0.005, indicando uma diferença estatisticamente significativa.

Tabela 12 - Teste ANOVA da métrica DSL comparando os dias em falta para os jogos – 142 pontos experimentais

|                     | Soma dos Quadrados | Df  | Quadrado Médio | Z     | Sig    |
|---------------------|--------------------|-----|----------------|-------|--------|
| <b>Entre Grupos</b> | 31 303 083.6       | 4   | 7 825 770.9    | 3.847 | 0.005* |
| <b>Nos Grupos</b>   | 278 665 912.7      | 137 | 2 034 057.8    | -     | -      |
| <b>Total</b>        | 309 968 996.2      | 141 | -              | -     | -      |

\*. O nível de significância é 0.050.

Posteriormente, procedeu-se à determinação do tamanho de efeito da ANOVA, cujos resultados se encontram na Tabela 13.

Tabela 13 - Tamanho de efeito da ANOVA<sup>a,b</sup> da métrica DSL perante os dias em falta para os jogos – 142 pontos experimentais

|                     | Estimativa de Ponto | Intervalo de Confiança 95% |          |
|---------------------|---------------------|----------------------------|----------|
|                     |                     | Inferior                   | Superior |
| <b>Eta quadrado</b> | 0.101               | 0.011                      | 0.182    |

a. Eta quadrado é estimado com base no modelo de efeito fixo.

b. As estimativas negativas, mas menos tendenciosas, são mantidas, não arredondadas para zero.

O Eta quadrado de 0.101 é uma medida do tamanho do efeito. Esse valor significa que cerca de 10.1% da variação na métrica DSL pode ser atribuída à variação entre os grupos de dias em falta para os jogos. Por outras palavras, o tamanho do efeito é moderado.

Em seguida, efetuou-se o teste de comparações múltiplas de Tukey HSD, para a quantidade de dias que faltam para o jogo, cujos resultados se apresentam na Tabela 14.

Tabela 14 - Teste de comparações múltiplas de Tukey HSD dos dias em falta para os jogos da métrica DSL – 142 pontos experimentais

| Variável dependente: DSL        |                                 |                       |             |        |                            |                 |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------|--------|----------------------------|-----------------|
| Dias que faltam para o jogo (I) | Dias que faltam para o jogo (J) | Diferença média (I-J) | Erro Padrão | Sig    | Intervalo de confiança 95% |                 |
|                                 |                                 |                       |             |        | Limite inferior            | Limite superior |
| Dia -1                          | Dia -2                          | -262.7                | 368.2       | 0.953  | -1 280.7                   | 755.2           |
|                                 | Dia -3                          | -1 045.9*             | 374.8       | 0.047* | -2 081.9                   | -9.9            |
|                                 | Dia -4                          | -1 158.1*             | 365.3       | 0.016* | -2 167.9                   | -148.4          |
|                                 | Dia -5                          | -300.9                | 395.3       | 0.941  | -1 393.6                   | 791.8           |
| Dia -2                          | Dia -1                          | 262.7                 | 368.2       | 0.953  | -755.2                     | 1 280.7         |
|                                 | Dia -3                          | -783.2                | 374.8       | 0.230  | -1 819.2                   | 252.8           |
|                                 | Dia -4                          | -895.4                | 365.3       | 0.108  | -1 905.1                   | 114.4           |
|                                 | Dia -5                          | -38.2                 | 395.3       | 1.000  | -1 130.9                   | 1 054.5         |
| Dia -3                          | Dia -1                          | 1 045.9*              | 374.8       | 0.047* | 9.9                        | 2 081.9         |
|                                 | Dia -2                          | 783.2                 | 374.8       | 0.230  | -252.8                     | 1 819.2         |
|                                 | Dia -4                          | -112.2                | 371.8       | 0.998  | -1 140.1                   | 915.7           |
|                                 | Dia -5                          | 745.0                 | 401.4       | 0.346  | -364.5                     | 1 854.5         |
| Dia -4                          | Dia -1                          | 1 158.1*              | 365.3       | 0.016* | 148.4                      | 2 167.9         |
|                                 | Dia -2                          | 895.4                 | 365.3       | 0.108  | -114.4                     | 1 905.1         |
|                                 | Dia -3                          | 112.2                 | 371.8       | 0.998  | -915.7                     | 1 140.1         |
|                                 | Dia -5                          | 857.2                 | 392.5       | 0.192  | -227.8                     | 1 942.3         |
| Dia -5                          | Dia -1                          | 300.9                 | 395.3       | 0.941  | -791.8                     | 1 393.6         |
|                                 | Dia -2                          | 38.2                  | 395.3       | 1.000  | -1 054.5                   | 1 130.9         |
|                                 | Dia -3                          | -745.0                | 401.4       | 0.346  | -1 854.5                   | 364.5           |
|                                 | Dia -4                          | -857.2                | 392.5       | 0.192  | -1 942.3                   | 227.8           |

\*. O nível de significância é 0.050.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Um dia antes do jogo, observamos que a carga de treino média é significativamente menor em comparação com os outros dias. Isso é evidenciado pelas diferenças médias em relação aos outros dias:  $-262.7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$  ( $p = 0.047$ )

em relação a 2 dias antes do jogo,  $-1\,045.9\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p < 0.001$ ) em relação a 3 dias antes do jogo,  $-1\,158.1\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p < 0.001$ ) em relação a 4 dias antes do jogo e  $-300.9\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p = 0.047$ ) em relação a 5 dias antes do jogo.

No entanto, no “Dia -2”, a carga de treino média não apresenta diferenças em relação aos outros dias. As diferenças médias em relação aos dias adjacentes, como 1 dia antes do jogo ( $p = 0.953$ ), 3 dias antes do jogo ( $p = 0.230$ ), 4 dias antes do jogo ( $p = 0.108$ ) e 5 dias antes do jogo ( $p = 1.000$ ), não são estatisticamente.

Para o “Dia -3”, observou-se que a carga de treino média é significativamente menor em comparação com os outros dias, exceto em relação a “Dia -2”. As diferenças médias em relação a outros dias são:  $-1\,045.9\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p < 0.001$ ) em relação ao “Dia -1”,  $-783.2\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p = 0.230$ ) em relação ao “Dia -2”,  $-112.2\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p = 0.998$ ) em relação ao “Dia -4” e  $745.0\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p = 0.346$ ) em relação ao “Dia -5”.

Para o “Dia -4”, a carga de treino média é significativamente menor em comparação com o dia anterior ao jogo e com o “Dia -2”. As diferenças médias em relação a outros dias são:  $-1\,158.1\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p < 0.001$ ) em relação ao “Dia -1”,  $-895.4\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p = 0.108$ ) em relação ao “Dia -2”,  $-112.2\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p = 0.998$ ) em relação ao “Dia -3” e  $857.2\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p = 0.192$ ) em relação ao “Dia -5”.

Cinco dias antes do jogo, a carga de treino média não apresenta diferenças em relação ao “Dia -1” e ao “Dia -2”. As diferenças médias em relação a outros dias são:  $-300.9\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p = 0.941$ ) em relação ao “Dia -1”,  $-38.2\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p = 1.000$ ) em relação ao “Dia -2”,  $745.0\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p = 0.346$ ) em relação ao “Dia -3” e  $-857.2\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p = 0.192$ ) em relação a “Dia -4”.

Posteriormente, determinaram-se as percentagens de variação da média, comparando as métricas entre si. Os resultados encontram-se enumerados na Tabela 15.

Tabela 15 - Percentagem de variação da média da métrica DSL entre os dias em falta para os jogos – 142 pontos experimentais

|        | Dia -2 | Dia -3 | Dia -4 | Dia -5 |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| Dia -1 | 6%     | 20%    | 22%    | 7%     |
| Dia -2 | -      | 15%    | 17%    | 1%     |
| Dia -3 | -      | -      | 2%     | 14%    |
| Dia -4 | -      | -      | -      | 16%    |

No que diz respeito ao “Dia -1”, observou-se um aumento significativo de 20% na métrica DSL quando comparado com o “Dia -3”. Com o “Dia -4” a sua diferença é de 22% (ambas as diferenças são ). As restantes variações, mesmo havendo, não chegam a ser.

#### 4.5.1.2. Semanas Congestionadas

Esta parte do estudo teve como objetivo analisar as semanas “Congestionadas”, ou seja, as semanas em que havia dois jogos por semana, com pelo menos um dia de intervalo entre os jogos.

Para isso, utilizaram-se os dados referentes as amostras não condicionadas e realizou-se o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, cujos resultados se encontram na Tabela 16.

Tabela 16 - Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup> da métrica DSL – 305 pontos experimentais

|     | Estatística | gl  | Significância |
|-----|-------------|-----|---------------|
| DSL | 0.058       | 305 | 0.016*        |

\*. O nível de significância é 0.050.

a. Correlação de Significância de Lilliefors.

O teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov realizado aos valores de DSL obtidos, considerando as semanas “Congestionadas”, apresentou uma estatística de teste 0.058, calculada com base em 305 graus de liberdade, tendo-se obtido o valor de significância igual a 0.016. Esses resultados indicam que os

dados da métrica DSL nesse contexto não seguem uma distribuição normal, contrariando a suposição de normalidade. Portanto, métodos estatísticos que pressupõem uma distribuição normal podem não ser apropriados para análises posteriores, e alternativas, como testes não paramétricos, são mais adequadas para preservar a validade das análises estatísticas relacionadas a essa métrica.

Adicionalmente, construiu-se um *P-P Plots* seguinte:

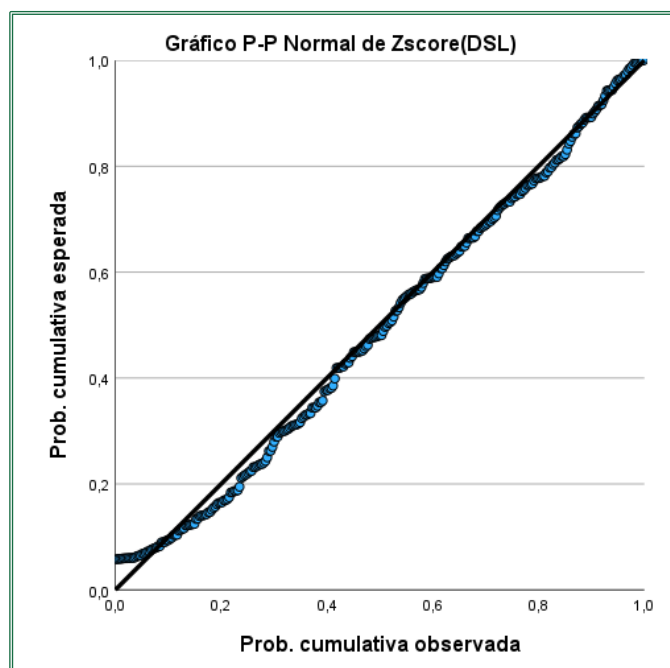


Figura 21 - *P-P Plots* com valores *Z-score* da métrica DSL – semanas “Congestionadas”.

Tendo em conta o gráfico anterior, torna-se mais perceptível que as recolhas não seguem as características de uma distribuição normal, devido a existir mais valores fora da linha que representa uma distribuição normal perfeita.

Seguiu-se a análise de estatística descritiva, em que os seus resultados se apresentam na Tabela 17.

Tabela 17 - Estatística dos dias em falta para os jogos da métrica DSL ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ ) – 305 pontos experimentais

|                    |           | Dia -2   | Dia -1   | Dia 0   |
|--------------------|-----------|----------|----------|---------|
| <b>Média</b>       |           | 2 563.7  | 3 094.3  | 1 341.8 |
| <b>Erro Desvio</b> |           | 1 472.43 | 1 981.51 | 338.49  |
| <b>Assimetria</b>  |           | 0.144    | 0.451    | -0.010  |
| <b>Curtose</b>     |           | -0.244   | -0.126   | -1.487  |
| <b>Mínimo</b>      |           | 6        | 16       | 884     |
| <b>Máximo</b>      |           | 6 489    | 9 090    | 1 831   |
| <b>Percentis</b>   | <b>25</b> | 1 514.5  | 1 387.3  | 1 014.6 |
|                    | <b>50</b> | 2 599.8  | 3 177.2  | 1 374.6 |
|                    | <b>75</b> | 3 457.0  | 4 284.0  | 1 601.4 |

Para o "Dia 0", observa-se uma média de DSL de  $1\,341.8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , com uma mediana de  $1\,374.6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ . Isso sugere que, no dia de um jogo, a equipa tende a ter uma média de DSL um pouco menor, mas com uma variação considerável, como indicado pelo desvio padrão de  $338.49 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ . A assimetria negativa de  $-0.010$  indica uma leve inclinação para a esquerda na distribuição, enquanto a curtose de  $-1.487$  sugere uma distribuição leptocúrtica, onde os valores estão mais concentrados em torno da média.

Um dia antes do jogo ("Dia -1"), a média de DSL aumenta para  $3\,094.3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , com uma mediana de  $3\,177.2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ . Essa diferença substancial em relação ao "Dia 0" sugere que os jogadores provavelmente tiveram um período mais intenso de treino. A assimetria positiva de  $0.451$  indica uma inclinação leve para a direita na distribuição, enquanto a curtose de  $-0.126$  sugere uma distribuição platicúrtica, com uma dispersão mais uniforme dos valores.

Para o "Dia 2", a média de DSL é de  $2\,563.7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , com uma mediana de  $2\,599.8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ . Novamente, essa média é mais alta em comparação com o Dia de jogo ("Dia 0"), mas menor do que o "Dia -1". A distribuição ainda é inclinada para a direita, como evidenciado pela assimetria positiva de  $0.144$ , e a curtose

de -0.244 indica uma distribuição platicúrtica semelhante à observada para o “Dia -1”.

Em seguida apresenta-se um gráfico (Figura 22) representativo da média de DSL por dias que faltam até ao jogo.

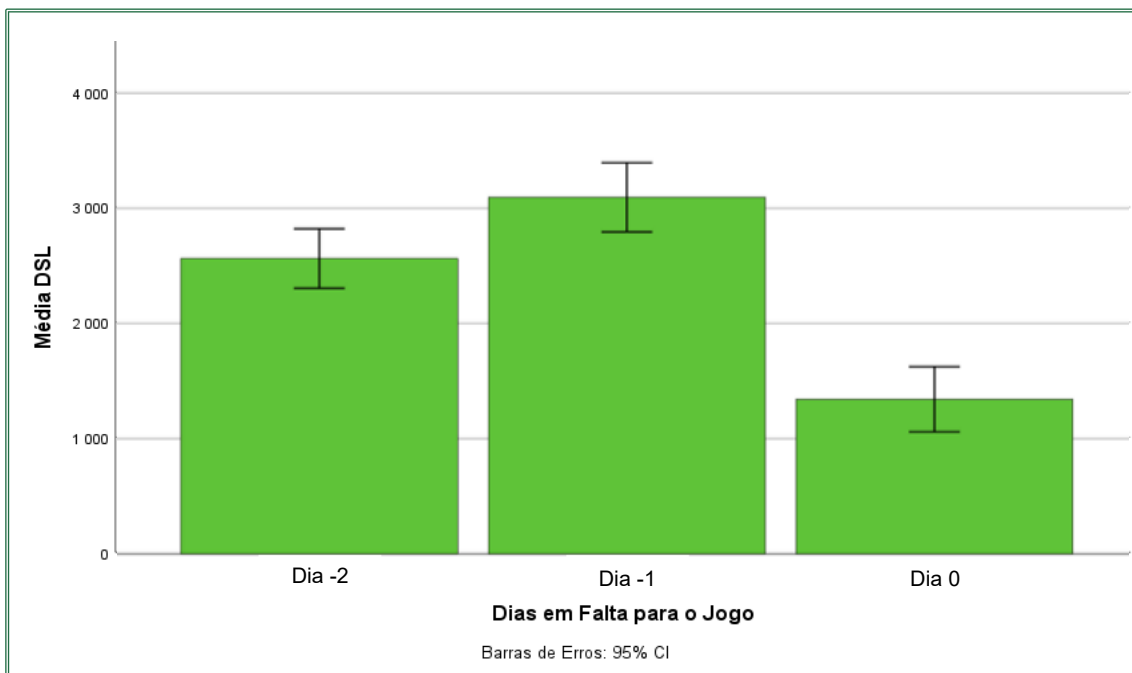


Figura 22 - Gráfico de barras simples representativo da média do DSL ( $\text{m}^3.\text{s}^{-6}$ ) por dias em falta para os jogos – 305 pontos experimentais.

Analisando o gráfico da Figura 22, observa-se que o “Dia -1” possui uma média de DSL superior aos restantes dias e que no “Dia 0” o valor médio de DSL é o valor mais baixo.

Em seguida, foi realizado o teste de Hipótese Nula, cujos resultados apresentam-se na Tabela 18.

Tabela 18 - Teste de Hipótese referente as semanas Congestionadas – 305 pontos experimentais

| Hipótese nula                                                                            | Teste                                             | Sig <sup>a,b</sup> | Decisão                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| A distribuição da métrica DSL é igual nas categorias de <i>Dias em Falta para o Jogo</i> | Amostras independentes do teste de Kruskal-Wallis | 0.003              | Rejeitar a hipótese nula |

a. O nível de significância é 0.050.

b. A significância assintótica é exibida.

Este teste, realizado com um nível de significância de 0.050 e um resultado significativo de  $p = 0.003$ , revelou uma diferença estatisticamente significativa na distribuição da métrica DSL entre as diferentes categorias de dias em falta para o jogo. Com base nos dados, a decisão foi rejeitar a hipótese nula, indicando que a métrica DSL não é igualmente distribuída nos diferentes dias que antecedem os jogos e pode variar de forma significativa.

Em seguida, foi realizado o teste de comparações pelo método Pairwise, em que os resultados se apresentam na seguinte tabela:

Tabela 19 - Teste de comparações por método Pairwise comparando os dias em falta para os jogos – 305 pontos experimentais

| Amostra 1 - Amostra 2 | Estatística de teste | Erro Padrão | Estatística de Teste Padrão | Sig.  | Adj. Sig. <sup>a</sup> |
|-----------------------|----------------------|-------------|-----------------------------|-------|------------------------|
| Dia 0 - Dia -2        | -68.616              | 32.147      | -2.134                      | 0.033 | 0.098                  |
| Dia 0 - Dia -1        | -91.821              | 31.905      | -2.878                      | 0.004 | 0.012*                 |
| Dia -2 - Dia -1       | 23.204               | 10.344      | 2.243                       | 0.025 | 0.075                  |

\*. O nível de significância é 0.050.

Os resultados do teste, comparando os diferentes dias antes dos jogos, revelaram diferenças estatisticamente na distribuição dessa métrica entre os grupos.

Primeiramente, ao comparar o "Dia 0" com o "Dia -2", observamos uma estatística de teste de -2.134 com um valor  $p$  de 0.033, indicando uma diferença

significativa. Isso sugere que a métrica DSL varia de forma significativa entre o dia do jogo e dois dias antes do jogo, sendo menor no dia do jogo.

Da mesma forma, quando comparamos o "Dia 0" com o "Dia -1", a estatística de teste foi ainda mais negativa, -2.878, com um valor  $p$  de 0.004, indicando novamente uma diferença significativa. Isso implica que a métrica DSL é menor no dia do jogo em comparação com um dia antes do jogo.

Por fim, ao comparar o "Dia -2" com o "Dia -1", a estatística de teste foi positiva, de 2.243, com um valor  $p$  de 0.025. Isso sugere que a métrica DSL é maior dois dias antes do jogo em comparação com um dia antes do jogo.

Em resumo, os resultados indicam que a métrica DSL varia significativamente nos diferentes dias que antecedem os jogos. O dia de jogo tende a ter uma métrica DSL menor em comparação com 1 dia antes do jogo e 2 dias antes do jogo. Estes resultados podem ser úteis para entender como é que a carga de treino se relaciona com o desempenho dos jogadores em dias de competição e preparação.

Adicionalmente, as estatísticas do teste de Kruskal-Wallis apresentam-se na Tabela 20.

Tabela 20 - Estatísticas de teste Kruskal-Wallis<sup>a</sup> – 305 pontos experimentais

| DSL                 |        |
|---------------------|--------|
| H de Kruskal-Wallis | 11.751 |
| Graus de liberdade  | 2      |
| Significância       | 0.003  |

a. Variável de agrupamento: Dias em Falta para o Jogo.

Esta tabela apresenta os resultados do teste Kruskal-Wallis aplicado à métrica DSL, agrupada pelos dias em falta para o jogo. O valor da estatística de H de Kruskal-Wallis foi calculado como 11.751, com 2 graus de liberdade. A significância do teste foi calculada como 0.003, indicando uma diferença estatisticamente significativa na distribuição da métrica DSL entre os diferentes dias antes dos jogos.

Por último, procedeu-se à determinação do tamanho de efeito do Kruskal-Wallis, cujos resultados se encontram na Tabela 21.

Tabela 21 - Tamanho de efeito do Kruskal-Wallis da métrica DSL perante os dias em falta para os jogos – 305 pontos experimentais

| Eta ao quadrado                 |       |
|---------------------------------|-------|
| DSL – Dias em Falta para o Jogo | 0.032 |

Nesta tabela, apresenta-se o tamanho do efeito (Eta) para a métrica DSL, ao comparar os diferentes dias em falta para o jogo. O valor de Eta ao Quadrado é 0.032. Esse tamanho de efeito sugere uma relação moderada entre os dias antes do jogo e a métrica DSL, indicando que a variação na métrica DSL é explicada em parte pela diferença nos dias antes dos jogos.

Posteriormente, determinaram-se as percentagens de variação da média, comparando as métricas entre si. Os resultados encontram-se enumerados na Tabela 22.

Tabela 22 - Percentagem de variação da média da métrica DSL entre os dias em falta para os jogos – 305 pontos experimentais

|        | Dia -1 | Dia -2 |
|--------|--------|--------|
| Dia 0  | 57%    | 48%    |
| Dia -1 | -      | 17%    |

No que diz respeito ao “Dia -1”, observou-se uma diferença significativa de 57% na métrica DSL quando comparado ao “Dia 0”. Com o “Dia -2” a sua diferença é de 17%.

Relativamente ao “Dia -2”, observou-se uma diferença de 48% em comparação ao “Dia 0”.

## 4.5.2. Análise por posição

Sendo este estudo a continuidade do “Estudo Preliminar”, utilizaram-se os dados referentes à métrica DSL obtidos anteriormente. Com o mesmo princípio que o estudo anterior utilizou, descartaram-se as recolhas condicionadas para não afetarem os resultados. Depois, foi utilizado o teste de normalidade:

Tabela 23 - Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup> da métrica DSL - 481 pontos experimentais

|            | Resultado estatístico | Nº Unidades (gl) | Significância |
|------------|-----------------------|------------------|---------------|
| <b>DSL</b> | 0.036                 | 481              | 0.169         |

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Os resultados do teste de normalidade indicam que a métrica DSL na amostra possui um valor de resultado estatístico de 0.036 e uma significância de 0.169. Esse valor de significância sugere que os dados da métrica DSL não diferem significativamente de uma distribuição normal, o que pode ser importante para análises subsequentes.

Como complemento, foram construídos *P-P Plots*, apresentado na seguinte figura:

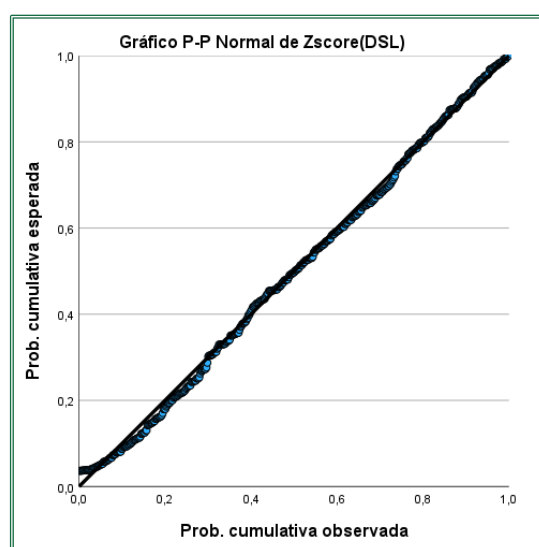


Figura 23 - *P-P Plots* com valores *Z-score* da métrica DSL.

Tendo em conta o gráfico anterior, torna-se mais perceptível que as recolhas seguem as características de uma distribuição normal.

De seguida, procedeu-se a uma análise de estatística descritiva por posição, cujos resultados se apresentam na Tabela 24.

Tabela 24 - Estatística das diferentes posições da métrica DSL ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ ) - 481 pontos experimentais

|                    |           | GR       | PT       | PV       | LT       | CT       |
|--------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Média</b>       |           | 2 180.2  | 3 405.5  | 3 127.1  | 3 708.3  | 4 550.7  |
| <b>Erro Desvio</b> |           | 1 158.82 | 1 869.22 | 1 483.63 | 1 925.94 | 2 355.92 |
| <b>Assimetria</b>  |           | 0.237    | 0.100    | -0.337   | -0.057   | -0.086   |
| <b>Curtose</b>     |           | -0.211   | -0.699   | -0.599   | -0.547   | -0.481   |
| <b>Mínimo</b>      |           | 6        | 0        | 42       | 31       | 16       |
| <b>Máximo</b>      |           | 5 418    | 7 256    | 5 942    | 8 108    | 9 643    |
| <b>Percentis</b>   | <b>25</b> | 1 355.7  | 1 941.7  | 2 156.2  | 2 500.5  | 3 034.6  |
|                    | <b>50</b> | 2 108.4  | 3 331.1  | 3 340.8  | 3 785.6  | 4 949.0  |
|                    | <b>75</b> | 3 001.1  | 4 740.8  | 4 261.1  | 5 066.8  | 6 093.1  |

As médias dos valores de DSL variam consideravelmente entre as diferentes posições. A posição GR apresenta uma média de  $2\,180.2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , com uma mediana de  $2\,108.4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ . O erro do desvio padrão é de  $1\,158.82 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , refletindo uma variabilidade moderada. A assimetria é positiva (0.237), sugerindo uma ligeira inclinação para a direita na distribuição. A curtose é negativa (-0.211), indicando uma distribuição ligeiramente achatada. O intervalo varia de 6 a 5 418  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , com valores mínimo e máximo relativamente baixos. Os valores nos percentis indicam uma distribuição com tendência a valores mais baixos.

Para a posição PT, a média é de  $3\,405.5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$  e a mediana é de  $3\,331.1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ . O erro do desvio padrão é de  $1\,869.22 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , indicando uma variabilidade moderada. A assimetria é próxima de zero (0.100), sugerindo uma distribuição aproximadamente simétrica. A curtose é negativa (-0.699), indicando uma

distribuição ligeiramente achatada. O intervalo varia de 0 a 7 256  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , com valores mínimos próximos de zero. Os valores nos percentis indicam uma distribuição com tendência a valores moderados.

Na posição PV, a média é de 3 127.1  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , com uma mediana de 3 340.8  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ . O erro do desvio padrão é de 1 483.63  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , refletindo uma variabilidade moderada. A assimetria é negativa (-0.337), sugerindo uma ligeira inclinação para a esquerda na distribuição. A curtose é negativa (-0.599), indicando uma distribuição ligeiramente achatada. O intervalo varia de 42 a 5 942  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , com valores mínimo e máximo relativamente baixos. Os valores nos percentis indicam uma distribuição com tendência a valores moderados.

Para a posição LT, a média é de 3 708.3  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , com uma mediana de 3 785.6  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ . O erro do desvio padrão é de 1 925.94  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , indicando uma variabilidade moderada. A assimetria é próxima de zero (-0.057), sugerindo uma distribuição aproximadamente simétrica. A curtose é negativa (-0.547), indicando uma distribuição ligeiramente achatada. O intervalo varia de 31 a 8 108  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , com valores mínimos próximos de zero. Os valores nos percentis indicam uma distribuição com tendência a valores moderados.

Finalmente, a posição CT apresenta a média mais alta, com 4 550.7  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , e a mediana mais alta, com 4 949.0  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ . O erro do desvio padrão é de 2 355.92  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , indicando a maior variabilidade entre todas as posições. A assimetria é próxima de zero (-0.086), sugerindo uma distribuição aproximadamente simétrica. A curtose é negativa (-0.481), indicando uma distribuição ligeiramente achatada. O intervalo varia de 16 a 9 643  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-6}$ , com valores mínimo e máximo significativamente altos. Os valores nos percentis indicam uma distribuição com tendência a valores muito elevados.

Para uma melhor perceção, na Figura 24 estão representados os valores de extremos e quartis da métrica DSL por posição.

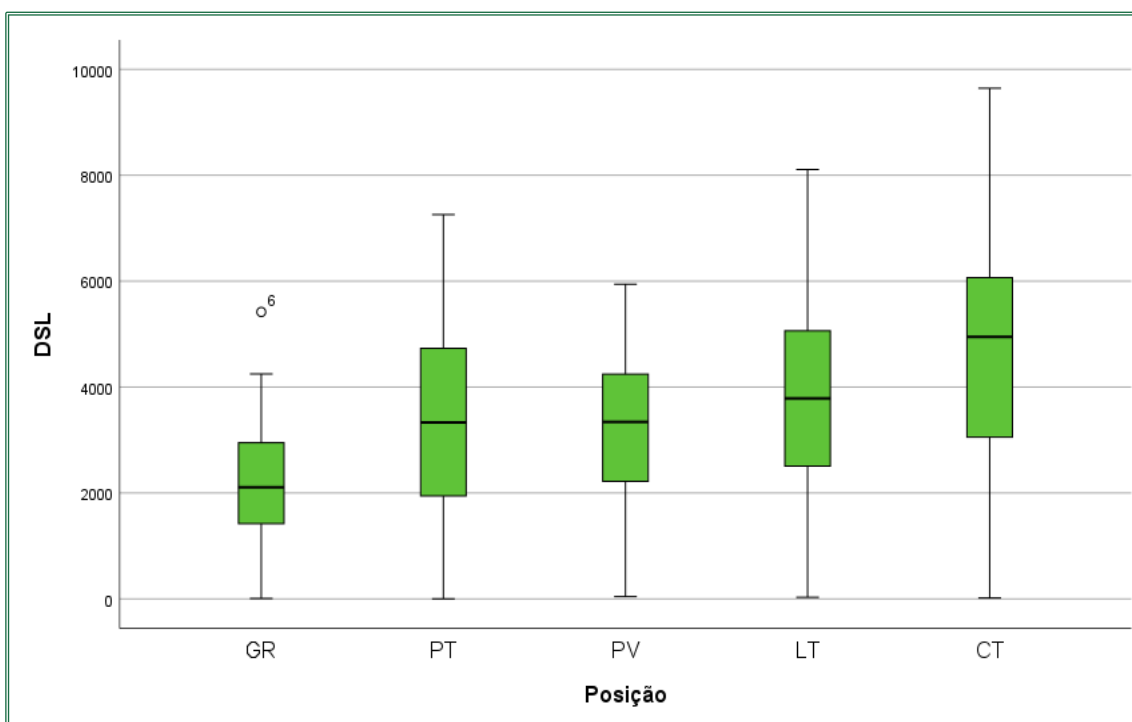


Figura 24 - Gráfico de extremos e quartis da métrica DSL ( $\text{m}^3.\text{s}^{-6}$ ) nas diferentes posições – 481 pontos experimentais.

Analisando o gráfico de extremos e quartis, percebemos, mais uma vez, que as posições GR e CT se destacam. A posição GR apresenta ser a posição com a média e máximo mais baixos, mesmo apresentando um *outlier*. A posição CT, apresenta ser a posição com a maior média e máximo, comparativamente às outras posições.

Tabela 25 - Teste ANOVA da métrica DSL comparando as diferentes posições - 481 pontos experimentais

|              | Soma dos Quadrados | Df  | Quadrado Médio | Z      | Sig.    |
|--------------|--------------------|-----|----------------|--------|---------|
| Entre Grupos | 184 252 576.3      | 4   | 46 063 144.1   | 13.882 | <0.001* |
| Nos Grupos   | 1 579 506 326.5    | 476 | 3 318 290.6    | -      | -       |
| Total        | 1 763 758 902.8    | 480 | -              | -      | -       |

\*. O nível de significância é 0.050.

O teste ANOVA realizado indicou que a variação entre as diferentes posições (ou grupos) é e, com uma soma dos quadrados entre grupos de 184 252 576.3 e 4 graus de liberdade. A soma dos quadrados dentro dos grupos foi de 1 579 506 326.5, com 476 graus de liberdade, representando a variabilidade da métrica dentro de cada posição. O quadrado médio entre grupos foi de 46 063 144.1, mostrando que a variabilidade média entre as posições é substancial, enquanto o quadrado médio dentro dos grupos foi de 3 318 290.6, representando a variabilidade média dentro de cada posição.

A estatística Z foi alta para a variação entre grupos, com um valor de 13.882, indicando que as diferenças entre as posições são estatisticamente, e a significância foi de  $< 0.001$ . Isso confirma que as diferenças são altamente estatisticamente.

Os resultados da ANOVA sugerem que pelo menos uma das posições tem uma média significativamente diferente das outras em relação à métrica analisada.

Em seguida, procedeu-se à determinação do tamanho de efeito da ANOVA, em que os seus resultados se encontram na Tabela 26.

Tabela 26 - Tamanho de efeito da ANOVA<sup>a,b</sup> da métrica DSL perante as diferentes posições - 481 pontos experimentais

|                     | Estimativa de Ponto | Intervalo de Confiança 95% |          |
|---------------------|---------------------|----------------------------|----------|
|                     |                     | Inferior                   | Superior |
| <b>Eta Quadrado</b> | 0.104               | 0.053                      | 0.152    |

a. Eta quadrado é estimado com base no modelo de efeito fixo.

b. As estimativas negativas, mas menos tendenciosas, são mantidas, não arredondadas para zero.

No presente caso, o valor de Eta Quadrado é 0.104, o que indica que aproximadamente 10.4% da variabilidade da métrica pode ser atribuída às diferenças entre as posições.

O intervalo de confiança a 95% é uma faixa que indica a incerteza associada à estimativa do Eta Quadrado. Neste caso, o intervalo de confiança a

95% varia de 0.053 a 0.152. O valor inferior do intervalo de confiança a 95% (0.053) sugere que, com 95% de confiança, pelo menos 5.3% da variabilidade da métrica é explicada pelas diferenças entre as posições. Já o valor superior (0.152) indica que, com 95% de confiança, no máximo 15.2% da variabilidade da métrica é explicada pelas diferenças entre as posições.

Em resumo, os dados indicam que as diferenças entre as posições têm um efeito moderado na variabilidade da métrica, com aproximadamente 10.4% dessa variabilidade sendo explicada por essas diferenças. O intervalo de confiança a 95% fornece uma faixa de estimativas possíveis para o Eta Quadrado, com a certeza de que ele está contido entre 5.3% e 15.2%.

Posteriormente, foi efetuado o teste de comparações de Tukey HSD, para as diferentes posições, podendo-se observar os resultados na tabela seguinte:

Tabela 27 - Teste de comparações múltiplas de Tukey HSD da métrica DSL comparando posições - 481 pontos experimentais

| Variável dependente: DSL |             |                       |             |         |                            |                 |
|--------------------------|-------------|-----------------------|-------------|---------|----------------------------|-----------------|
| Posição (I)              | Posição (J) | Diferença média (I-J) | Erro Padrão | Sig.    | Intervalo de Confiança 95% |                 |
|                          |             |                       |             |         | Limite Inferior            | Limite Superior |
| GR                       | PT          | -1225.3               | 291.5       | <0.001* | -2023.5                    | -427.1          |
|                          | PV          | -946.9                | 307.7       | 0.019*  | -1789.4                    | -104.3          |
|                          | LT          | -1528.0               | 283.7       | <0.001* | -2304.9                    | -751.2          |
|                          | CT          | -2.370.5              | 336.9       | <0.001* | -3293.1                    | -1447.9         |
| PT                       | GR          | 1225.3                | 291.5       | <0.001* | 427.1                      | 2023.5          |
|                          | PV          | 278.4                 | 251.5       | 0.803   | -410.12                    | 966.9           |
|                          | LT          | -302.8                | 221.4       | 0.649   | -909.1                     | 303.6           |
|                          | CT          | -1145.2               | 286.5       | <0.001* | -1929.7                    | -360.8          |
| PV                       | GR          | 946.9                 | 307.7       | 0.019*  | 104.3                      | 1789.4          |
|                          | PT          | -278.4                | 251.5       | 0.803   | -996.9                     | 420.1           |
|                          | LT          | -581.2                | 242.4       | 0.118   | -2253.1                    | 82.47           |
|                          | CT          | -1423.6               | 302.9       | <0.001* | 751.2                      | -594.1          |

**Variável dependente: DSL**

| Posição (I) | Posição (J) | Diferença média (I-J) | Erro Padrão | Sig.    | Intervalo de Confiança 95% |                 |
|-------------|-------------|-----------------------|-------------|---------|----------------------------|-----------------|
|             |             |                       |             |         | Limite Inferior            | Limite Superior |
| LT          | GR          | 1528.0                | 283.7       | <0.001* | -303.6                     | 2304.9          |
|             | PT          | 302.8                 | 221.4       | 0.649   | -82.5                      | 909.1           |
|             | PV          | 581.2                 | 242.4       | 0.118   | -82.5                      | 1244.8          |
|             | CT          | -842.5                | 278.5       | 0.022*  | -1605.1                    | -79.8           |
| CT          | GR          | 2370.5                | 337.0       | <0.001* | 1447.9                     | 3293.1          |
|             | PT          | 1145.2                | 286.5       | <0.001* | 360.8                      | 1929.7          |
|             | PV          | 1423.6                | 302.9       | <0.001* | 594.1                      | 2253.1          |
|             | LT          | 842.5                 | 278.5       | 0.022*  | 79.8                       | 1605.1          |

\*. O nível de significância é 0.050.

A posição GR apresenta médias significativamente mais baixas em comparação com as outras posições. A diferença média em relação a PT é de -1 225.3 m<sup>3</sup>.s<sup>-6</sup> ( $p < 0.001$ ), em relação a PV é de -946.9 m<sup>3</sup>.s<sup>-6</sup> ( $p = 0.019$ ), em relação a LT é de -1 528.0 m<sup>3</sup>.s<sup>-6</sup> ( $p < 0.001$ ) e em relação a CT é de -2 370.5 m<sup>3</sup>.s<sup>-6</sup> ( $p < 0.001$ ).

A posição PT exibe uma média maior do que GR, mas essa diferença não é estatisticamente significativa. A diferença média em relação a PV é de 278.4 m<sup>3</sup>.s<sup>-6</sup> ( $p = 0.803$ ), em relação a LT é de -302.8 m<sup>3</sup>.s<sup>-6</sup> ( $p = 0.649$ ) e em relação a CT é de -1 145.2 m<sup>3</sup>.s<sup>-6</sup> ( $p < 0.001$ ).

A posição PV possui uma média menor do que GR, com uma diferença média de -946.9 m<sup>3</sup>.s<sup>-6</sup> ( $p = 0.019$ ). No entanto, não há diferenças em relação a PT ( $p = 0.803$ ), LT ( $p = 0.118$ ) e CT ( $p < 0.001$ ).

A posição LT tem médias maiores do que GR, mas essas diferenças não são estatisticamente. A diferença média em relação a PT é de 302.8 m<sup>3</sup>.s<sup>-6</sup> ( $p = 0.649$ ), em relação a PV é de 581.2 m<sup>3</sup>.s<sup>-6</sup> ( $p = 0.118$ ) e em relação a CT é de -842.5 m<sup>3</sup>.s<sup>-6</sup> ( $p = 0.022$ ).

A posição CT exhibe médias significativamente mais altas em comparação com GR, PT e PV. A diferença média em relação a GR é de  $2\,370.5\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p < 0.001$ ), em relação a PT é de  $1\,145.2\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p < 0.001$ ) e em relação a PV é de  $1\,423.6\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p < 0.001$ ). Não há diferenças em relação a  $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-6}$  ( $p = 0.022$ ).

Após o teste de Tukey, foram determinadas percentagens de variação da média, comparando as métricas entre si. Os resultados encontram-se enumerados na Tabela 28.

Tabela 28 - Percentagem de variação da média da métrica DSL entre as diferentes posições - 481 pontos experimentais

|    | GR  | LT  | PT  | PV  |
|----|-----|-----|-----|-----|
| CT | 52% | 19% | 25% | 31% |
| GR | -   | 41% | 36% | 30% |
| LT | -   | -   | 8%  | 16% |
| PT | -   | -   | -   | 8%  |

Começando com a posição GR, apresentaram-se diferenças nas comparações com todas as outras posições: PT, PV, LT e CT. Na Tabela 28, observou-se que a posição GR tem a maior variação percentual na média da métrica DSL em relação a todas as outras posições, variando de 30% a 52%. Essa variação considerável destaca que os GR enfrentam uma carga de treino diferente, o que é consistente com os resultados do teste de Tukey HSD.

Relativamente à posição PT, apresentaram-se diferenças com a posição GR e CT, com uma variação percentual de 36% e 25%, respetivamente. Isso indica que os PT estão expostos a níveis de carga de treino semelhantes aos LT e CT, conforme refletido nos resultados do teste.

Os PV também mostraram diferenças em comparação com os GR e os CT, com uma variação percentual de 30% a 31%, respetivamente. Novamente, esses resultados corroboram as diferenças observadas nas comparações do teste de Tukey HSD.

Os LT apresentaram diferenças em relação aos GR e CT, com variações percentuais variando de 41% e 19%. Por fim, em semelhança aos GR, os CT apresentam diferenças entre todas as posições, podendo variar o valor de DSL entre 19% a 52%.

### 4.5.3. Análise por posição e tipo de semana

#### 4.5.3.1. Semanas Não Congestionadas

Tendo em conta que a amostra consta com 142 pontos experimentais e respeita uma distribuição normal, foi realizado um gráfico com o intuito de representar a média de DSL, por posição e por dias em falta para o jogo.

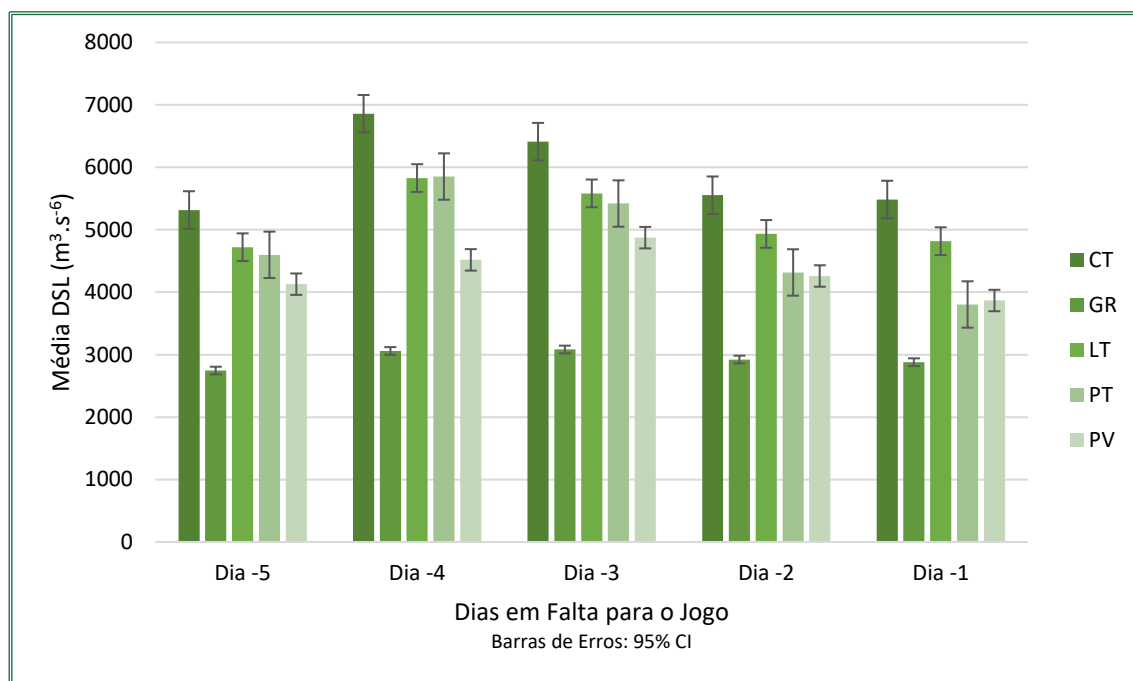


Figura 25 - Gráfico de barras simples representativo da média do DSL, por posição e por dias em falta para os jogos – 142 pontos experimentais.

Neste gráfico é possível observar que para a posição CT, independentemente dos dias em falta para o jogo, é a posição com mais carga, contrariamente à posição GR que se destaca por ser a posição exposta a uma menor carga. E as posições LT, PT e PV, aparentam ter uma distribuição similar dentro do mesmo treino.

Em seguida, foi realizado o teste ANOVA, em que os seus resultados encontram-se enumerados na Tabela 29.

Tabela 29 - Teste ANOVA da métrica DSL comparando posições e tendo em conta os dias em falta para os jogos – 142 pontos experimentais

|        |              | Soma dos Quadrados | Df | Quadrado Médio | Z     | Sig.   |
|--------|--------------|--------------------|----|----------------|-------|--------|
| Dia -1 | Entre Grupos | 17 244 741.8       | 4  | 4 311 185.5    | 2.305 | 0.086  |
|        | Nos Grupos   | 46 753 365.5       | 25 | 1 870 134.6    |       |        |
|        | Total        | 63 998 107.4       | 29 |                |       |        |
| Dia -2 | Entre Grupos | 15 438 932.8       | 4  | 3 859 733.2    | 3.051 | 0.035* |
|        | Nos Grupos   | 31 631 408.3       | 25 | 1 265 256.3    |       |        |
|        | Total        | 47 070 341.1       | 29 |                |       |        |
| Dia -3 | Entre Grupos | 20 143 710.5       | 4  | 5 035 927.6    | 2.978 | 0.041* |
|        | Nos Grupos   | 38 893 212.3       | 23 | 1 691 009.2    |       |        |
|        | Total        | 59 036 922.8       | 27 |                |       |        |
| Dia -4 | Entre Grupos | 36 259 691.3       | 4  | 9 064 922.8    | 5.579 | 0.002* |
|        | Nos Grupos   | 42 246 409.5       | 26 | 1 624 861.9    |       |        |
|        | Total        | 78 506 100.8       | 30 |                |       |        |
| Dia -5 | Entre Grupos | 9 224 089.3        | 4  | 2 306 022.3    | 1.993 | 0.139  |
|        | Nos Grupos   | 20 830 351.3       | 18 | 1 157 241.7    |       |        |
|        | Total        | 30 054 440.6       | 22 |                |       |        |

\*. O nível de significância é 0.050.

Perante o teste da ANOVA, é perceptível que existe pelo menos duas posições que diferem entre si nos treinos a faltar 4 dias, 3 dias e 2 dias para o jogo ("Dia -2": Entre Grupo  $p = 0.035$ ; "Dia -3": Entre Grupo  $p = 0.041$ ; "Dia -4": Entre Grupo  $p = 0.002$ ).

Posteriormente, procedeu-se à determinação do tamanho de efeito da ANOVA, cujos resultados se encontram na Tabela 30.

Tabela 30 - Tamanho de efeito da ANOVA<sup>a,b</sup> da métrica DSL perante as posições e os dias em falta para os jogos – 142 pontos experimentais

| Eta Quadrado | Estimativa de Ponto | Intervalo de Confiança 95% |          |
|--------------|---------------------|----------------------------|----------|
|              |                     | Inferior                   | Superior |
| Dia -1       | 0.269               | 0.000                      | 0.431    |
| Dia -2       | 0.328               | 0.000                      | 0.485    |
| Dia -3       | 0.341               | 0.000                      | 0.499    |
| Dia -4       | 0.462               | 0.094                      | 0.597    |
| Dia -5       | 0.307               | 0.000                      | 0.474    |

a. Eta quadrado é estimado com base no modelo de efeito fixo.

b. As estimativas negativas, mas menos tendenciosas, são mantidas, não arredondadas para zero.

O Eta quadrado varia entre 0.269 e 0.462, sendo uma medida do tamanho do efeito. Esse valor significa que cerca de 26.9% a 46.2% da variação na métrica DSL pode ser atribuída à variação entre as posições perante os dias em falta para os jogos. Por outras palavras, o tamanho do efeito é considerado grande.

Em seguida, efetuou-se o teste de comparações múltiplas de Tukey HSD, para a quantidade de dias que faltam para o jogo, cujos resultados se apresentam no Anexo B (Tabela B.1).

Neste foi possível analisar que no “Dia -1” e o “Dia -5”, não houve diferenças entre posições, demonstrando assim que em termos de carga não houve distinção entre as mesmas. Já nos treinos no “Dia -4”, houve diferenças entre as posições CT e GR (CT/GR:  $p = 0.005$ ), LT e GR (LT/GR:  $p = 0.009$ ) e PT e GR (PT/GR:  $p = 0.011$ ). Relativamente aos treinos no “Dia -3”, só houve diferenças entre CT e GR (PT/GR:  $p = 0.034$ ). Por fim, nos treinos no “Dia -2”, existiram diferenças entre CT e GR (CT/GR:  $p = 0.038$ ) e LT e GR (LT/GR:  $p = 0.046$ ).

#### 4.5.3.2. Semanas Congestionadas

Tendo em conta que a amostra consta com 305 pontos experimentais e respeita uma distribuição não normal, foi realizado um gráfico com o intuito de representar a média de DSL, por posição e por dias em falta para o jogo.

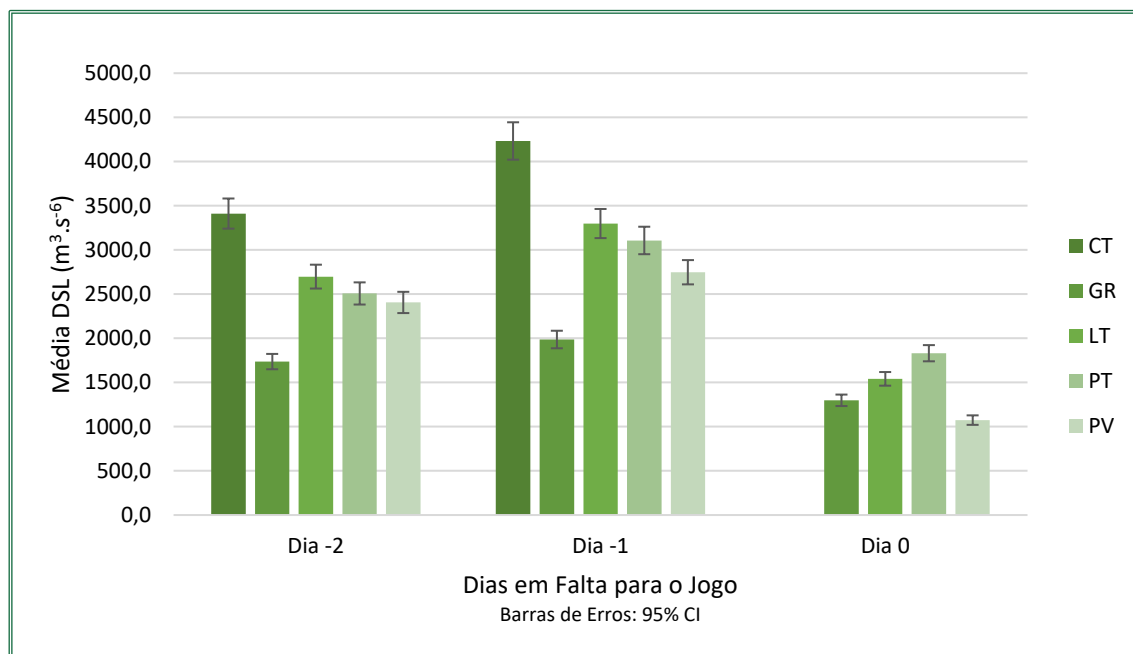


Figura 26 - Gráfico de barras simples representativo da média do DSL, por posição e por dias em falta para os jogos – 305 pontos experimentais.

Neste gráfico é possível observar que para a posição CT continua a ser a posição com mais carga. No entanto, houve uma situação pontual em que no dia de Jogo, em vez de haver treino, o treinador principal optou por fazer uma sessão de vídeo com os jogadores CT. Depois desta análise, a posição GR destacou-se por ser a posição exposta a uma menor carga, exceto no dia de jogo, que foi a posição PV. As posições LT e PT, aparentam ter uma distribuição similar dentro do mesmo treino.

Em seguida, foi realizado o teste de Hipótese Nula, apresentado na seguinte Tabela 31.

Tabela 31 - Teste de Hipótese referente às posições e aos dias que faltam para o jogo nas semanas Congestionadas – 305 pontos experimentais

| Dias em Falta para o Jogo | Hipótese nula                                                          | Teste                                             | Sig <sup>a,b</sup> | Decisão                  |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Dia 0                     | A distribuição da métrica DSL é igual nas categorias de <i>Posição</i> | Amostras independentes do teste de Kruskal-Wallis | 0.256              | Reter a hipótese nula    |
| Dia -1                    | A distribuição da métrica DSL é igual nas categorias de <i>Posição</i> | Amostras independentes do teste de Kruskal-Wallis | 0.007              | Rejeitar a hipótese nula |
| Dia -2                    | A distribuição da métrica DSL é igual nas categorias de <i>Posição</i> | Amostras independentes do teste de Kruskal-Wallis | 0.040              | Rejeitar a hipótese nula |

a. O nível de significância é 0.050.

b. A significância assintótica é exibida.

Perante o teste da hipótese nula, percebeu-se que as posições não divergem entre si em termos de carga no treino feito no dia de jogo ("Dia 0":  $p = 0.256$ ), mas nos outros dois treinos, existe pelo menos duas posições em cada treino em que a carga diverge de forma significativa ("Dia -1":  $p = 0.007$  e "Dia -2":  $p = 0.040$ ).

Em seguida, foi realizado o teste de comparações pelo método Pairwise, cujos resultados se apresentam no Anexo C (Tabela C.1).

Ao analisarmos o treino realizado no dia de jogo, não foi possível obter nenhuma diferença significativa entre as posições presentes em treino.

No "Dia -1", as posições GR e LT (GR/LT:  $p = 0.046$ ) e GR e CT (GR/CT:  $p = 0.004$ ) apresentaram diferenças entre as cargas de treino, sabendo previamente que a posição CT foi a que teve exposta a uma maior carga.

Por fim, no "Dia -2", só houve diferenças entre GR e CT (GR/CT:  $p = 0.031$ ).

Relativamente às restantes relações entre posições, não se observou mais diferenças.

Adicionalmente, as estatísticas para perceber o tamanho de efeito usando o eta quadrado foram apresentadas na Tabela 32.

Tabela 32 - Estatísticas do teste Eta e Eta ao quadrado tendo em conta as posições e os dias em falta para o jogo – 305 pontos experimentais

| Dias em Falta para o Jogo | Eta   | Eta ao quadrado |
|---------------------------|-------|-----------------|
| <b>Dia 0</b>              | 0.819 | 0.671           |
| <b>Dia -1</b>             | 0.301 | 0.091           |
| <b>Dia -2</b>             | 0.295 | 0.087           |

Nesta tabela, apresenta-se o tamanho do efeito (Eta) para a métrica DSL, ao comparar as diferentes posições perante os dias em falta para o jogo. No dia de jogo, o valor de Eta é 0.819 e o valor de Eta ao Quadrado é 0.671. Esse tamanho de efeito sugere uma relação grande entre as posições e o dia de jogo com a métrica DSL, indicando que a variação na métrica DSL é explicada pela diferença nos dias antes dos jogos.

Perante os treinos referentes ao “Dia -1” e “Dia -2”, o valor de Eta foi de 0.301 e 0.295 e Eta ao Quadrado de 0.091 e 0.087, respetivamente. Isto significa que o tamanho de efeito sugere uma relação moderada entre as posições e os treinos entre o “Dia -1” e o “Dia -2”.

## 4.6. DISCUSSÃO

Este estudo teve como primeiro objetivo analisar a modelação da carga de treino relativamente à distância do dia de jogo e tipo de semana. O estudo permitiu averiguar que para a equipa participante, durante as semanas “Não Congestionadas”, que os dias -4 e -3 antes do jogo apresentaram uma carga externa de treino significativamente maior do que os dias -5, -2 e -1, podendo-se afirmar que a carga de treino atinge o seu ponto máximo nos dias -4 e -3. Estes resultados estão alinhados com os resultados do estudo de (Font et al., 2023),

que identificou também “Dia -4” e “Dia -3” como os dias com os maiores valores de carga externa obtidos por via acelerométrica (através de uma outra métrica de carga externa designada por Player Load). Referente às semanas “Congestionadas”, observou-se que os dias mais próximos da competição (“Dia -1”) apresentaram o maior valor de carga externa, contrariamente aos treinos nos dias de jogo (“Dia 0”) que apresentaram o menor valor. É importante referir não foram encontrados estudos que considerassem semanas em que havia mais do que um jogo por semana (semanas “Congestionadas”) e, assim sendo, não foi possível ter uma base de comparação. Não obstante, este é um resultado expectável, considerando os objetivos dos treinos no dia anterior e no próprio dia de jogo. Neste último caso servia essencialmente de ativação, habituação ao recinto de jogo (no caso de jogo fora) concentração e de revisão estratégia do plano de jogo.

Relativamente ao segundo objetivo deste estudo, foi então a quantificação e comparação da carga de treino por postos específicos, tendo-se observado que a posição CT se destacava com o maior valor de carga externa, indicando que os jogadores com a função de organizadores geralmente expostos a uma carga de treino mais intensa em comparação às restantes posições. Do ponto de vista técnico, este resultado era expectável, dado que os jogadores desta posição desempenham a sua função no eixo do ataque, sendo por esta razão essenciais na organização da equipa, na criação de situações de vantagem (por rutura da defesa adversária) e continuidade de ações. São também possíveis explicações o facto de serem alvo de muita solicitação na maioria dos exercícios, incluindo quando se pretende treinar os outros postos específicos. Estes resultados são concordantes com os resultados apresentados no estudo de (Font et al., 2021), confirmando que a posição CT é de facto a mais exposta a carga externa. Por outro lado, o estudo de (Font et al., 2021) refere que a posição PT apresentou um valor de carga externa semelhante à posição CT, o que não se verificou no presente. Acresce que se verificou que as posições PV, PT e LT apresentaram valores também consideráveis e foram similares entre si, ao contrário da posição GR que apresentou o menor valor de carga externa. No caso da posição GR era expectável que apresentassem valores inferiores às

restantes posições, dado que têm funções muito mais posicionais e estáticas, por via da necessidade de defenderem a baliza, e não terem de correr pelo campo todo.

Por fim, quantificou-se e comparou-se a carga de treino por postos específicos, tendo em conta a carga de treino relativamente à distância do dia de jogo e o tipo de semana. Quanto às semanas “Não Congestionadas”, nos treinos dos dias -5 e -1, não se verificaram diferenças de carga entre posições. Contudo, o “Dia -4” foi o dia em que a variação de carga de treino entre as posições foi mais significativa e verificou-se que a posição GR é a posição mais diferente (significativamente) das restantes posições, exceto a posição PV. Este último ponto é consistente com os resultados obtidos no estudo de (Font et al., 2023), que destacou a posição PV como a posição que tem os valores mais baixos de carga externa (Player Load), sendo importante referir que o estudo não incluiu a posição GR. Para o “Dia -3”, observou-se que apenas houve diferenças entre as posições CT e GR e, para o “Dia -2” verificaram-se apenas diferenças entre a posição GR com as posições LT e CT. Relativamente às semanas “Congestionadas”, observou-se que o dia em que houve maior carga de treino foi o “Dia -1”, contrariamente ao “Dia 0” (treino no dia de jogo). Nestes treinos, no “Dia 0” não houve diferenciação de carga externa entre as posições, no “Dia -1” verificaram-se diferenças entre as posições CT e GR e as posições CT e LT e, adicionalmente, no “Dia -2” observaram-se diferenças entre as posições CT e GR.

Em resumo, é certo que os treinadores e profissionais de preparação física devem considerar cuidadosamente como planeiam os treinos com base nos dias que antecedem os jogos e tenho em conta as necessidades específicas de cada posição. Neste estudo foi observado que a carga de treino varia significativamente de forma expectável ao longo da semana de treino e em função da sua tipologia competitiva, realçando-se alguma diferenciação por postos específicos. As conclusões deste estudo poderiam ter outro alcance se tivesse sido possível monitorizar a carga de jogo, permitindo assim comparar as cargas de treino com a carga de jogo e estudar a sua diferenciação por postos,

por forma a estabelecer ilações com a especificidade da carga de jogo e necessidade de recuperação de cada jogador. Fica também evidente que é importante monitorizar continuamente a resposta dos jogadores aos treinos para fazer ajustes conforme necessário, visando o melhor desempenho e a prevenção de lesões.

#### **4.7. CONCLUSÕES**

Na primeira parte do estudo objetivou-se avaliar a distribuição de carga nas 9 semanas estudadas, tendo-se concluído que, para as semanas “Não Congestionadas”, foram nos dias -5 e -4 antes do jogo que se verificaram os maiores valores de carga externa. Nos dias seguintes (-3, -2 e -1 antes do jogo) verificou-se uma diminuição da carga externa, como era esperado devido à proximidade do jogo. Quanto às semanas “Congestionadas”, verificou-se que a carga do dia -2 é tendencialmente inferior à do dia anterior ao jogo (-1), mas tal não tem significado estatístico (isto é, são similares), sendo que no treino do “Dia de Jogo” a carga é ainda menor, como esperado para evitar qualquer sobrecarga dos jogadores e tratar da preparação do plano estratégico para jogo.

Quanto à segunda parte, sobre a avaliação da carga de treino referenciada às posições específicas, observou-se que a posição com maior carga externa foi a posição CT, seguindo-se das posições PT, LT e PV (sem diferenças, comparando entre si) e, por fim, a carga externa foi a posição GR.

Por fim, na terceira parte do estudo, foi avaliada a distribuição de carga por posição ao longo das semanas. Concluiu-se que, nas semanas “Não Congestionadas”, a carga dos dias -5 e -1 foi similar entre as várias posições específicas. Este resultado era esperado e justificado pelo facto de no Dia -5 o objetivo ser recuperação após o jogo e de no Dia -1 haver a procuração de não gerar sobrecarga para o dia seguinte (dia de jogo). Quanto às semanas “Congestionadas”, apenas o treino do “Dia 0” não revelou diferenças entre posições, ao contrário dos restantes dias, em que se verificaram diferenças entre posições.

## 5. LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS

Com o intuito de aprimorar a análise e obter resultados mais abrangentes e precisos em relação à carga interna e externa, sugerem-se as seguintes melhorias:

**Diversificação e Ampliação do Uso de Métricas de Carga Interna:** Torna-se fundamental incluir um conjunto mais abrangente de métricas de carga interna, permitindo, assim, uma análise comparativa e complementar com as métricas de carga externa (por exemplo, o Estudo Principal só utilizou uma métrica de carga externa). Esta abordagem proporcionará uma compreensão mais profunda das relações entre o esforço interno e as variáveis externas que afetam o desempenho.

**Amostragem Mais Abrangente:** Devido ao calendário de recolha de dados, a análise atual foi efetuada num número limitado de semanas com menor Congestionamento. Para obter conclusões mais sólidas, seria benéfico ampliar a amostragem, abrangendo um período mais longo, que inclua diferentes tipos de semanas, a fim de verificar se os padrões observados se mantêm consistentes ao longo do tempo.

**Análise Detalhada da Semana de Seleção:** Devido à falta de tempo, a análise da semana de seleção não foi realizada. No entanto, essa semana pode conter informações valiosas para planejar e otimizar fases da época (uma ou duas semanas) em que há paragem de competições. Portanto, é recomendável realizar uma análise mais detalhada dessa semana, a fim de capturar *insights* adicionais.

**Padronização da Carga Externa:** Explorar a possibilidade de padronizar a carga externa com base no tempo disponível antes dos jogos. Isso pode envolver o desenvolvimento de diretrizes para determinar qual seria a carga ideal em cada dia, considerando a proximidade do jogo. Esta abordagem pode contribuir para otimizar o processo de treino e preparação para os jogos.

Estas melhorias propostas têm como objetivo aprimorar a análise da carga interna e externa, proporcionando uma compreensão mais completa dos

fatores que afetam o desempenho dos jogadores. Com a implementação destas melhorias, espera-se obter resultados mais robustos e *insights* mais valiosos para ajudar a compreender o que é feito no Andebol de Elite e o que se poderia fazer para otimizar ainda mais a performance.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A monitorização das cargas de treino é um recurso a que poucos treinadores de andebol têm acesso, no entanto a sua regular implementação permite que os treinadores possam refletir e aferir as suas práticas de forma melhor fundamentada, com vista a otimizar o desempenho dos jogadores, melhorar a resistência e reduzir o risco de lesões. Este estudo analisou tanto a carga interna percebida pelos jogadores (PSE) como as cargas externas medidas através de várias métricas, incluindo DSL, BL, AR e Jerk. O equilíbrio entre a carga externa e carga interna é essencial para alcançar o máximo potencial e manter o nível elevado de desempenho dos jogadores durante os treinos e competições de Andebol.

O Estudo Preliminar revelou que as métricas de carga externa estão moderadamente correlacionadas com a PSE, o que indica que os treinadores devem considerar ambas as perspetivas ao planear os treinos. No entanto, também foi observada redundância entre algumas das métricas de carga externa, como BL e DSL, bem como AR e Jerk, devido às suas semelhanças na medição da aceleração.

No contexto das posições dos jogadores de Andebol, o Estudo Principal destacou que diferentes posições estão sujeitas a diferentes níveis de carga de treino. No caso da posição CT, com a maior média de DSL, concluiu-se que esta posição é a mais exposta a níveis de carga elevados, seguida por LT, PT, PV e por último, a posição GR. Essas diferenças são estatisticamente e podem ser cruciais ao personalizar os planos de treino para cada jogador, levando em consideração suas posições específicas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arruda, A. F., Carling, C., Zanetti, V., Aoki, M. S., Coutts, A. J., & Moreira, A. (2015). Effects of a very congested match schedule on body-load impacts, accelerations, and running measures in youth soccer players. *Int J Sports Physiol Perform*, 10(2), 248-252. doi:10.1123/ijsp.2014-0148
- Badillo, J., & Serna, J. (2018). *Bases de la Programación del entrenamiento de fuerza* (E. INDE Ed. 3 ed.).
- Bai, Z., Bai, X., & Lin, C. (2021). Sports Big Data: Management, Analysis, Applications, and Challenges. *Complexity*, 2021, 1-11. doi:10.1155/2021/6676297
- Bayer, C. (1994). *O Ensino dos Desportos Colectivos* (Dinalivro Ed.). Lisboa.
- Beato, M., De Keijzer, K. L., Carty, B., & Connor, M. (2019). Monitoring Fatigue During Intermittent Exercise With Accelerometer-Derived Metrics. *Front Physiol*, 10, 780. doi:10.3389/fphys.2019.00780
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14, 377-381.
- Borges, J. (2016). *Teoria e metodologia do treino desportivo - modalidade individuais*.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., & Cable, N. T. (2017). Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. *Int J Sports Physiol Perform*, 12(Suppl 2), S2161-S2170. doi:10.1123/IJSP.2017-0208
- Delves, R. I. M., Aughey, R. J., Ball, K., & Duthie, G. M. (2021). The Quantification of Acceleration Events in Elite Team Sport: a Systematic Review. *Sports Med Open*, 7(1), 45. doi:10.1186/s40798-021-00332-8

- Field, A. (2018). *Discovering Statistics using IBM SPSS Statistics* (5 ed.). Newbury Park: Sage.
- Fleureau, A., Rabita, G., Leduc, C., Buchheit, M., & Lacome, M. (2022). Peak Locomotor Intensity in Elite Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(2), 432-438.
- Font, R., Karcher, C., Loscos-Fabregas, E., Altarriba-Bartes, A., Pena, J., Vicens-Bordas, J., Mesas, J. A., & Iruiria, A. (2023). The effect of training schedule and playing positions on training loads and game demands in professional handball players. *Biol Sport*, 40(3), 857-866. doi:10.5114/biol sport.2023.121323
- Font, R., Karcher, C., Reche, X., Carmona, G., Tremps, V., & Iruiria, A. (2021). Monitoring external load in elite male handball players depending on playing positions. *Biol Sport*, 38(3), 475-481. doi:10.5114/biol sport.2021.101123
- Garganta, J. (1998). Para uma teoria dos jogos desportivos coletivos.. In A. Graça & J. E. Oliveira (Eds.), *O ensino dos jogos desportivos* (2 ed., pp. 11-25). Porto: Centro de Estudos dos Jogos Desportivos, Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.
- Garganta, J. (2007). O ensino dos jogos desportivos colectivos. Perspectivas e tendências. *Movimento*, 4(8), 19-27. doi:10.22456/1982-8918.2373
- Gomez-Carmona, C. D., Bastida-Castillo, A., Ibanez, S. J., & Pino-Ortega, J. (2020). Accelerometry as a method for external workload monitoring in invasion team sports. A systematic review. *PLoS One*, 15(8), e0236643. doi:10.1371/journal.pone.0236643
- Guitart, M., Casals, M., Casamichana, D., Cortes, J., Valle, F. X., McCall, A., Cos, F., & Rodas, G. (2022). Use of GPS to measure external load and estimate the incidence of muscle injuries in men's football: A novel descriptive study. *PLoS One*, 17(2), e0263494. doi:10.1371/journal.pone.0263494

- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2016). *Essentials of Strength Training and Conditioning* (4 ed.): National Strength and Conditioning Association.
- Hollville, E., Couturier, A., Guilhem, G., & Rabita, G. (2021). A Novel Accelerometry-Based Metric to Improve Estimation of Whole-Body Mechanical Load. *Sensors (Basel)*, 21(10). doi:10.3390/s21103398
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and External Training Load: 15 Years On. *Int J Sports Physiol Perform*, 14(2), 270-273. doi:10.1123/ijsp.2018-0935
- Issurin, V. B. (2010). New Horizons for the Methodology and Physiology of Training Periodization. *Sports Med*, 40(3), 189-206.
- Konzag, I. (1991). A formação técnico-táctica nos Jogos Desportivos Colectivos. *Treino Desportivo*, 19, 27-37.
- Laursen, P., & Buchheit, M. (2019). *Science and application of high-intensity interval training*: Human Kinetics.
- Liu, A., Mahapatra, R. P., & Mayuri, A. V. R. (2021). Hybrid design for sports data visualization using AI and big data analytics. *Complex & Intelligent Systems*, 9(3), 2969-2980. doi:10.1007/s40747-021-00557-w
- Manchado, C., Pueo, B., Chirisa-Rios, L. J., & Tortosa-Martinez, J. (2021). Time-Motion Analysis by Playing Positions of Male Handball Players during the European Championship 2020. *Int J Environ Res Public Health*, 18(6). doi:10.3390/ijerph18062787
- Manchado, C., Tortosa-Martínez, J., Vila, H., Ferragut, C., & Platen, P. (2013). Performance Factors in Women's Team Handball: Physical and Physiological Aspects - A Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1708-1719.

- Morgulev, E., Azar, O. H., & Lidor, R. (2018). Sports analytics and the big-data era. *International Journal of Data Science and Analytics*, 5(4), 213-222. doi:10.1007/s41060-017-0093-7
- Navarro, F., & Rivas, A. (2001). *Planificación y control del entrenamiento en natación* (E. Gymnos Ed.). Madrid.
- Nobari, H., Oliveira, R., Brito, J. P., Perez-Gomez, J., Clemente, F. M., & Ardigo, L. P. (2021). Comparison of Running Distance Variables and Body Load in Competitions Based on Their Results: A Full-Season Study of Professional Soccer Players. *Int J Environ Res Public Health*, 18(4). doi:10.3390/ijerph18042077
- Oliveira, R., Brito, J. P., Martins, A., Mendes, B., Marinho, D. A., Ferraz, R., & Marques, M. C. (2019). In-season internal and external training load quantification of an elite European soccer team. *PLoS One*, 14(4), e0209393. doi:10.1371/journal.pone.0209393
- Perez, J., Brocherie, F., Couturier, A., & Guilhem, G. (2022). International matches elicit stable mechanical workload in high-level female ice hockey. *Biol Sport*, 39(4), 857-864. doi:10.5114/biolsport.2022.109455
- Slaboda, J. C., Boston, J. R., Rudy, T. E., Lieber, S. J., & Rasetshwane, D. M. (2005). The use of splines to calculate jerk for a lifting task involving chronic lower back pain patients. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*, 13(3), 406-414. doi:10.1109/TNSRE.2005.844252
- Viru, A., & Viru, M. (2000). Nature of Training Effects. In *Exercise and Sport Science* (1 ed., pp. 67-95).
- Wagner, H., Finkenzeller, T., Würth, S., & von Duvillard, S. P. (2014). Individual and Team Performance in Team-Handball: A Review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13, 808-816.

- Wixted, A., Thiel, D., Hahn, A., Gore, C., Pyne, D., & James, D. (2007). Measurement of Energy Expenditure in Elite Athletes Using MEMS-Based Triaxial Accelerometers. *IEEE Sensors Journal*, 7(4), 481-488. doi:10.1109/jsen.2007.891947
- Zhang, L., Diraneyya, M., Ryu, J., Haas, C., & Abdel-Rahman, E. (2019). Jerk as an indicator of physical exertion and fatigue. *Automation in Construction*, 104, 120-128. doi:10.1016/j.autcon.2019.04.016

## **ANEXOS**

## ANEXO A – CONSENTIMENTO INFORMADO



### **Consentimento Informado, Livre e Esclarecido para Participação em Investigação**

**de acordo com a Declaração de Helsínquia<sup>1</sup> e a Convenção de Oviedo<sup>2</sup>**

**Título do estudo:** Monitorização das Cargas de Treino por Via Acelerométrica e Percetiva numa Equipa Sénior Masculina de Andebol.

**Enquadramento:** Este estudo contribuirá para a realização de uma tese de mestrado e, consequentemente, para a obtenção do Título de Mestre no programa de Mestrado em Treino Desportivo - Treino de Alto Rendimento e Treino de Jovens da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP).

**Objetivos do estudo:** Analisar a carga interna e externa diária dos atletas de andebol de alta competição através de diferentes métodos de monitorização: acelerometria (sensores WIMU) e Perceção Subjetiva de Esforço (numa escala de 0 a 10). Comparar os resultados obtidos em cada método e estudar a sua relação/associação. Caracterizar a distribuição da carga interna dos atletas em treino, ao longo dos microciclos inseridos numa fase competitiva da equipa (durante 2 meses).

#### **Procedimentos:**

- Recolha diária de dados através de acelerómetros (WIMU), em todos os treinos ao longo do período acordado com o treinador principal e com o clube em causa.
- Inquérito diário de Perceção Subjetiva de Esforço, numa escala de 0 a 10.

#### **Riscos e Benefícios:**

- Não se conhece qualquer tipo de risco para os atletas.

Os dados recolhidos irão permitir quantificar e descrever as variações de carga de treino, numa base diária e ao longo de cada microciclo, de forma coletiva (totalidade da equipa e por grupos de jogadores) e individualizada, por autorreferenciação, o que poderá contribuir para a otimização do processo de treino (incluindo recuperação) e evitar situações de sobrecarga/fadiga extrema durante o período competitivo.

<sup>1</sup> Com as emendas de Tóquio 1975, Veneza 1983, Hong-Kong 1989, Somerset West 1996, Edimburgo 2000, Washington 2002, Tokyo 2004 e Seoul 2008

<sup>2</sup> DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-A N.º 2 — 3 de Janeiro de 2001 in <http://dre.pt/pdf1sdip/2001/01/002A00/00140036.pdf>

Figura A.1 – Declaração de consentimento informado.



**Consentimento informado:**

Eu, (nome) \_\_\_\_\_ declaro que:

1. Li este formulário e aceito de forma voluntária participar neste estudo.
2. Fui devidamente informado(a) da natureza, objetivos, riscos, duração provável do estudo, bem como do que é esperado da minha parte.
3. Tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o estudo e percebi as respostas e as informações que me foram dadas.
4. Aceito seguir todas as instruções que me forem dadas durante o estudo.
5. Autorizo o uso dos resultados do estudo para fins exclusivamente científicos.
6. Aceito que os dados gerados durante o estudo sejam informatizados pelo investigador ou outrem por si designado.
7. Eu posso exercer o meu direito de retificação e/ou oposição.

Opcional: permito que os dados recolhidos sejam facultados ao treinador mediante solicitação: \_\_\_\_\_ (sim/não).

**Assinatura do Jogador**

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 2023 \_\_\_\_\_

**Contactos:**

Doutor Filipe Almeida Viana da Conceição (Orientador) – email: [filipe@fade.up.pt](mailto:filipe@fade.up.pt)

Doutora Maria Luísa Estriga (Orientadora) – email: [lestriga@fade.up.pt](mailto:lestriga@fade.up.pt)

Alexandre Joaquim Rocha Moreira (Estudante de Mestrado) – email: [pf.alexandre.moreira@gmail.com](mailto:pf.alexandre.moreira@gmail.com)

Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP) – Rua Dr. Plácido Costa, 91 – Porto.

Telefone: 220 425 200 (geral), 220 425 219 (Gabinete de Atletismo), 220 425 215 (Gabinete de Andebol)

Figura A.2 – Declaração de consentimento informado (Continuação).

## ANEXO B – TESTE DE TUKEY HSD

Tabela B.1 - Teste de comparações múltiplas de Tukey HSD dos dias em falta para os jogos da métrica DSL – 142 pontos experimentais

| Variável dependente: DSL    |             |             |                       |             |        |                            |                 |
|-----------------------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|----------------------------|-----------------|
| Dias que faltam para o jogo | Posição (I) | Posição (J) | Diferença média (I-J) | Erro Padrão | Sig    | Intervalo de confiança 95% |                 |
|                             |             |             |                       |             |        | Limite inferior            | Limite superior |
| Dia -1                      | GR          | PT          | -924.6                | 837.4       | 0.803  | -3 384.1                   | 1 534.8         |
|                             |             | PV          | -988.0                | 882.7       | 0.795  | -3 580.5                   | 1 604.5         |
|                             |             | LT          | -1 938.2              | 821.8       | 0.160  | -4 351.7                   | 475.3           |
|                             |             | CT          | -2 605.5              | 1 044.5     | 0.124  | -5 673.0                   | 461.9           |
|                             | PT          | GR          | 924.6                 | 837.4       | 0.803  | -1 534.8                   | 3 384.1         |
|                             |             | PV          | -63.4                 | 738.6       | 1.000  | -2 232.4                   | 2 105.6         |
|                             |             | LT          | -1 013.6              | 664.5       | 0.556  | -2 965.2                   | 938.0           |
|                             |             | CT          | -1 680.9              | 925.8       | 0.387  | -4 399.9                   | 1 038.1         |
|                             | PV          | GR          | 988.0                 | 882.7       | 0.795  | -1 604.5                   | 3 580.5         |
|                             |             | PT          | 63.4                  | 738.6       | 1.000  | -2 105.6                   | 2 232.4         |
|                             |             | LT          | -950.2                | 720.8       | 0.683  | -3 067.0                   | 1 166.6         |
|                             |             | CT          | -1 617.5              | 967.0       | 0.468  | -4 457.4                   | 1 222.4         |
|                             | LT          | GR          | 1 938.2               | 821.8       | 0.160  | -475.3                     | 4 351.7         |
|                             |             | PT          | 1 013.6               | 664.5       | 0.556  | -938.0                     | 2 965.2         |
|                             |             | PV          | 950.2                 | 720.8       | 0.683  | -1 166.6                   | 3 067.0         |
|                             |             | CT          | -667.3                | 911.7       | 0.947  | -3 344.8                   | 2 010.2         |
|                             | CT          | GR          | 2 605.5               | 1 044.5     | 0.124  | -461.9                     | 5 673.0         |
|                             |             | PT          | 1 680.9               | 925.8       | 0.387  | -1 038.1                   | 4 399.9         |
|                             |             | PV          | 1 617.5               | 967.0       | 0.468  | -1 222.4                   | 4 457.4         |
|                             |             | LT          | 667.3                 | 911.7       | 0.947  | -2 010.2                   | 3 344.8         |
| Dia -2                      | GR          | PT          | -1 393.9              | 688.8       | 0.284  | -3 416.9                   | 629.1           |
|                             |             | PV          | -1 337.6              | 726.1       | 0.373  | -3 470.0                   | 794.8           |
|                             |             | LT          | -2 011.5              | 675.9       | 0.046* | -3 996.7                   | -26.4           |

Variável dependente: DSL

| Dias que faltam para o jogo | Posição (I) | Posição (J) | Diferença média (I-J) | Erro Padrão | Sig    | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-----------------------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|----------------------------|-----------------|
|                             |             |             |                       |             |        | Limite inferior            | Limite superior |
|                             |             | CT          | -2 630.9              | 859.1       | 0.038* | -5 154.0                   | -107.8          |
|                             | PT          | GR          | 1 393.9               | 688.8       | 0.284  | -629.1                     | 3 416.9         |
|                             |             | PV          | 56.3                  | 607.5       | 1.000  | -1 727.8                   | 1 840.4         |
|                             |             | LT          | -617.6                | 546.6       | 0.789  | -2 222.8                   | 987.6           |
|                             |             | CT          | -1 237.0              | 761.5       | 0.496  | -3 473.4                   | 999.5           |
|                             | PV          | GR          | 1 337.6               | 726.1       | 0.373  | -794.8                     | 3 470.0         |
|                             |             | PT          | -56.3                 | 607.5       | 1.000  | -1 840.4                   | 1 727.8         |
|                             |             | LT          | -674.0                | 592.8       | 0.786  | -2 415.1                   | 1 067.1         |
|                             |             | CT          | -1 293.3              | 795.4       | 0.495  | -3 629.2                   | 1 042.6         |
|                             | LT          | GR          | 2 011.5               | 675.9       | 0.046* | 26.4                       | 3 996.7         |
|                             |             | PT          | 617.6                 | 546.6       | 0.789  | -987.6                     | 2 222.8         |
|                             |             | PV          | 674.0                 | 592.8       | 0.786  | -1 067.1                   | 2 415.1         |
|                             |             | CT          | -619.3                | 749.9       | 0.920  | -2 821.7                   | 1 583.0         |
|                             | CT          | GR          | 2 630.9               | 859.1       | 0.038* | 107.8                      | 5 154.0         |
|                             |             | PT          | 1 237.0               | 761.5       | 0.496  | -999.5                     | 3 473.4         |
|                             |             | PV          | 1 293.3               | 795.4       | 0.495  | -1 042.6                   | 3 629.2         |
|                             |             | LT          | 619.3                 | 749.9       | 0.920  | -1 583.0                   | 2 821.7         |
| Dia -3                      | GR          | PT          | -2 337.7              | 897.4       | 0.102  | -4 990.3                   | 314.9           |
|                             |             | PV          | -1 791.2              | 919.5       | 0.322  | -4 509.3                   | 926.9           |
|                             |             | LT          | -2 500.1              | 866.9       | 0.058  | -5 062.8                   | 62.5            |
|                             |             | CT          | -3 328.6              | 1 061.8     | 0.034* | -6 467.2                   | -190.0          |
|                             | PT          | GR          | 2 337.7               | 897.4       | 0.102  | -314.9                     | 4 990.3         |
|                             |             | PV          | 546.4                 | 723.5       | 0.941  | -1 592.2                   | 2 685.0         |
|                             |             | LT          | -162.5                | 655.3       | 0.999  | -2 099.7                   | 1 774.7         |
|                             |             | CT          | -990.9                | 897.4       | 0.803  | -3 643.5                   | 1 661.7         |
|                             | PV          | GR          | 1 791.2               | 919.5       | 0.322  | -926.9                     | 4 509.3         |
|                             |             | PT          | -546.4                | 723.5       | 0.941  | -2 685.0                   | 1 592.2         |

Variável dependente: DSL

| Dias que faltam para o jogo | Posição (I) | Posição (J) | Diferença média (I-J) | Erro Padrão | Sig    | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-----------------------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|----------------------------|-----------------|
|                             |             |             |                       |             |        | Limite inferior            | Limite superior |
|                             |             | LT          | -708.9                | 685.4       | 0.837  | -2 734.9                   | 1 317.1         |
|                             |             | CT          | -1 537.3              | 919.5       | 0.470  | -4 255.4                   | 1 180.8         |
|                             | LT          | GR          | 2 500.1               | 866.9       | 0.058  | -62.5                      | 5 062.8         |
|                             |             | PT          | 162.5                 | 655.3       | 0.999  | -1 774.7                   | 2 099.7         |
|                             |             | PV          | 708.9                 | 685.4       | 0.837  | -1 317.1                   | 2 734.9         |
|                             |             | CT          | -828.4                | 866.9       | 0.872  | -3 391.1                   | 1 734.2         |
|                             | CT          | GR          | 3 328.6               | 1 061.8     | 0.034* | 190.0                      | 6 467.2         |
|                             |             | PT          | 990.9                 | 897.4       | 0.803  | -1 661.7                   | 3 643.5         |
|                             |             | PV          | 1 537.3               | 919.5       | 0.470  | -1 180.8                   | 4 255.4         |
|                             |             | LT          | 828.4                 | 866.9       | 0.872  | -1 734.2                   | 3 391.1         |
| Dia -4                      | GR          | PT          | -2 793.9              | 780.6       | 0.011* | -5 079.8                   | -508.0          |
|                             |             | PV          | -1 459.0              | 822.8       | 0.410  | -3 868.5                   | 950.6           |
|                             |             | LT          | -2 769.4              | 754.1       | 0.009* | -4 977.8                   | -561.0          |
|                             |             | CT          | -3 798.9              | 973.6       | 0.005* | -6 650.0                   | -947.9          |
|                             | PT          | GR          | 2 793.9               | 780.6       | 0.011* | 508.0                      | 5 079.8         |
|                             |             | PV          | 1 334.9               | 688.4       | 0.323  | -681.1                     | 3 350.9         |
|                             |             | LT          | 24.5                  | 604.6       | 1.000  | -1 746.2                   | 1 795.2         |
|                             |             | CT          | -1 005.1              | 863.0       | 0.771  | -3 532.2                   | 1 522.1         |
|                             | PV          | GR          | 1 459.0               | 822.8       | 0.410  | -950.6                     | 3 868.5         |
|                             |             | PT          | -1 334.9              | 688.4       | 0.323  | -3 350.9                   | 681.1           |
|                             |             | LT          | -1 310.4              | 658.3       | 0.298  | -3 238.1                   | 617.2           |
|                             |             | CT          | -2 340.0              | 901.4       | 0.100  | -4 979.5                   | 299.6           |
|                             | LT          | GR          | 2 769.4               | 754.1       | 0.009* | 561.0                      | 4 977.8         |
|                             |             | PT          | -24.5                 | 604.6       | 1.000  | -1 795.2                   | 1 746.2         |
|                             |             | PV          | 1 310.4               | 658.3       | 0.298  | -617.2                     | 3 238.1         |
|                             |             | CT          | -1 029.5              | 839.1       | 0.736  | -3 486.8                   | 1 427.8         |
|                             | CT          | GR          | 3 798.9               | 973.6       | 0.005* | 947.9                      | 6 650.0         |

**Variável dependente: DSL**

| Dias que faltam para o jogo | Posição (I) | Posição (J) | Diferença média (I-J) | Erro Padrão | Sig   | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-----------------------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|-------|----------------------------|-----------------|
|                             |             |             |                       |             |       | Limite inferior            | Limite superior |
| Dia -5                      |             | PT          | 1 005.1               | 863.0       | 0.771 | -1 522.1                   | 3 532.2         |
|                             |             | PV          | 2 340.0               | 901.4       | 0.100 | -299.6                     | 4 979.5         |
|                             |             | LT          | 1 029.5               | 839.1       | 0.736 | -1 427.8                   | 3 486.8         |
|                             | GR          | PT          | -1 853.9              | 878.3       | 0.258 | -4 509.9                   | 802.0           |
|                             |             | PV          | -1 384.3              | 900.0       | 0.553 | -4 105.8                   | 1 337.3         |
|                             |             | LT          | -1 975.9              | 862.5       | 0.193 | -4 584.0                   | 632.2           |
|                             |             | CT          | -2 572.0              | 982.0       | 0.109 | -5 541.5                   | 397.4           |
|                             | PT          | GR          | 1 853.9               | 878.3       | 0.258 | -802.0                     | 4 509.9         |
|                             |             | PV          | 469.7                 | 651.4       | 0.949 | -1 500.0                   | 2 439.4         |
|                             |             | LT          | -121.9                | 598.5       | 1.000 | -1 931.7                   | 1 687.8         |
|                             |             | CT          | -718.1                | 760.7       | 0.876 | -3 018.2                   | 1 582.0         |
|                             | PV          | GR          | 1 384.3               | 900.0       | 0.553 | -1 337.3                   | 4 105.8         |
|                             |             | PT          | -469.7                | 651.4       | 0.949 | -2 439.4                   | 1 500.0         |
|                             |             | LT          | -591.6                | 629.9       | 0.878 | -2 496.3                   | 1 313.1         |
|                             |             | CT          | -1 187.8              | 785.6       | 0.568 | -3 563.3                   | 1 187.8         |
|                             | LT          | GR          | 1 975.9               | 862.5       | 0.193 | -632.2                     | 4 584.0         |
|                             |             | PT          | 121.9                 | 598.5       | 1.000 | -1 687.8                   | 1 931.7         |
|                             |             | PV          | 591.6                 | 629.9       | 0.878 | -1 313.1                   | 2 496.3         |
|                             |             | CT          | -596.1                | 742.3       | 0.926 | -2 840.8                   | 1 648.6         |
|                             | CT          | GR          | 2 572.0               | 982.0       | 0.109 | -397.4                     | 5 541.5         |
|                             |             | PT          | 718.1                 | 760.7       | 0.876 | -1 582.0                   | 3 018.2         |
|                             |             | PV          | 1 187.8               | 785.6       | 0.568 | -1 187.8                   | 3 563.3         |
|                             |             | LT          | 596.1                 | 742.3       | 0.926 | -1 648.6                   | 2 840.8         |

\*. O nível de significância é 0.050.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

## ANEXO C – TESTE COMPARAÇÕES (PAIRWISE)

Tabela C.1 - Teste de comparações por método Pairwise comparando as posições tendo em conta os dias em falta para os jogos – 305 pontos experimentais

| Dias em Falta para o Jogo | Amostra 1 – Amostra 2 | Estatística de teste | Erro Padrão | Estatística de Teste Padrão | Sig.  | Adj. Sig. <sup>a</sup> |
|---------------------------|-----------------------|----------------------|-------------|-----------------------------|-------|------------------------|
| Dia 0                     | PV-GR                 | 1.833                | 2.236       | 0.820                       | 0.412 | 1.000                  |
|                           | PV-LT                 | -2.833               | 2.236       | -1.267                      | 0.205 | 1.000                  |
|                           | PV-PT                 | 5.333                | 2.828       | 1.886                       | 0.059 | 0.356                  |
|                           | GR-LT                 | -1.000               | 2.449       | -0.408                      | 0.683 | 1.000                  |
|                           | GR-PT                 | -3.500               | 3.000       | -1.167                      | 0.243 | 1.000                  |
|                           | LT-PT                 | 2.500                | 3.000       | 0.833                       | 0.405 | 1.000                  |
| Dia -1                    | PV-LT                 | -12.488              | 11.168      | -1.118                      | 0.264 | 1.000                  |
|                           | PV-PT                 | 7.746                | 11.541      | 0.671                       | 0.502 | 1.000                  |
|                           | GR-LT                 | -35.514              | 12.518      | -2.837                      | 0.005 | 0.046*                 |
|                           | GR-PT                 | -30.773              | 12.852      | -2.394                      | 0.017 | 0.166                  |
|                           | GR-PV                 | -23.026              | 13.721      | -1.678                      | 0.093 | 0.933                  |
|                           | GR-CT                 | -53.139              | 15.016      | -3.539                      | 0.000 | 0.004*                 |
|                           | PV-CT                 | -30.112              | 13.911      | -2.165                      | 0.030 | 0.304                  |
|                           | PT-LT                 | -4.741               | 10.082      | -0.470                      | 0.638 | 1.000                  |
|                           | PT-CT                 | -22.366              | 13.054      | -1.713                      | 0.087 | 0.867                  |
|                           | LT-CT                 | -17.625              | 12.726      | -1.385                      | 0.166 | 1.000                  |
| Dia -2                    | PV-LT                 | -8.503               | 9.549       | -0.891                      | 0.373 | 1.000                  |
|                           | PV-PT                 | 1.698                | 9.939       | 0.171                       | 0.864 | 1.000                  |
|                           | GR-LT                 | -27.712              | 10.927      | -2.536                      | 0.011 | 0.112                  |
|                           | GR-PT                 | -20.906              | 11.269      | -1.855                      | 0.064 | 0.636                  |
|                           | GR-PV                 | -19.208              | 11.879      | -1.617                      | 0.106 | 1.000                  |
|                           | GR-CT                 | -38.438              | 13.013      | -2.954                      | 0.003 | 0.031*                 |
|                           | PV-CT                 | -19.229              | 11.879      | -1.619                      | 0.106 | 1.000                  |
|                           | PT-LT                 | -6.805               | 8.779       | -0.775                      | 0.438 | 1.000                  |
|                           | PT-CT                 | -17.531              | 11.269      | -1.556                      | 0.120 | 1.000                  |

| Dias em Falta para o Jogo | Amostra 1 – Amostra 2 | Estatística de teste | Erro Padrão | Estatística de Teste Padrão | Sig.  | Adj. Sig. <sup>a</sup> |
|---------------------------|-----------------------|----------------------|-------------|-----------------------------|-------|------------------------|
|                           | LT-CT                 | -10.726              | 10.927      | -0.982                      | 0.326 | 1.000                  |

\*. O nível de significância é 0.050.

a. Os valores de significância foram ajustados pela correção Bonferroni para vários testes.