

Campus Universitário de Almada

Instituto Superior de Estudos Interculturais e Transdisciplinares de Almada

Emanuel Gonçalo Alexandre da Fonseca Bernardino

**Relat3rio de est3gio – Relat3o entre o r3cio de carga de
trabalho aguda:cr3nica e a ocorr4ncia de les3o em atletas de
andebol**

Orientador: Professor Doutor Nuno Martins
Orientador externo: Professor Doutor Jo3o Pereira

Mestrado em Exer3cio e Sa3de

Almada, 2023

Emanuel Gonçalo Alexandre da Fonseca Bernardino

**Relatório de estágio – Relação entre o rácio de carga de
trabalho aguda:crónica e a ocorrência de lesão em atletas de
andebol**

Relatório Final de Estágio apresentado com
vista à obtenção do grau de Mestre em
Exercício e Saúde (Despacho n.º 530/2022)

Mestrado em Exercício e Saúde

Almada, 2023

Índice

Introdução.....	1
Espectativas.....	1
Centro de Otimização Desportiva (COD).....	2
Capítulo I – Atividades de Estágio.....	4
Caraterização do Local de Estágio.....	4
Tarefas.....	8
Avaliações.....	9
Perfil Força – Velocidade.....	9
Potência.....	12
Planos de treino.....	14
Referencial Teórico	18
Variáveis.....	18
Variável aguda.....	18
Variável crónica.....	18
Rácio de trabalho entre carga aguda e crónica.....	19
Modelos de taxa de carga de trabalho aguda:crónica.....	19
ACWR e risco de lesão.....	20
Carga de trabalho.....	21
Capítulo II – Investigação Científica.....	22
1. Introdução.....	24
2. Materiais e Métodos.....	25
2.1 Tipo de estudo.....	25
2.2 Participante.....	25
2.3 Procedimentos.....	25
2.4 Instrumentos.....	26
2.4.1 Perceção subjetiva de esforço.....	26
2.4.1.1 ACWR.....	26
2.5 Análise dos dados	27
3. Resultados	25
4. Discussão	30
5. Conclusões.....	32
Reflexões finais.....	32
Referências.....	34

Agradecimentos

É com uma grande satisfação e com ajuda de muitas pessoas, que dou por concluída esta etapa académica muito importante na minha vida e não posso deixar de agradecer à minha família, que à semelhança das etapas anteriores, sempre me deram muito apoio com que alcançasse os meus objetivos. Um agradecimento em especial à minha mãe, por todo o sacrifício e apoio que teve comigo durante estes anos todos e que assistiu em primeira pessoa cada minuto dedicado aos estudos e trabalhos para concluir esta etapa, sem ela nada do que consegui teria sido possível.

Um agradecimento também a todos os meus professores que me acompanharam no mestrado, em especial ao meu orientador de estágio o Professor Doutor Nuno Martins e à minha coordenadora de curso a Professora Doutora Priscila Marconcini, por toda a paciência e dedicação que tiveram comigo e por todos os conselhos e aprendizagens.

Agradecer também à instituição de estágio, o Sporting Clube de Portugal pela oportunidade de poder aprender e trabalhar com atletas e profissionais de referência nacional e internacional. Em especial ao meu coordenador externo, o Professor Doutor João Pereira pela oportunidade e confiança que depositou em mim e também disponibilidade e ajudar-me na adaptação à instituição. Agradecer também ao preparador físico Alexandre Moreira pelo seu acompanhamento e aprendizagens que tive com ele e também pela disponibilidade em auxiliar-me nas diversas dificuldades que me ia deparando. Quero também deixar um agradecimento especial aos meus colegas de curso, por toda ajuda que demos uns aos outros durante este percurso muito exigente que defrontamos.

A todos eles, um muito obrigado!

Resumo Geral

Este documento como parte do relatório de estágio, insere-se no âmbito do segundo ano do Mestrado em Exercício e Saúde no Instituto Superior de Estudos Interculturais e Transdisciplinares de Almada (Instituto Piaget), começa a amostrar as principais expectativas e caracteriza o departamento com que trabalhei. O documento está dividido em dois capítulos. No capítulo I, serão detalhadas as intervenções que foram realizadas no estágio, caracterizando com suporte científico as tarefas que fui tendo ao longo do estágio, seguindo – se do referencial teórico referente a investigação científica que despertou o meu interesse com uma das tarefas que tive no estágio. No capítulo II será apresentada a investigação e o seu objetivo que foi perceber a relação do rácio de carga de trabalho aguda:crónica (ACWR) com a incidência de lesões. Especificamente, a pesquisa buscou entender as variações no valor ACWR se estavam associadas a um aumento de risco de lesões. Para a análise do estudo, foram selecionados os 3 atletas que apresentaram uma lesão durante o período de competição, para que pudesse ser analisada a variação no indicador ACWR nas semanas que antecederam a ocorrência da lesão. Embora dois atletas que eventualmente se lesionaram tenham mostrado aumentos nos valores de ACWR, o mesmo não explica um no terceiro atleta porque o valor do ACWR manteve -se constante, a análise destaca que o limiar considerado “zona de risco” pode não ser um preditor infalível de lesões. Apesar das limitações do ACWR como indicador isolado, o estudo sugere a sua utilidade na monitorização da carga de treino e destaca a complexidade da relação entre carga de trabalho e as lesões.

Palavras – chave: ACWR; lesão; carga de treino

Abstract

This document, as part of the internship report, falls within the scope of the second year of the Master's Degree in Exercise and Health at the Instituto Superior de Estudos Interculturais e Transdisciplinares de Almada (Instituto Piaget), begins to sample the main expectations and characterizes the department with which I worked. The document is divided into two chapters. In chapter I, the interventions that were carried out during the internship will be detailed, characterizing with scientific support the tasks that I had throughout the internship, followed by the theoretical framework referring to scientific research that aroused my interest with one of the tasks that I had in the internship. Chapter II will present the research and its objective, which was to understand the relationship between the acute:chronic workload ratio (ACWR) and the incidence of injuries. Specifically, the research sought to understand whether variations in the ACWR value were associated with an increased risk of injury. For the analysis of the study, the 3 athletes who presented an injury during the competition period were selected, so that the variation in the ACWR indicator in the weeks preceding the occurrence of the injury could be analyzed. Although two athletes who were eventually injured showed increases in ACWR values, this does not explain one in the third athlete because the ACWR value remained constant, the analysis highlights that the threshold considered "risk zone" may not be a predictor infallible from injuries. Despite the limitations of ACWR as an isolated indicator, the study suggests its usefulness in monitoring training load and highlights the complexity of the relationship between workload and injuries.

Keywords: ACWR; injury; training load

Introdução

A elaboração deste relatório enquadra-se no âmbito da realização do estágio curricular para a conclusão e obtenção do título de mestre, do 2º Ciclo de Estudos em Exercício e Saúde. O estágio foi realizado no segundo ano do curso, com início em julho de 2022 e com o término em junho de 2023, tendo este sido realizado num clube desportivo, o Sporting Clube de Portugal no departamento Centro de Otimização Desportiva, na secção de Performance. A intervenção foi com a equipa profissional de Andebol do clube. O presente relatório relata as atividades que foram desenvolvidas ao longo do período de estágio, assim como a investigação científica realizada na instituição acolhedora, culminando com conclusões práticas, assim como considerações finais sobre o trabalho desenvolvido.

Este documento encontra-se estruturado em diferentes capítulos iniciando pelas atividades de estágio, onde são descritas as experiências vividas durante esse percurso, atividades desenvolvidas e as minhas expectativas e reflexões. Posteriormente, é apresentada a investigação científica onde se estudou a utilização de um método de monitorização de carga e gestão de fadiga, sendo um tema fundamental para a maximização do rendimento no treino, tendo este sido trabalhado na instituição acolhedora. Por último, O documento termina com algumas reflexões finais, assim como com as referências bibliográficas utilizadas para suportar cientificamente o trabalho desenvolvido e apresentado. Durante o estágio, tive a oportunidade de aplicar os conhecimentos teórico-práticos adquiridos ao longo do curso, integrando-me de forma ativa no ambiente profissional do clube desportivo. As atividades desenvolvidas envolveram não apenas a análise e otimização do desempenho da equipa de Andebol, mas também a colaboração com outros profissionais do departamento, proporcionando uma visão holística das práticas no Centro de Otimização Desportiva. Essa imersão prática permitiu-me compreender os desafios e nuances do trabalho no contexto desportivo de alto rendimento.

No âmbito da investigação científica realizada, aprofundei-me na análise de métodos de monitorização de carga e gestão de fadiga, destacando a importância desses protocolos para a redução do risco de lesões e aprimoramento do desempenho atlético. A interação com a equipa técnica e atletas proporcionou dados valiosos, contribuindo para a construção de conclusões embasadas em experiências reais e resultados mensuráveis. A relevância prática dessa pesquisa revelou-se crucial para aprimorar as estratégias de treino adotadas pelo clube.

Por fim, as reflexões finais destacam não apenas a aplicação prática dos conhecimentos teóricos, mas também a importância do estágio como um catalisador para o crescimento profissional e pessoal. O impacto direto nas operações do Sporting Clube de Portugal, especialmente na secção de Performance, atesta a significativa contribuição do estágio para a minha formação e para o desenvolvimento contínuo no campo do Exercício e Saúde. Este relatório serve como um testemunho documentado dessa jornada, consolidando as aprendizagens, desafios superados e perspetivas para futuras contribuições no campo desportivo e académico.

Expectativas

Até aqui a minha experiência profissional como técnico de exercício físico tinha sido em ginásios e estúdios em que trabalhava com diversas populações, desde idosos a jovens adultos. Simultaneamente, conciliava esta atividade com treino em equipas desportivas onde aproveitava para trabalhar a componente das qualidades físicas. Ao ingressar no Sporting Clube de Portugal, surge uma importante oportunidade para poder trabalhar e experimentar a tempo inteiro o trabalho das

qualidades físicas no alto rendimento. Tive grandes expectativas no início do estágio porque seria a primeira vez que iria acompanhar um plantel a nível profissional de uma modalidade coletiva. Apesar de já ter experienciado anteriormente o trabalho com atletas profissionais, tal nunca aconteceu com um plantel em que teria de ajustar continuamente a sua periodização consoante as fases de competição. A alta competição sempre foi o meu grande interesse em intervenção e cuidar da saúde dos atletas e manter a alta performance, é sem dúvida um grande desafio para quem está nesta área. Assim, através desta curiosidade e da quantidade limitada de investigação científica sobre esta ferramenta, surgiu o interesse em investigar sobre a predição de lesões em atletas de alta competição, tendo sido utilizado um método chamado *Acute Chronic Work Ratio* (ACWR).

Durante o estágio no Sporting Clube de Portugal, a imersão no ambiente de alto rendimento proporcionou uma perspetiva única sobre os desafios inerentes ao acompanhamento de uma equipa profissional. A necessidade de ajustar continuamente a periodização, considerando as distintas fases de competição, destacou a complexidade do planeamento do treino em níveis elevados. Esta experiência prática permitiu-me não só aplicar conhecimentos teóricos, mas também desenvolver habilidades adaptativas e estratégias específicas para otimizar o desempenho atlético em contextos de competição intensa. O foco na predição de lesões, utilizando o método ACWR, revelou-se uma abordagem inovadora para mitigar riscos e manter a saúde dos atletas. A pouca investigação científica nesta área, particularmente em contextos de alta competição, destacou a relevância do meu projeto de investigação. A oportunidade de contribuir para o desenvolvimento de protocolos de redução de risco de lesão específicos para atletas de elite reforçou a importância da interseção entre a prática profissional e a investigação na evolução das práticas no campo do exercício e saúde.

As expectativas iniciais foram não apenas atendidas, mas superadas, à medida que fui desafiado a aplicar abordagens inovadoras e a adaptar-me a um ambiente dinâmico e exigente. A sinergia entre a minha paixão pela alta competição e a responsabilidade de zelar pela saúde dos atletas destacou-se como um dos pontos mais gratificantes do estágio. A experiência no Sporting Clube de Portugal não apenas solidificou a minha dedicação ao campo do exercício e saúde, mas também abriu portas para futuras contribuições e aprendizados neste cenário desafiador e estimulante.

Centro de Otimização Desportiva (COD)

O Centro de Otimização Desportiva (COD) é uma iniciativa crucial do clube para mundo do desporto moderno. Seu propósito principal é fornecer suporte abrangente às modalidades desportivas, abordando diferentes aspetos que influenciam diretamente o desempenho dos atletas. O COD não se limita a apenas uma área, mas engloba diversas unidades especializadas para abordar as necessidades específicas dos desportistas. O objetivo principal do COD é elevar o desempenho dos atletas a níveis excecionais, proporcionando um ambiente que favoreça o crescimento e o sucesso desportivo. A ideia é criar uma abordagem holística que considere não apenas o corpo, mas também a mente e outros fatores que podem afetar o rendimento desportivo. As áreas de apoio oferecidas pelo COD incluem nutrição, reabilitação, psicologia, clínica e performance.

A unidade de nutrição é uma peça-chave do COD, dedicada a assegurar que os atletas recebam a nutrição adequada para atender às demandas físicas e energéticas do treino e competição. Um regime nutricional personalizado não apenas contribui para a resistência física, mas também desempenha um papel crucial na recuperação após atividades intensas.

A reabilitação é outra faceta crucial do COD, focada em tratar de lesões e recuperação física. Esta unidade trabalha em estreita colaboração com fisioterapeutas para garantir que os atletas estejam nas melhores condições físicas possíveis. A rápida recuperação após lesões é vital para manter a consistência no desempenho atlético.

A psicologia desportiva, integrada ao COD, assume a responsabilidade de desenvolver a mentalidade dos atletas. Este suporte não é apenas para enfrentar a pressão competitiva, mas também para fortalecer a resiliência emocional, a concentração e a confiança. A mente e o corpo são interligados, e um estado mental positivo pode ter um impacto direto no rendimento desportivo.

A unidade clínica do COD cuida da saúde geral dos atletas, esta unidade está ao cuidado de profissionais de medicina desportiva. Exames médicos regulares, gestão de condições de saúde existentes e a prevenção de doenças são áreas de foco. Garantir que os atletas estejam em condições ótimas de saúde é fundamental para um desempenho consistente ao longo do tempo.

A unidade de performance do COD foi a unidade onde realizei o meu estágio, esta unidade é um elemento fundamental para a otimização do desempenho atlético, concentra-se no desenvolvimento das qualidades físicas dos atletas. Preparadores físicos especializados nesta área trabalham em estreita colaboração com as equipas técnicas, visando otimizar sua capacidade técnica, tática e física, otimizando as habilidades específicas, e estratégias competitivas.

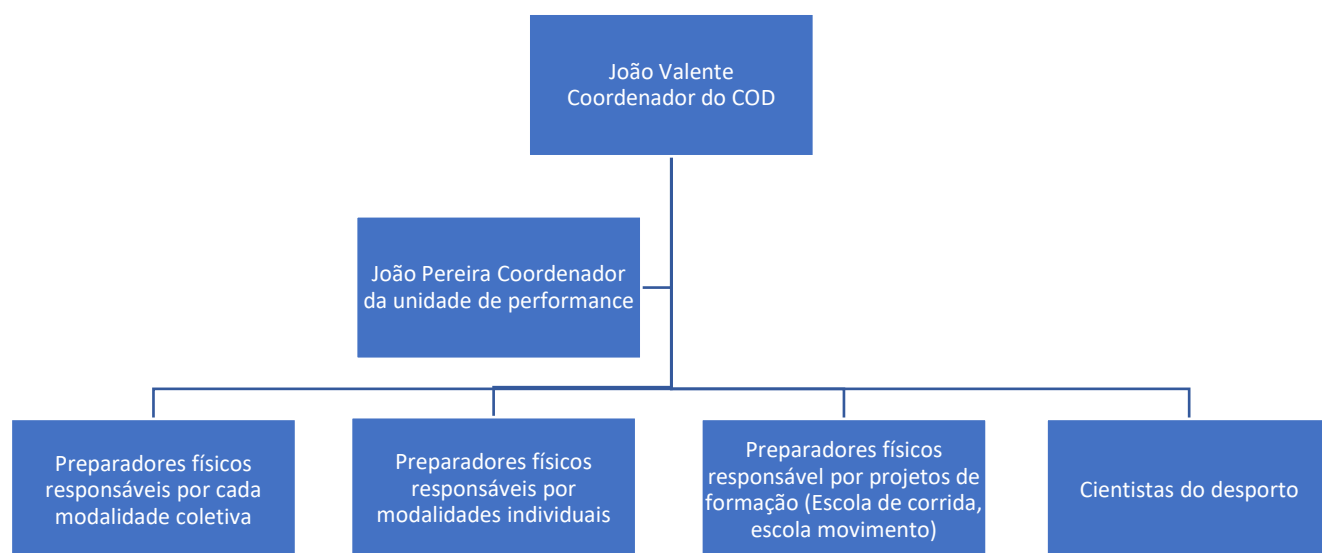


Figura 1 - Organograma da unidade de performance

Capítulo I – Atividades de Estágio

Caracterização do Local de Estágio

O Sporting Clube de Portugal, fundado em 1906, é uma das instituições desportivas mais prestigiadas e antigas de Portugal. O clube, sediado em Lisboa, tem uma história rica e é conhecido pela sua paixão pelo desporto, especialmente no futebol. Com um vasto número de títulos nacionais, o Sporting tem uma base de adeptos que demonstra um compromisso inabalável com as cores verde e branco. A academia de formação do Sporting é reconhecida internacionalmente pela produção de talentos excepcionais, alimentando o sucesso contínuo do clube. Ao longo dos anos, o Sporting tem sido uma presença constante nas competições europeias, contribuindo para a notoriedade do futebol português a nível global em proporcionar uma experiência de alta qualidade aos seus adeptos.

Além do futebol, o Sporting mantém uma presença forte em diversas modalidades desportivas, como o atletismo, andebol, futsal, entre outras. O lema do clube, “Esforço, Dedicação, Devoção e Glória”, reflete os valores fundamentais que orientam as atividades do Sporting Clube de Portugal. A experiência de estágio nesta instituição ímpar proporciona uma visão valiosa sobre o funcionamento interno de um dos clubes mais emblemáticos do país.

O Sporting clube de Portugal é uma instituição polidesportiva que se destaca não apenas pelo futebol, mas também por diversas modalidades. Sendo o andebol umas delas. O departamento do andebol do Sporting é reconhecido pelo seu alto nível competitivo e conquistas significativas.

A equipa de andebol do Sporting tem uma história de sucesso no panorama desportivo português. Participando na principal competição de andebol do país, a equipa compete ao mais alto nível, enfrentando adversários de relevo e contribuindo para o prestígio do clube. Com uma abordagem focada na formação de talentos, o Sporting tem desenvolvido uma academia de andebol que alimenta não apenas a equipa principal, mas também as seleções nacionais.

A aposta do clube na modalidade vai além do campo de jogo. A estrutura de apoio e os métodos de treino é moderna e abrangente, visando não só a obtenção de resultados desportivos, mas também o desenvolvimento integral dos atletas. A presença regular nas competições europeias é um testemunho do estatuto internacional da equipa e andebol do Sporting.

O estágio foi no clube no Centro de Otimização Desportiva no departamento de performance das modalidades do Sporting Clube de Portugal. O grande objetivo do estágio foi os treinos das qualidades físicas, onde se trabalham as capacidades de velocidade, de mudança de direção, capacidade aeróbia, força e potência muscular (Till et al., 2017). As qualidades em que se trabalha com maior volume, depende da exigência física que a modalidade apresenta e a posição do atleta. O local das intervenções foi na unidade de performance e no campo de treino no pavilhão multidesportivo do clube, sendo a unidade de performance e o campo treino eram muito próximos no mesmo local. Em dois momentos da época utilizou-se um terceiro local de intervenção que foi a pista de atletismo municipal “Professor Moniz Pereira” que fica na freguesia do Lumiar.

No campo treino, a intervenção realizada apenas requereu a utilização cones e barreiras porque a qualidade que se trabalhava era a capacidade de mudança de direção e velocidade de curta distância (aceleração) durante a fase de aquecimento sem bola dos treinos das qualidades técnicas e táticas da modalidade. Na unidade de performance foi utilizado um ginásio equipado com barras olímpicas, halteres, ergómetros, elásticos de resistência, cordas para saltar, barras hexagonais, entre outros. Nesse local já era uma intervenção onde ocupava uma porção significativa do tempo para trabalhar a qualidade da força e potência muscular. Na pista de atletismo foram realizadas 8 sessões durante o ano

inteiro em que foram divididas as 4 primeiras na pré-época e as últimas 4 na fase transitória onde houve uma paragem de campeonato que foi em janeiro. Nestes treinos, a qualidade que foi trabalhada nesse local de intervenção foi a capacidade aeróbia.

O início das atividades do estágio ocorreu de acordo com a periodização estabelecida pela equipa principal de andebol e o planeamento semanal. A temporada teve início em 21 de julho, com a realização de avaliações médicas, nutricionais, de desempenho e de reabilitação. Nesse contexto, fui designado para acompanhar as avaliações físicas e de reabilitação, áreas nas quais, na qualidade de preparador físico/fisiologista do exercício, desempenho um papel ativo. Nas primeiras avaliações, limitei-me a observar e a fazer anotações pertinentes. Posteriormente, passei a auxiliar no registo dos dados obtidos pelos atletas, atuando em cooperação com os avaliadores, que incluíam o preparador físico e o fisioterapeuta.



Figura 2- Vista exterior do pavilhão multidesportivo (imagem retirada do bloge "wiki sporting")



Figura 3 - Pista de atletismo municipal prof. Moniz Pereira (imagem retirada do site da camara de lisboa)



Figura 4 - Local de intervenção do estágio (ginásio)



Figura 5 - Local de intervenção o estágio (ginásio)



Figura 6 - Campo de treino da equipa de andebol no pavilhão multidesportivo (Imagem retirada do site "Sport clubs" em um jogo de treino da formação)

Tarefas

No início do estágio, as minhas intervenções limitavam-se à observação das avaliações e dos treinos. Sempre que possível, auxiliava nos treinos de habilidades técnicas e táticas da modalidade. Durante esse período, contribuía na montagem das estações para os treinos de força, ajustando bancos, montando barras nas *racks* e ajudando na disposição de cones para a realização dos exercícios. Adicionalmente, participava ativamente na montagem e desmontagem das balizas, visando otimizar a logística dos treinos para garantir a máxima eficiência e qualidade dos mesmos.

A minha principal responsabilidade era observar e aprender para, posteriormente, aplicar o conhecimento adquirido. Com o término da pré-temporada e o início do período competitivo, comecei a ter uma intervenção mais significativa nos treinos das qualidades físicas e na monitorização do desempenho dos atletas. Uma das ferramentas utilizadas para avaliar o estado de prontidão dos atletas era o exercício "*Broad Jump*", um salto horizontal com os pés juntos. Esse exercício era realizado de forma regular, permitindo ao preparador físico monitorizar o progresso dos atletas sem a necessidade de avaliações constantes. Ao longo do estágio, fui ganhando mais responsabilidades, podendo corrigir erros na execução dos exercícios e até assumir o papel principal de treinador em alguns treinos, sempre sob supervisão e seguindo o plano elaborado pelo preparador físico principal.

Durante a temporada, desenvolvi um interesse especial em um método de monitorização de carga interna. Solicitava aos atletas que avaliassem, numa escala de 0 a 10, a dificuldade, desafio ou intensidade percebida em cada treino. Esse método, conhecido como "Escala Subjetiva de Esforço" (PSE), tornou-se o foco da minha investigação científica. Utilizando o valor da PSE e a duração total da sessão, calculava a carga de treino em Unidades Arbitrárias (UA). Por exemplo, multiplicar um PSE de 8 por 60 minutos resultava em 480 UA, representando a carga de treino do atleta. Através desse método de monitorização, o tema central da minha investigação científica tornou-se no cálculo do rácio entre a carga de trabalho aguda e crónica (ACWR). Este cálculo tem o potencial de proporcionar informações importantes sobre o equilíbrio entre esforço imediato e carga de treino acumulada ao longo do tempo

Avaliações

Nas avaliações de desempenho, procedeu-se à análise meticulosa do perfil de força, velocidade e potência dos membros inferiores. Esse exame detalhado permitiu uma compreensão aprofundada das características físicas essenciais para o desempenho atlético, fornecendo informações importantes sobre a capacidade de produção de força - velocidade de execução e a potência gerada durante movimentos específicos. Ao utilizar protocolos precisos e tecnologias avançadas de medição, conseguimos mapear de forma abrangente as capacidades físicas dos atletas, identificando pontos fortes e áreas passíveis de desenvolvimento. Essa abordagem baseada em evidência científica contribuiu diretamente para a personalização das estratégias de treino, permitindo-nos adaptar as intervenções de forma precisa às necessidades individuais de cada membro da equipa. A análise do perfil de força/velocidade/potência não apenas fundamentou as decisões no plano de treino, mas também desempenhou um papel crucial na redução do risco de lesão. Ao compreendermos as exigências específicas colocadas nos membros inferiores durante a prática desportiva, pudemos implementar medidas preventivas específicas para reduzir o risco de lesões musculares e articulares como na coxa, joelho e tornozelo (Vila, H et al., 2022). Esta abordagem holística demonstra a integração eficaz entre a avaliação de desempenho e a preservação da saúde do atleta, destacando a importância vital desses processos no ambiente de alto rendimento.

Perfil força - velocidade

O perfil força – velocidade é um conceito que se refere à relação entre a força muscular e a velocidade de movimento numa atividade. O treino de força – velocidade envolve estratégias específicas para melhorar a capacidade de gerar força o mais rapidamente possível. Assim, no momento de seleção das avaliações, um dos fatores tidos em consideração foi o deslocamento de cargas com base na velocidade para traçar o perfil do atleta.

Uma das principais características no desempenho físico nas modalidades desportivas como é o caso do andebol, é a capacidade de produzir alta potência mecânica durante saltos, acelerações e movimentos balísticos (Cronin et al., 2005). Segundo Morin (2016) este fator, depende da capacidade dos sistemas neuromusculares e osteoarticulares dos atletas em gerar altos níveis de força em aplicá-las com eficácia no seu ambiente, como por exemplo no solo, na bola, e produzir a força em alta velocidade de contração. A avaliação de Perfil força – velocidade foi com base no tipo de treino baseado em velocidade (VBT – *velocity based training*) que é o uso da velocidade na fase concêntrica do movimento para prescrever a intensidade e volume em um programa de treino de força (Barré 2017). Foram escolhidos dois exercícios para esta avaliação, um deles para membros superiores (supino plano com barra) e um para membros inferiores (agachamento com a barra “Trap Bar”). A velocidade aplicada nos testes foram a velocidade média (MV) que é a velocidade média que começa a ser medida desde o início do movimento da fase concêntrica até ao fim.

Na literatura científica, a velocidade pode ser usada para prescrever a intensidade de treino porque existe uma relação entre a força relativa (%1RM) e a velocidade da fase concêntrica de um movimento, quando a carga é levantada o mais rápido possível com uma técnica correta (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010). Nas avaliações realizadas, com base na evidência científica existente, foram definidas diferentes zonas de intensidades para traçar o perfil do atleta e ter a 1 Repetição máxima (1RM) de cada exercício. Foram testados três tipos de carga: leves (< 65%) média (65% a 85%) e alta (>85%). Toda a execução de movimento deve ser realizada com a máxima intensidade possível. Nas

nossas avaliações, fizemos três séries em que a primeira foi com quatro repetições e a velocidade não podia ser abaixo do 1,10 m/s, a segunda série foi com três repetições e não podia ser abaixo dos 0,90 m/s, a terceira série foi com duas repetições e as velocidades não podiam ser abaixo do 0,60 m/s.

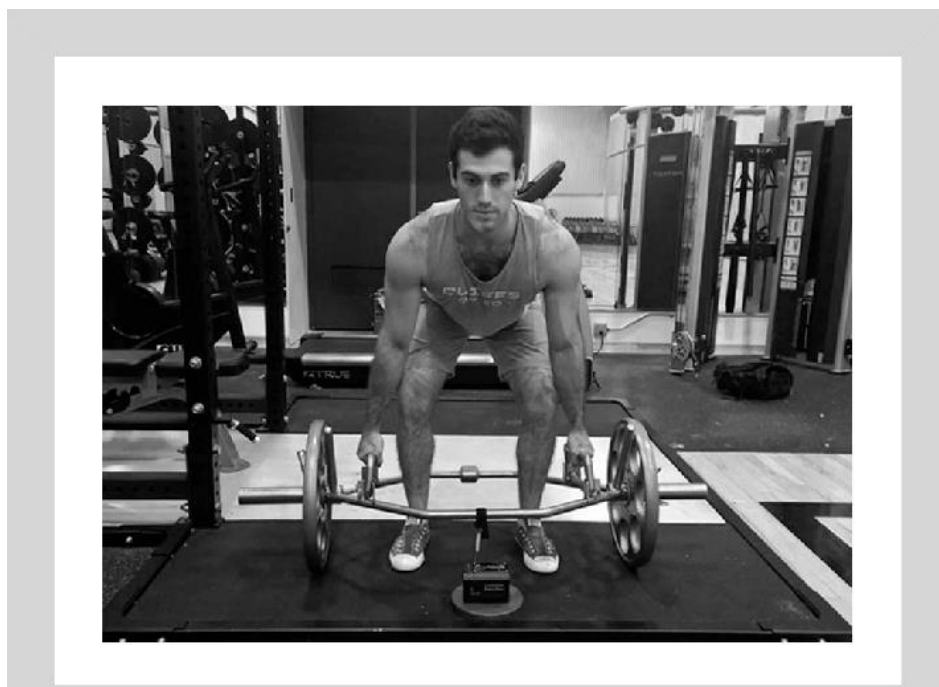


Figura 7 - Teste Squat Trap Bar (Retirada do artigo Lockie et al., 2018)



Figura 8 - Teste Supino (Retirada do artigo de McGrath et al., 2018)

Potência

A potência muscular é uma qualidade física que se refere à capacidade de os músculos gerarem força rapidamente. No treino das qualidades físicas, a potência é uma combinação de força e velocidade (Dal Pupo, J et al., 2010). Os testes de potência muscular de membros inferiores que fizemos foram o “*Squat Jump*”, “*Countermovement jump*” e o “*Drop Jump*”.

O teste *squat jump* é usado para medir a potência dos membros inferiores de um atleta (Young, W. 1995). Também é menos usado em conjunto com um *Countermovement jump* para identificar as capacidades de força reativa de um atleta durante um ciclo alongamento - encurtamento (Young, W. 1995). O teste consiste em realizar um salto numa posição em semi agachamento e saltar sem realizar um contramovimento, apenas existindo a fase concêntrica.

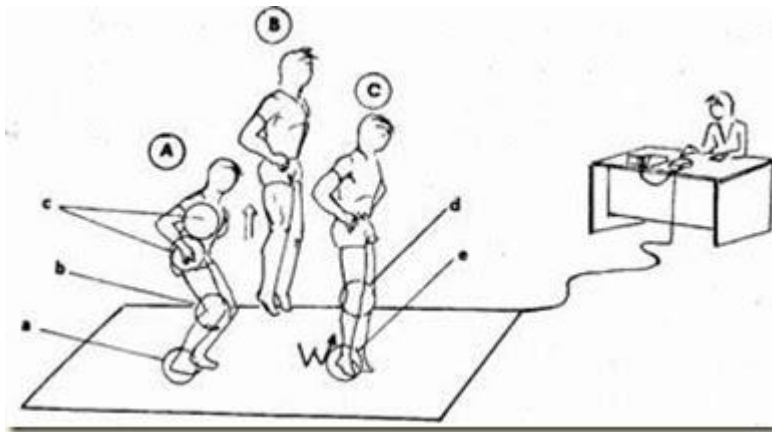


Figura 9 -Teste de Squat Jump (Retirada do blog “Sports fitness science”)

O teste *Countermovement jump* é usado principalmente para medir a potência dos membros inferiores dos atletas (Young, W., 1995) e tornou-se um dos testes mais frequentemente usados por treinadores e investigadores para medir indiretamente a força nos membros inferiores (Dias, J. A., et al 2011). Este teste pode ser realizado com ou sem o uso do balanço do braço, mas nós usamos sem o balanço dos braços porque com o balanço o desempenho do teste aumenta cerca de 10% ou mais (Cheng et al., 2008). O teste consiste em o atleta saltar em com as mãos na anca, faz um contramovimento e salta o mais alto que conseguir, não foi dada nenhuma restrição na amplitude no contramovimento porque iria condicionar a altura em que atleta conseguia fazer o salto.



Figura 10 - Teste countermovement jump (Retirada no site da “Vitruve”)

O teste *drop jump* foi desenvolvido como parte do Teste de Avaliação de Qualidades de Força desenvolvido pelo *Australian Institute of Sport* (Young, 1995) para medir a força reativa de um atleta. O teste consistiu em o atleta cair de uma plataforma de 30 centímetros e após a receção do solo, o atleta saltar o mais alto que conseguir. À semelhança dos dois testes anterior, os atletas também executaram com as mãos na anca. Os atletas fizeram três saltos de cada teste e posteriormente calculou-se a média.

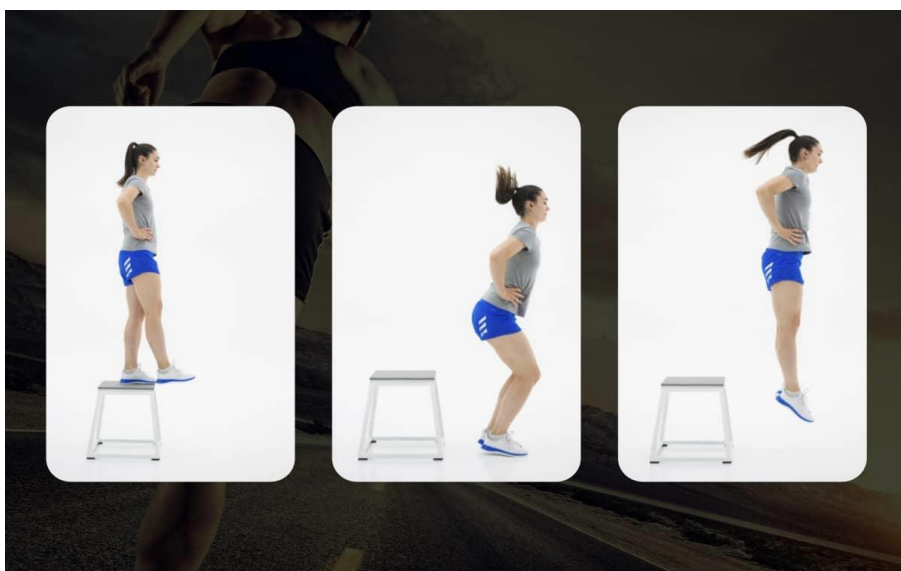


Figura 11 - Teste drop jump (Retirada no site da “Moticon”)

Planos de treino

Os planos de treino eram muito variados consoante a periodização da equipa. Na fase competitiva, o objetivo era manter a forma física dos atletas e variando a carga consoante a calendarização desportiva, mas normalmente, a sessão de treino de força era dividida em três partes: core, ativação e a parte principal do treino.

No plano de treino, a região do core foi sempre trabalhada porque é onde se encontra o centro de força do corpo para o desenvolvimento atlético (Casey et al., 2012). Os exercícios variavam, mas era sempre realizado um exercício anti-rotação, anti-flexão lateral e anti extensão. A ativação muscular era realizada com o objetivo de preparação para a parte principal do treino, onde eram feitos exercícios que estimulavam movimentos biomecanicamente idênticos aos que seriam realizados na sessão. Na parte principal do treino, não era realizado muito volume para evitar o aparecimento da dor muscular tardia (DOMS; *delayed onset muscle soreness*), mas o treino era realizado com a máxima intensidade, consoante as RM's (1 repetição máxima) dos atletas. O protocolo utilizado no treino foi o treino de contraste, um método de treino onde após a execução de um exercício pesado de força o atleta executa um exercício balístico de forma a aumentar a potência produzida durante o segundo (Ebben, 2002). Este método, utiliza o fenómeno do "Potenciação pós ativação" (PAP) na sua base, um fenómeno pelo qual as características de performance do músculo são potenciadas de acordo com a sua história contrátil, perante um estímulo de contração máximo ou submáximo, existindo uma janela temporal na qual a taxa de produção de força perante cargas submáximas aumenta acima dos valores normais (Sale, 2002).

Exemplo de um plano de treino na fase preparatória:

Durante a fase preparatória, o plano de treino de força é meticulosamente projetado para estabelecer a base robusta necessária para o sucesso a longo prazo. Priorizando a adaptação estrutural, concentra-se em exercícios compostos, como agachamentos e peso morto, para fortalecer músculos, tendões e ligamentos. A estabilidade articular é aprimorada através de exercícios que desafiam os músculos estabilizadores. Com uma programação que varia entre membros inferiores, superiores, treino de corpo inteiro e foco na estabilidade, esse plano visa não apenas construir força, mas também corrigir desequilíbrios musculares, assegurando uma preparação holística para os desafios mais intensos que se seguirão.

No Quadro 1 segue um exemplo de um plano de treino na fase preparatória.

Quadro 1 – Exemplo de um plano de treino na fase preparatória

Exercício	Séries	Repetições
Core: Anti extensão c/bola suíça	3	12
Core: Bird Dog	3	12
Core: Half Kneeling Plate/DB Rotation	3	8
Parte Principal: Rotação Externa	2	10 + 10
Parte Principal: Extensão do Braço	2	10 + 10
Parte Principal: Cable Seated Row	2	10
Parte Principal: Shoulder Press c/Joelho no chão	2	10
Parte Principal: Bench press c/halter	2	10
Parte Principal: Tríceps Corda	2	10
Squat trap bar	2	10

Exemplo de dois planos de treino na fase competitiva:

Na fase competitiva, o treino de força assume um papel refinado e estratégico para potencializar o desempenho atlético. A ênfase recai na otimização de força máxima e explosividade, visando a aplicação eficaz dessas capacidades específicas da modalidade em questão. O volume e intensidade do treino são ajustados para evitar a fadiga excessiva durante os períodos de competição. Exercícios específicos da modalidade ganham destaque, integrando movimentos funcionais que replicam as exigências da competição. É aplicada uma periodização específica para garantir picos de forma durante eventos-chave (competições), e a atenção minuciosa à recuperação torna-se fundamental, incluindo estratégias como a crioterapia e a massagem. Nessa fase, cada sessão de treino é uma peça importante para a performance competitiva, direcionando-se não apenas para o aumento de força, mas para a sua aplicação precisa e eficiente no contexto desportivo.

No quadro 2, é possível observar um exemplo de um plano de treino “push” (ações de empurrar) que se concentra em exercícios que envolvem movimento de “empurrar”. Os dois exercícios principais de força, têm sempre um “*transfer*” com um exercício balístico biomecanicamente semelhante.

Quadro 2 - Exemplo de um plano de treino “Push” em fase competitiva

Exercício	Séries	Repetições
Mobilidade articular	1	10
Core: Rollout – Anti extensão	3	6
Core: Farmer walk – Anti Flexão	3	20 metros cada lado
Core: Pallof – Anti Rotação	3	10 + 10
Ativação: Bench press com halter	3	10
Ativação: Remada unilateral	3	10
Ativação: Globet Squat	3	10
Parte principal: Bench press com barra + bola para a parede	3	6 + 4
Squat Trap Bar + Box Jump	3	6 + 4

No quadro 3, é possível observar um exemplo de um plano “pull” que se concentra principalmente exercícios com movimentos que envolvem “puxar”. À semelhança do plano do quadro anterior, os dois exercícios principais de força têm um exercício balístico biomecanicamente semelhante.

Quadro 3 - Exemplo de um plano de treino “Pull” em fase competitiva

Exercício	Séries	Repetições
Core: Dead Bug – Anti extensão	3	10
Core: Flexão Lateral c/KTB – Anti Flexão lateral	3	10
Core: Landmine - Anti Rotação	3	5 + 5
Flexão c/ Remada	4	14-12-12-10
Remada Baixa Uni c/cabo	4	10-10-8-8
Pullover + Lançamento da bola	3	14-12-10 + 8
Box Squat c/barra + CMJ p/box	3	14-14-10 + 4

Referencial Teórico

A gestão de carga é um dos fatores mais importantes relativamente à prevenção de lesões (Impellizzeri et al., 2004). Assim, analisar a carga diária e a sua gestão semanal são fatores fundamentais, sendo a relação entre a carga atual e a carga promovida no passado um fator importante para se compreender e adaptar a progressão realizada ao longo do tempo (clemente et al., 2021). Deste modo, é fundamental que se compreenda a distinção e relação entre as variáveis agudas e crónicas, assim como a sua importância no rendimento desportivo.

Variáveis

Variável aguda

No desporto de elite, é comum recolher-se dados regularmente após cada treino e jogo, como a intensidade do exercício através do GPS ou a carga interna de uma sessão através da perceção subjetiva de esforço (PSE). Fazem-se comparações semanais para obter dados mais consistentes e objetivos sobre a carga aplicada durante os treinos e, assim, torna-se possível analisar a carga de trabalho aguda realizado por cada atleta (Joyce et al., 2022). A carga aguda é a carga acumulada por um atleta numa semana (Hulin et al., 2015), correspondendo a toda carga realizada nos treinos ou competições dentro desse período. O método para calcular a carga aguda é através da multiplicação da classificação da PSE reportada pelo atleta pela duração da sessão (Hulin, 2016). Por exemplo, se um atleta reportou uma classificação de PSE de 6 e treinou por 100 minutos, a sua carga de trabalho por dia seria de 600 unidades arbitrarias (UA) ($6 \times 100 = 600$). Se o atleta treinou duas vezes num dia, algo comum em atletas de elite, a carga de trabalho para ambas as sessões seria somada para calcular a carga de trabalho aguda para aquele determinado dia (por exemplo, $600 + 600 = 1200$ UA). Uma unidade arbitrária refere-se a uma unidade de medida que não está relacionada a uma quantidade física específica ou a um padrão de medida universalmente reconhecido. Em outras palavras, é uma unidade de medida que é escolhida de forma arbitrária ou conveniente para um determinado contexto ou sistema, mas não possui uma relação direta com uma grandeza física fundamental. De modo a ter uma monitorização da carga aguda de uma equipa, este processo terá de ser feito para cada atleta em todos os treinos e competições dentro do período já referenciado.

Variável crónica

A carga de trabalho crónica geralmente representa a medida da carga de trabalho aguda de 4 semanas (Hulin et al., 2015). É um valor que revela ao treinador o estado de prontidão de cada atleta antes do jogo ou treino. Um exemplo prático de uma carga de trabalho média semanal aguda poderia ser a seguinte:

- Semana 1 = 1400 UA
- Semana 2 = 1200 UA
- Semana 3 = 1800 UA
- Semana 4 = 1600 UA

Neste caso, o valor da carga de trabalho crónico de 4 semanas seria a média das quatro cargas de trabalho, ou seja, $(1400 + 1200 + 1800 + 1600) / 4 = 1500$ UA. Apesar deste exemplo representar a carga de trabalho crónica de 4 semanas, um valor de carga de trabalho crónico de 3 semanas (21 dias) também é frequentemente utilizado (Hulin, 2015).

Rácio de trabalho entre carga aguda e crónica

A carga de trabalho aguda:crónica (ACWR) é um modelo que fornece um índice de preparação do atleta. Este indicador tem em consideração a carga de trabalho atual e a carga de trabalho contínua de 7 dias (carga aguda), e a carga de trabalho para a qual um atleta foi preparado, a carga de trabalho contínua de 28 dias (carga crónica) (Hulin et al., 2014). O ACWR é considerado um modelo fitness-fadiga, onde a carga crónica é análoga a um estado de “boa performance” e a carga aguda é análoga a um estado de “fadiga”. Se o desempenho representa a diferença entre condicionamento físico e fadiga, o ACWR visa prever o desempenho comparando cargas agudas e crónicas como uma proporção (Hulin et al., 2014; Banister et al., 1975). Adicionalmente, o ACWR tem sido usado como uma ferramenta para tentar prever o aparecimento de lesões, onde um ACWR muito alto se encontra associado a um risco significativamente mais elevado de lesões (Nicholas et al., 2016). O valor do ACWR é calculado dividindo a carga de trabalho aguda (fadiga) pela carga de trabalho crónica (White, 2017; Hulin et al., 2014). Por exemplo, se o atleta apresentar um valor de carga de trabalho aguda de 1400 UA e uma carga de trabalho crónica de 1500 UA, o valor de ACWR será de 0,93.

Modelos de taxa de carga de trabalho aguda: crónica

Existem dois modelos principais para calcular o ACWR, sendo eles o modelo de média móvel (RA) e o modelo de média móvel exponencialmente ponderada (EWMA). A diferença entre eles é a pontuação atribuída devido à classificação aos dados de carga de trabalho. No modelo RA, o valor obtido em cada semana de treino contribui de igual modo para o cálculo do valor total. Isto significa que este modelo considera que o nível de fadiga acumulado em cada semana tem um impacto semelhante no cálculo do valor de fadiga crónica, ou seja, a fadiga acumulada na semana 1 terá o mesmo impacto que a fadiga acumulada na semana 4 (White, 2017). O modelo EWMA coloca maior ênfase na carga de trabalho mais recente que um atleta executou, atribuindo um peso decrescente para cada valor de carga de trabalho mais antigo (Murray et al., 2016). Este modelo foi feito especificamente para levar em conta a natureza decadente da condição física e natureza não linear da ocorrência de lesões e da carga de trabalho (Hawley, 2002.). Adicionalmente, representa melhor as variações e a natureza das cargas acumuladas (Williams, 2016). Segundo a literatura científica, o modelo EWMA demonstrou ter maior sensibilidade para detetar aumentos na probabilidade de ocorrência de lesões em comparação com o modelo RA (Murray et al., 2016). O modelo EWMA também é mais ajustável às mudanças diárias na carga de trabalho, permitindo que os profissionais detetem melhor onde um atleta se situa no espectro ACWR, possibilitando aos profissionais evitar que os seus atletas entrem na chamada “zona de perigo” (Gabbett, 2016). No entanto, a escolha de modelo a ser utilizada dependerá do profissional, embora o modelo EWMA explique melhor a natureza decadente da condição física e parece ser mais sensível na deteção do risco de lesão do que o modelo RA. Na prática, o EWMA é mais fácil de trabalhar e parece ser mais útil na monitorização diária do atleta. O modelo que o profissional decide usar tem implicações práticas e, portanto, requer intervenções cuidadosas e planeadas para fazer as melhores alterações de carga de treino.

ACWR e risco de lesão

Como referenciado anteriormente, comparar a carga de treino aguda com a carga de treino crónica como uma proporção fornece um indicador instantâneo da prontidão e preparação do atleta. Se a carga de treino aguda for baixa, ou seja, se o atleta estiver com uma fadiga mínima, mas a carga de treino crónica for alta, significa que o atleta desenvolveu uma boa condição física, encontrando-se o atleta bem preparado (Gabbett, 2016). Nesse caso, o ACWR será igual ou inferior a 1,00. No entanto, se a carga aguda for alta, ou seja, na presença de níveis altos de fadiga, mas a carga crónica fosse baixa, significaria que o atleta teria níveis baixos de condição física, estando o atleta num estado mais fatigado. Neste caso o ACWR seria superior a 1,00 (Gabbett, 2016). A literatura indica que na prática, o ACWR pode ser monitorizado todos os dias, para cada atleta. O valor real em proporção terá um significado prático e, com o planeamento e alteração cuidadoso, pode ajudar a reduzir o risco de lesão. O valor ACWR poderá ser interpretado do seguinte modo: $> 1,50$ = “zona de perigo” = maior risco relativo de lesão (figura 7). No entanto, dados a validar estas categorias relativamente à relação entre o indicador ACWR e risco de lesão são limitados, podendo ser influenciados por fatores intra- e interindividuais, assim como a natureza da lesão (traumática ou por acumulação de esforço).

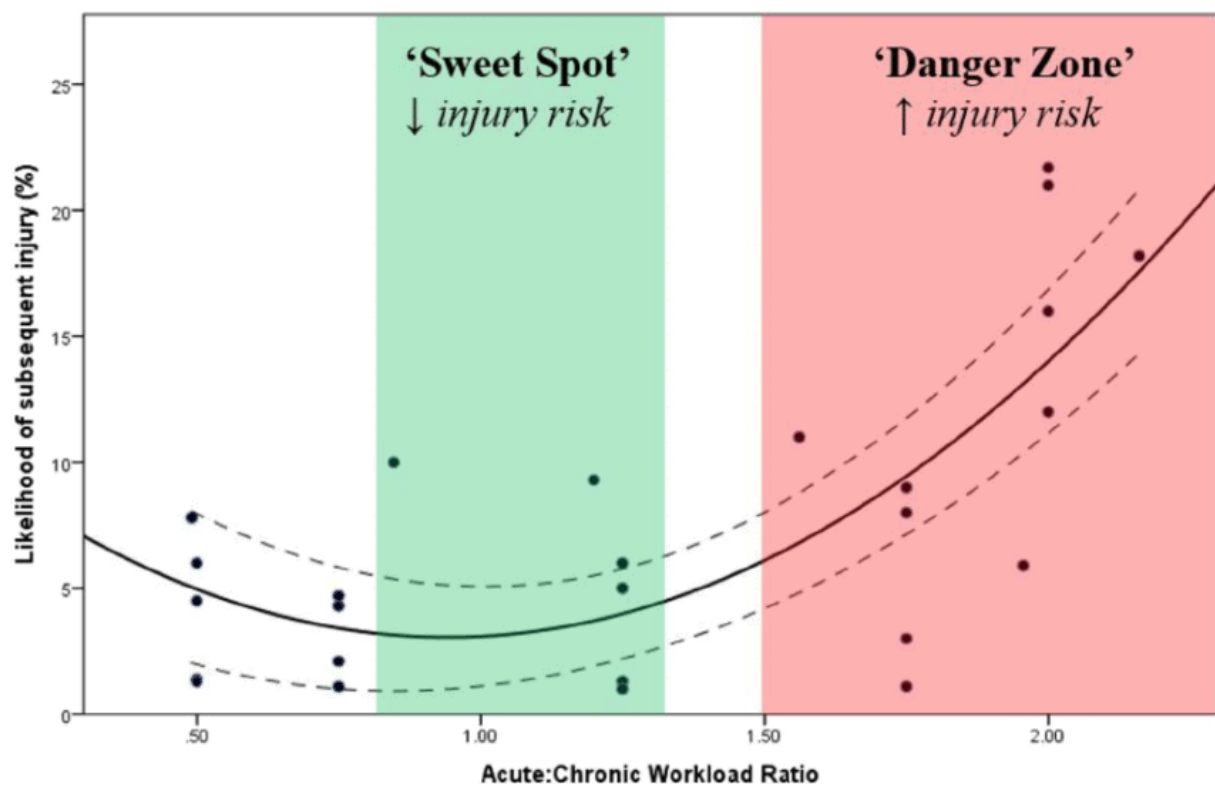


Figura 12- A relação em forma de U entre ACWR e risco de lesão (imagem retirada do artigo Gabbett, T. J. (2016))

Carga de trabalho

A avaliação da carga de trabalho compreende a análise de medidas tanto da carga externa quanto interna. A carga externa reflete as atividades físicas realizadas, oferecendo dados objetivos sobre a quantidade e intensidade do exercício. Para quantificar a carga externa, utilizam-se métricas específicas do tipo de treino, como locomotivas (ex.: distância percorrida, número de acelerações) e métricas mecânicas (ex.: número de saltos, frequência de impactos), que podem ser registradas por meio de dispositivos vestíveis, como unidades de medição inercial e sistemas de posicionamento global.

Por outro lado, a carga interna refere-se à resposta psicofisiológica à carga externa e pode ser comunicada por meio de medidas subjetivas, como a classificação da sessão de percepção de esforço. Além disso, monitores portáteis de frequência cardíaca permitem o registo de métricas objetivas de carga interna, como zonas de frequência cardíaca e impulsos.

A monitorização da carga de trabalho é uma prática comum entre os praticantes de desporto, impulsionada pelos avanços tecnológicos em sensores vestíveis, que facilitam a medição longitudinal de diversas métricas de carga de trabalho. No entanto, desafios como definições variadas de lesão, métodos diversos e carências na base científica para determinar cortes funcionais nas taxas de carga de trabalho apresentam obstáculos para estabelecer relações significativas entre carga de trabalho e lesão. A associação entre carga de trabalho e lesões requer o monitoramento longitudinal de grandes coortes de atletas, restringindo essas investigações a populações com recursos para coletar dados confiáveis sobre carga de trabalho e lesões (Benson et al., 2020).

Relação entre o rácio de carga de trabalho aguda:crónica e a ocorrência de lesão em atletas de andebol

Emanuel Bernardino [1]*, Nuno Casanova Martins [2]

[1] Instituto Superior de Estudos Interculturais e Transdisciplinares de Almada, Instituto Piaget, Portugal

[2] Research Unit in Human Movement Analysis, Instituto Piaget, Almada, Portugal

Resumo

Enquadramento: O andebol é um desporto caracterizado por atividades intensas e intermitentes, resultando numa elevada incidência de lesões. Uma ferramenta de monitorização de carga de treino que ganhou popularidade na última década devido à sua versatilidade é o rácio de carga de trabalho aguda:crónica (ACWR), mas apesar da sua utilização frequente na prática no alto rendimento, a literatura científica a investigar a utilização deste indicador como fator preditor da incidência de lesão em atletas é limitada. **Objetivo:** Analisar a variação do indicador ACWR em 3 atletas de elite de andebol de um clube de primeira liga de Portugal nas semanas que antecederam o aparecimento de uma lesão. **Metodos:** O estudo envolveu 12 atletas profissionais de andebol do sexo masculino, entre 20 e 36 anos, competindo na 1ª liga portuguesa e na EHF. Três atletas lesionados foram analisados em relação ao valor do ACWR. Os dados foram recolhidos de janeiro a junho de 2022, tendo sido analisado o período pré-lesão. **Resultados:** Em dois atletas, embora o valor de ACWR tenha ficado abaixo do limiar crítico e 1,50, houve um aumento nos dias próximos às lesões. No entanto, para o terceiro atleta, a lesão ocorreu na presença de valores consistentemente baixos do ACWR. **Conclusão:** Isoladamente, o ACWR poderá ser um indicador limitado para a prevenção da ocorrência de lesões devido à sua etiologia multifatorial. No entanto, o ACWR poderá ser um indicador útil na gestão da carga e fadiga do atleta, variáveis importantes e que podem contribuir para a ocorrência de lesão.

Palavras – chave: ACWR; lesão; carga de treino

Abstract

Background: Handball is a sport characterized by intense and intermittent activities, resulting in a high incidence of injuries. A training load monitoring tool that has gained popularity in the last decade due to its peculiarities is the acute:chronic workload ratio (ACWR), but despite its frequent use in practice without high performance, scientific literature investigating the use of this indicator as a predictor of the incidence of injuries in athletes is limited. **Objective:** To analyze the variation of the ACWR indicator in 3 elite handball athletes from a Portuguese first league club in the weeks before the appearance of an injury. **Methods:** The study involved 12 professional male handball athletes, between 20 and 36 years old, competing in the 1st Portuguese league and the EHF. Three injured athletes were analyzed in relation to the ACWR value. The data was collected from January to June 2022, having been verified in the pre-injury period. **Results:** In two athletes, although the ACWR value was below the critical limits and 1.50, there was an increase in the days close to the injuries. However, for the third athlete, the injury occurred in the presence of consistently low ACWR values. **Conclusion:** In isolation, ACWR may be a limited indicator for preventing the occurrence of injuries due to its multifactorial etiology. However, ACWR may be a useful indicator in managing the athlete's load and fatigue, important variables that can contribute to the occurrence of injuries.

Keywords: ACWR; injury; training load

1. Introdução

O andebol é um desporto coletivo caracterizado por atividades intensas e intermitentes, incluindo corrida, arremessos, choques, sprints e bloqueios (Gorostiaga et al., 1999; Granados et al., 2008). Para a maximização do desempenho de um atleta de elite, para além do treino técnico, existe também uma elevada exigência ao nível da força e potência nos músculos dos membros superiores e inferiores (Chelly et al., 2010). Durante a competição, a intensidade da taxa de trabalho e o volume da carga externa são altamente heterogêneos, considerando que os jogadores são expostos a cargas externas de alta e baixa intensidade (Corvino et al., 2014). Assim, identificar as exigências específicas da modalidade é um fator-chave para destacar as variáveis mais importantes para o desenvolvimento de programas de treino ideais para a melhoria das qualidades físicas no andebol (Ortega et al., 2018; Taylor et al., 2017).

A alta exigência física associada à modalidade do andebol resulta numa elevada incidência de lesões (Moller et al., 2012). A taxa de lesões nos atletas jovens de andebol ocorre entre 9,9 e 41,0 lesões por 1000 horas de jogo e entre 0,9 e 2,6 por 1000 horas de treino (Moller et al., 2012). No caso dos atletas que jogam a um nível de elite, o número de lesões referido aumenta pela ocorrência de reincidências de lesões antigas e lesões por repetições excessivas de ações articulares utilizadas na modalidade (Moller et al., 2012; Nielsen et al., 1988). Como tal, o resultado do sistema de vigilância do Comitê Olímpico Internacional classifica o andebol como a modalidade com as maiores taxas de lesões (Engebretsen et al., 2013).

Atletas de competições de elite estão expostos a cargas de treino cada vez maiores, tanto pela exigência proveniente das competições, períodos muito curtos de descanso e potenciais recuperações incompletas entre cada uma delas (Soligard et al., 2016). Estudos mostram que taxas mais altas de lesões têm um efeito negativo no desempenho geral de uma equipa e na classificação final de uma competição (Eirale et al., 2012; Bengtsson et al., 2013). Assim, reduzir o tempo de afastamento por lesões torna-se fundamental (White, 2017). Adicionalmente, estudos sugerem que uma má gestão e prescrição da carga de treino é um importante fator de alto de risco para lesões (Soligard et al., 2016; Montini, M et al., 2022). É comum surgirem lesões relacionadas à carga de treino que são, frequentemente, evitáveis e, portanto, os profissionais das ciências do desporto e de medicina desportiva devem abordar essas questões implementando protocolos de monitorização da carga de treino (Gabbett, 2016). Esses protocolos de monitorização devem abordar as questões de gestão e prescrição de carga de treino para melhorar a performance do atleta e o mais importante, evitar o elevado risco de lesões (White, 2017).

Uma ferramenta de monitorização de carga de treino que ganhou popularidade na última década devido à sua versatilidade é o rácio de carga de trabalho aguda:crónica (ACWR) (White, 2017). Esse indicador permite que os treinadores tenham acesso ao histórico de treino e carga de jogo de um atleta, permitindo assim avaliar a prontidão de seus atletas para competir, melhorar a periodização do treino e atuar como um valor sinalizador para o risco de lesões (Murray et al., 2017). Adicionalmente, o Comitê Olímpico Internacional recomendou o uso do ACWR para monitorizar o risco de lesões. Banister et al. (1975) propuseram que “o desempenho de um atleta em resposta ao treino pode ser estimado a partir da diferença entre uma função negativa (‘fadiga’) e uma função positiva (‘condição física’)”. Com base nesse modelo, foi posteriormente sugerido que o estímulo de treino ideal é aquele que maximiza o desempenho, utilizando uma carga de treino apropriada, ao mesmo tempo em que limita as consequências negativas do treino como a acumulação excessiva de fadiga que poderá levar

ao aparecimento de lesões (Morton, 1997). Assim, é importante que os profissionais entendam e monitorizem a carga de treino para que possam avaliar os níveis de condição física anteriores e atuais de seus atletas. Ou seja, o que os atletas fizeram e para o qual estão preparados, variáveis que podem ser avaliadas por meio do uso do indicador ACWR (White, 2017). Contudo, apesar da sua utilização frequente na prática no alto rendimento, a literatura científica a investigar a utilização deste indicador como fator preditor da incidência de lesão em atletas é limitada. No entanto, uma revisão sistemática publicada por Griffin et al. (2020) sugere que o ACWR pode ser considerado um bom indicador para detetar o risco de lesões, tendo analisado a associação do ACWR e lesões em atletas de desportos coletivos. Os resultados da revisão apoiaram o uso do ACWR como uma ferramenta de monitorização do treino. Os autores indicam que embora a associação entre ACWR e lesões sem contacto tenham sido evidentes, reforçam que é importante compreender que essa associação não se traduz diretamente numa predição de lesões. Também no estudo de Nakaoka et al. (2021) em que o objetivo era investigar a associação entre o ACWR e lesões relacionadas à corrida, os autores reportaram que o ACWR mostrou uma associação inversamente proporcional com o risco de lesões à corrida. Considerando a potencial relevância deste indicador na prevenção de lesões e a quantidade limitada de investigação científica sobre o mesmo, o objetivo do presente estudo foi analisar a variação do indicador ACWR em 3 atletas de elite de andebol de um clube de primeira liga de Portugal nas semanas que antecederam o aparecimento de uma lesão.

2. Materiais e Métodos

2.1. Tipo de estudo

O presente estudo trata-se de uma investigação quantitativa, observacional, analítica e prospetivo.

2.2. Participantes

Inicialmente, a amostra foi composta por 12 atletas do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 20 e 36 anos, profissionais de andebol que competem na 1ª liga do campeonato de Portugal e na competição europeia *European Handball Federation* (EHF). Atletas que se ausentaram por motivos de participação nas seleções ou por motivo de COVID-19 não foram incluídos no presente estudo devido à impossibilidade de recolha de dados. Para a análise do presente estudo, foram selecionados os 3 atletas que apresentaram uma lesão durante o período de competição, para que pudesse ser analisada a variação no indicador ACWR nas semanas que antecederam a ocorrência da lesão. Os restantes 9 atletas não apresentaram registo de lesão no período de tempo avaliado e, consequentemente, os seus dados não foram incluídos na presente análise.

2.3. Procedimentos

Para a caracterização da amostra, foi aplicado um questionário elaborado pelo investigador, onde os atletas responderam a questões como nome, data de nascimento, nacionalidade, raça, posição em campo e historial de lesões. Os atletas assinaram um termo de consentimento informado, onde se encontrava esclarecido que a participação na investigação seria realizada de forma voluntária e facultativa, e que as informações recolhidas seriam tratadas de forma anónima, com o único objetivo

de fazer parte da recolha de dados para a estudo em questão. Os dados foram recolhidos a partir do dia 10/01/2022 até ao dia 12/06/2022 e foram recolhidos através do questionário da escala de PSE que foi feita sempre após cada treino ou jogo.

2.4. Instrumentos

2.4.1. Percepção subjetiva de esforço

Para análise da relação de tempo de exposição à atividade e a intensidade exercida pelo atleta, foi aplicado um questionário para o participante indicar a sua PSE, que mede o nível de esforço percebido resultante após um treino ou sessão de exercício (Piggott, 2008). A escala utilizada vai de uma pontuação entre 0 a 10 em que 0 corresponde a um estado de repouso e 10 a um estado de exaustão, usando a pontuação de quão intensivo foi esse treino, atividade ou jogo. Os atletas reportaram a classificação imediatamente após a sessão de treino. Com base na classificação e da duração da atividade (tempo de treino ou de jogo), será obtido o valor da carga de treino / sessão, valor utilizado posteriormente para o cálculo do indicador ACWR.

2.4.1.1 ACWR

O rácio da taxa de trabalho aguda:crónica (ACRW) é constituída pela condição física e fadiga de um atleta e pode ser calculada usando o modelo “*rolling average*” (RA) ou o modelo “*exponentially weighted moving average*” (EWMA). Tradicionalmente, oACWR é calculado através da divisão entre a carga aguda (média da multiplicação da PSE x duração do treino para as sessões de uma semana) pela carga crónica (média da carga aguda de 4 semanas de treino). O modelo a ser utilizado para a presente investigação foi o EWMA por ser um indicador mais sensível para a monitorização da carga de treino (Gabbett, 2016). O cálculo do EWMA foi realizado conforme descrito por Williams et al. (2016):
$$\text{EWMA do dia} = \text{Carga de treino} \times a + ((1-a) \times \text{EWMA do dia anterior})$$

Segundo Murray, et al. (2017) O valor “a” é um valor entre 0 e 1 que representa um grau de decadência, com valores mais altos descontando observações mais antigas O “a” é calculado como:

$$a = 2/(N+1)$$

O mesmo autor indica que N é a constante de decadência de tempo escolhido, com intervalo de 1 semana de carga de trabalho e carga de trabalho de 4 semanas, usada para representar carga de trabalho aguda e crónica.

2.5. Análise dos dados

O tratamento estatístico dos dados recolhidos foi realizado através do programa SPSS Software versão 28 (IMB Corp., Armonk, New York) e o cálculo do indicador ACWR através do Software Microsoft Excel. No presente estudo foi utilizada uma análise utilizando estatística descritiva, não tendo sido utilizados métodos inferenciais. Os dados descritivos dos participantes foram apresentados como média ± desvio

padrão, e a variação no valor ACWR ao longo das semanas que antecederam a ocorrência de lesão foram apresentados em figuras realizadas através do Software Microsoft Excel.

3. Resultados

As características descritivas dos 3 participantes podem ser observadas na tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização descritiva dos atletas

	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (m)	IMC (kg/m ²)
Atleta 1	28	93	1,93	25,0
Atleta 2	2	108	1,97	27,8
Atleta 3	18	83	1,92	22,5

Nas três figuras que se seguem, é possível analisar a flutuação do indicador ACWR nos dias que precederam a ocorrência de lesões nos atletas submetidos à análise de dados do presente estudo. Ao observar as figuras, é possível verificar que nos casos dos atletas 1 e 2, embora os valores de ACWR se mantenham consistentemente abaixo do limiar crítico de 1.50, reconhecido como um valor que coloca os atletas em uma "zona de risco" para a ocorrência de lesões, surge uma tendência nos dias imediatamente anteriores à ocorrência das lesões, marcada por um aumento significativo e abrupto no indicador ACWR. Curiosamente, em ambos os atletas, o valor de ACWR superou o valor de 1,25. No entanto, a situação diverge no caso do atleta 3. Neste atleta, a relação entre ACWR e a lesão ocorrida difere, uma vez que a lesão se manifesta mesmo em face de valores consistentemente baixos do ACWR.



Figura 13- ACWR do atleta 1

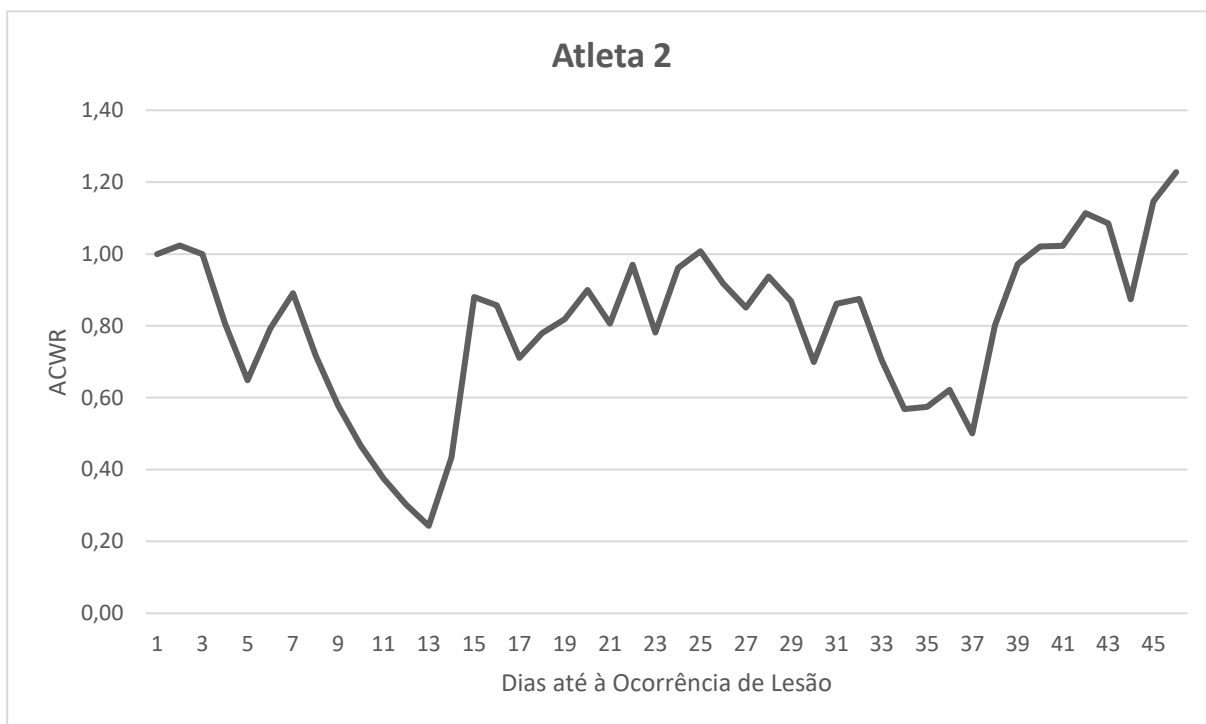


Figura 14 - ACWR do Atleta 2

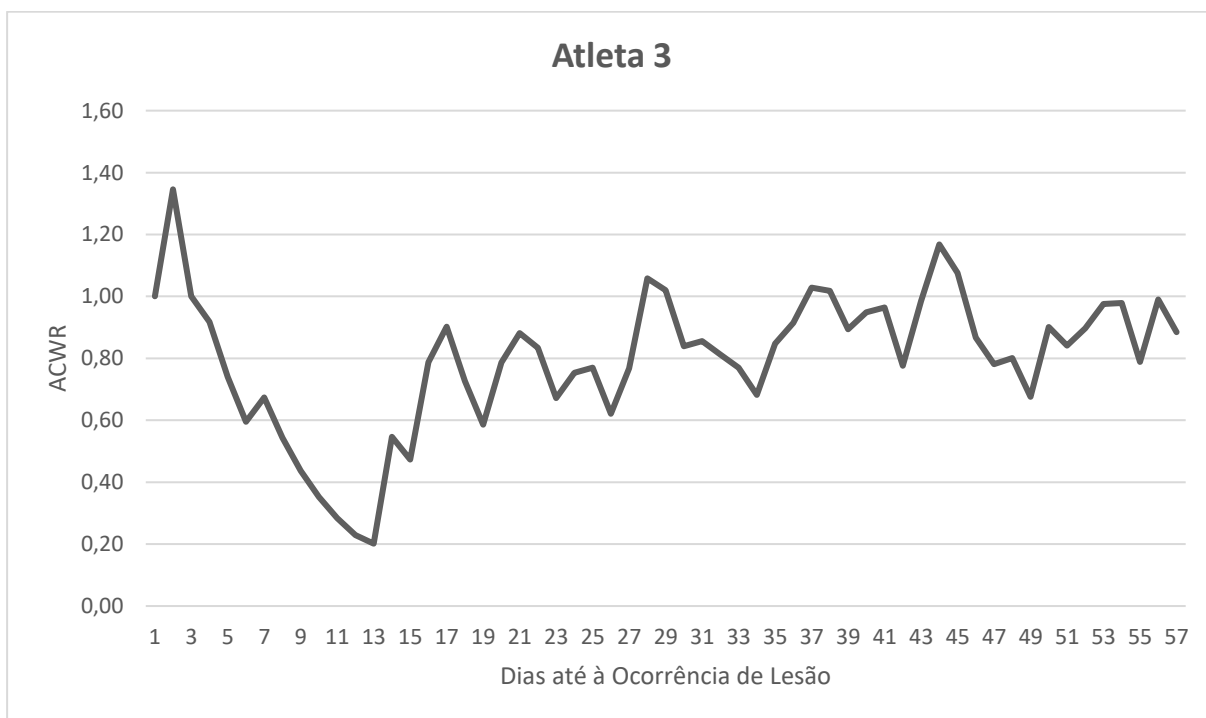


Figura 15 - ACWR do atleta 3

4. Discussão

O objetivo do presente estudo foi avaliar as flutuações do indicador ACWR em três atletas de elite de andebol pertencentes a um clube da primeira liga em Portugal nas semanas que precederam o surgimento de lesões. Em dois dos três atletas que eventualmente sofreram lesões, observou-se previamente um aumento nos valores de ACWR. Para os atletas 1 e 2, embora os valores de ACWR tenham permanecido abaixo do limiar crítico de 1,50, considerado na literatura como uma zona de risco para lesões, emergiu uma tendência ascendente nos dias que antecederam a lesão. No caso do atleta 3, a relação entre ACWR e a lesão não apresentou divergência significativas, manifestando-se a lesão com valores consistentemente baixos de ACWR.

Estes resultados sugerem que o limiar considerado “zona de risco” na literatura pode não ser um preditor infalível de lesões, destacando a complexidade da relação entre ACWR e o risco de lesões. Mesmo quando um atleta se encontra na chamada “zona segura,” com valores entre 0,80 e 1,30, ainda pode existir um risco de lesão não traumáticas. Estes resultados corroboram com o estudo de Wang et al. (2020), revelando que, apesar da recomendação do Comitê Olímpico Internacional para a utilização do ACWR na monitorização do risco de lesões, diversas limitações na sua análise comprometem a validade das diretrizes existentes na literatura. A relação em forma de U entre o ACWR e o risco de lesões, como proposto, poderá ser uma referência altamente variável entre indivíduos. Além disso, a avaliação subjetiva do esforço durante as sessões de treino, um indicador importante na determinação do ACWR, pode ser suscetível a discrepâncias devido à falta de uma instrução uniforme, resultando em atribuições de valores que podem divergir significativamente da percepção real do atleta sobre o treino.

O presente estudo foi realizado em atletas de andebol, enquanto outras investigações foram aplicadas em vários desportos. Contudo, os resultados foram semelhantes, como mostra o estudo Carbone et al. (2022) que embora o resultado do ACWR possa ter uma correlação com o risco de lesão, não é aconselhável usar esta métrica isoladamente para analisar a causalidade entre carga e lesões. Outros autores como Bittencourt, N. F et al.,(2016) e Menaspa, P (2017) argumentam que as adaptações de treino desenvolvidas pelos tecidos não podem ser ajustadas o que leva a esta abordagem a erros de interpretação, uma vez que não levam em conta o momento exato em que pode ter ocorrido o pico de carga.

A ocorrência de lesão é um fenómeno complexo e que envolve um grande número de parâmetros tais como o desempenho, carga de trabalho, questões fisiológicas, sono, fadiga, recuperação, estado psicológico e estilo de vida e um grande número de interações entre eles que podem ser ainda mais relevantes no resultado (Bittencourt, N. F et al.,2016). Segundo Carbone et al. (2022), a complexidade das ligações entre a carga de trabalho e as lesões é significativa, sendo altamente individualizada e caracterizada por interações não lineares entre variáveis, cada uma com magnitudes de efeito distintas. Os mecanismos fisiológicos subjacentes à relação entre a percepção subjetiva de esforço, a distância percorrida, o modo de exercício e as lesões são influenciados por diversos fatores, como o nível de condição física e fadiga, variando para o mesmo atleta em momentos diferentes. A análise de coorte destaca uma limitação deste modelo, mostrando que não é tão eficaz em prever lesões de forma mais sensível do que um valor simples gerado. A discrepância nos resultados dos atletas 1 e 2 em comparação com o atleta 3 sugere a necessidade de incorporar mais variáveis para explicar a ocorrência da lesão do atleta 3.

Apesar de os resultados indicarem que o uso isolado do valor ACWR pode não ser o melhor indicador da relação com lesões, o método permanece útil como um preditor para identificar o risco de lesão, pois mostrou-se correlacionado com outras variáveis em outros estudos como de Griffin (2020), como

a gestão de fadiga porque pode ser um indicador de risco de lesão. Além disso, destaca-se sua utilidade na monitorização da carga de treino e na relação com a fadiga, permitindo que os treinadores ajustem os treinos de maneira eficaz. Estudos, como a revisão sistemática de Griffin (2020), apoiam o uso do ACWR como uma ferramenta importante para monitorizar a carga de treino dentro de um sistema de monitorização multifacetado mais abrangente, que incorpora métodos diversos. Apesar da associação entre ACWR e lesões sem contato, é fundamental compreender que associação não implica previsão, e a métrica ACWR não permite obter informações sobre lesões traumáticas.

O presente estudo apresenta algumas limitações. Por exemplo, as unidades de carga que foram recolhidas para identificar a relação entre o ACWR e a ocorrência de lesão foram apenas os dias de lesão e a escala subjetiva de esforço por sessão para calcular o ACWR, com outros estudos a recolher dados como a distância percorrida, acelerações e desacelerações. A dimensão reduzida da amostra impede a realização de afirmações mais definitivas sobre a relação entre o ACWR e a ocorrência de lesão. Adicionalmente, poderiam ter sido monitorizadas outras variáveis com o potencial de se associarem ao indicador ACWR, como o estado de prontidão e o seu nível e bem-estar. Por último, a ausência de informação sobre o tipo de lesão ocorrida (traumática ou por um nível de esforço excessivo) impede a compreensão da informação que o ACWR poderá dar e a sua relação com a ocorrência de lesão. Recomenda-se a realização de estudos que envolvam atletas de andebol onde sejam analisadas mais variáveis de carga interna e externa, com uma amostra de maiores dimensões, com recolhas de dados de maior duração, envolvendo equipas e atletas de diferentes níveis competitivos de modo a efetuar uma melhor análise sobre a associação entre o indicador ACWR e o risco de lesões, promovendo assim uma compreensão mais profunda e detalhada sobre este indicador.

5. Conclusão

Os dados do presente estudo permitem concluir que apesar de o ACWR poder ser um indicador importante, a sua relação com a ocorrência de lesão é limitada. Apesar de dois dos três atletas apresentarem subidas neste indicador nos dias que antecederam a ocorrência de lesão, o mesmo não aconteceu com o terceiro participante. Estes dados destacam a natureza multifatorial da lesão, sendo influenciada por inúmeros fatores, sendo a gestão inadequada de carga/esforço um dos fatores, variáveis estas que podem ser monitorizadas com indicadores com o ACWR. Assim, apesar da utilidade limitada de forma isolada para aferir o risco de lesão, o ACWR poderá ser uma variável importante na gestão de carga, um fator fundamental para a manutenção da integridade física e da longevidade do atleta.

Reflexões finais

A minha experiência de estágio como preparador físico / Fisiologista do exercício na equipa de andebol do Sporting Clube de Portugal foi incrivelmente enriquecedora e desafiadora. Ao longo deste período, tive a oportunidade de aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos na minha formação académica num contexto prático e de alto rendimento desportivo. Trabalhar com atletas dedicados e talentosos permitiu-me compreender a importância crucial da preparação física no desempenho desportivo a um nível de elite.

A imersão no ambiente profissional do Sporting foi reveladora, proporcionando uma visão abrangente sobre a gestão desportiva e a dinâmica de uma equipa de alto nível. A interação próxima com os treinadores, staff técnico e jogadores não só aprimorou minhas habilidades técnicas, mas também me permitiu compreender a importância da comunicação eficaz e da colaboração numa equipa desportiva.

A atmosfera de paixão e compromisso no Sporting Clube de Portugal é verdadeiramente inspiradora e a busca incessante pela excelência, tanto individual quanto coletiva, é um elemento fundamental na cultura do clube. Aprendi que a preparação física vai além dos treinos, abrangendo a motivação dos atletas, a gestão do stress e a criação de um ambiente propício ao desenvolvimento contínuo dos mesmos.

A experiência no Sporting não só solidificou meu entendimento prático da preparação física, mas também me motivou a continuar a crescer profissionalmente e academicamente. Os desafios enfrentados durante o estágio foram valiosos para meu desenvolvimento pessoal e profissional, destacando a importância da resiliência e da adaptabilidade no mundo desportivo. Esta oportunidade única de contribuir para uma instituição tão prestigiada como o Sporting Clube de Portugal certamente irá deixar uma marca especial no meu percurso profissional.

O cálculo ACWR é mais do que uma métrica numérica. É uma ferramenta reflexiva que, quando interpretada com sensibilidade, oferece informações importantes sobre o equilíbrio entre a carga de treino e nível de recuperação. Ao refletir sobre o ACWR, não podemos subestimar a complexidade da relação entre esforço e descanso no contexto do desempenho atlético. Uma reflexão abrangente sobre o ACWR não se limita apenas a números, mas estende-se à compreensão da individualidade do atleta, das suas respostas físicas e a importância de uma abordagem holística para o bem-estar e alcance de um nível atlético de excelência. É uma janela para a saúde do atleta, onde a otimização do treino não é apenas uma busca por números ideais, mas uma arte de sincronizar desafios físicos assim como a sua recuperação, reconhecendo que a qualidade do descanso é tão valiosa quanto a intensidade do

treino. Assim, refletindo sobre o ACWR, torna-se fundamental a busca constante pelo equilíbrio, vitalidade duradoura e um entendimento de que, por vezes, descansar é o comportamento mais importante para alcançar a excelência atlética.

Referencias

- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibanez, J., & Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International journal of sports medicine*, 26(03), 225-232.
- Chelly, M. S., Ghenem, M. A., Abid, K., Hermassi, S., Tabka, Z., & Shephard, R. J. (2010). Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump-and sprint performance of soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2670- 2676.
- Ortega-Becerra, M., Pareja-Blanco, F., Jiménez-Reyes, P., Cuadrado-Peñafiel, V., & GonzálezBadillo, J. J. (2018). Determinant factors of physical performance and specific throwing in handball players of different ages. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(6), 1778-1786.
- Moller, M., Attermann, J., Myklebust, G., & Wedderkopp, N. (2012). Injury risk in Danish youth and senior elite handball using a new SMS text messages approach. *British journal of sports medicine*, 46(7), 531-537.
- Nielsen, A. B., & Yde, J. (1988). An epidemiologic and traumatologic study of injuries in handball. *International journal of sports medicine*, 9(05), 341-344.
- Engebretsen, L., Soligard, T., Steffen, K., Alonso, J. M., Aubry, M., Budgett, R., ... & Renström, P. A. (2013). Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. *British journal of sports medicine*, 47(7), 407-414.
- Schwellnus, M., Soligard, T., Alonso, J. M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., ... & Engebretsen, L. (2016). How much is too much?(Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness. *British journal of sports medicine*, 50(17), 1043-1052.
- Häggglund, M., Waldén, M., Magnusson, H., Kristenson, K., Bengtsson, H., & Ekstrand, J. (2013). Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *British journal of sports medicine*, 47(12), 738-742.
- Eirale, C., Hamilton, B., Bisciotti, G., Grantham, J., & Chalabi, H. (2012). Injury epidemiology in a national football team of the Middle East. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 22(3), 323-329.
- Soligard, T., Schwellnus, M., Alonso, J. M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., ... & Engebretsen, L. (2016). How much is too much?(Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British journal of sports medicine*, 50(17), 1030-1041.
- Hezaveh, Y. D., Dalal, N., Marrone, D. P., Mao, Y. Y., Morningstar, W., Wen, D., ... & Wechsler, R. H. (2016). Detection of lensing substructure using ALMA observations of the dusty galaxy SDP. 81. *The Astrophysical Journal*, 823(1), 37.
- Schoeppe, S., Alley, S., Van Lippevelde, W., Bray, N. A., Williams, S. L., Duncan, M. J., & Vandelanotte, C.

(2016). Efficacy of interventions that use apps to improve diet, physical activity and sedentary behaviour: a systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 13(1), 1-26.

Williams, S. W., Martina, F., Addison, A. C., Ding, J., Pardal, G., & Colegrove, P. (2016). Wire+ arc additive manufacturing. *Materials science and technology*, 32(7), 641-647.

Esteves, A. M., Silva, A., Barreto, A., Cavagnolli, D. A., Ortega, L. S. A., Parsons, A., ... & Mello, M. T. D. (2015). Avaliação da qualidade de vida e do sono de atletas paralímpicos brasileiros. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 21, 53-56.

Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A. L. D. O., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in sports & exercise*, 36(6), 1042-1047.

Montini, M., & Rocchi, J. E. (2022). Monitoring Training Load in Soccer: The ROMEI Model. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.

Banister EW, Calvert TW, Savage MV, et al. A systems model of training for athletic performance. *Aust J Sports Med* 1975;7:57–61

Hulin BT, Gabbett TJ, Blanch P, et al. Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. *Br J Sports Med* 2014;48:708–12

Murray, N. B., Gabbett, T. J., Townshend, A. D., & Blanch, P. (2017). Calculating acute: chronic workload ratios using exponentially weighted moving averages provides a more sensitive indicator of injury likelihood than rolling averages. *British Journal of Sports Medicine*, 51(9), 749-754.

Piggott, B. (2008). The relationship between training load and incidence of injury and illness over a pre-season at an Australian Football League club.

Williams, S., West, S., Cross, M. J., & Stokes, K. A. (2017). Better way to determine the acute: chronic workload ratio?. *British journal of sports medicine*, 51(3), 209-210.

Hulin, B. T., Gabbett, T. J., Lawson, D. W., Caputi, P., & Sampson, J. A. (2016). The acute: chronic workload ratio predicts injury: high chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. *British journal of sports medicine*, 50(4), 231-236.

Griffin, A., Kenny, I. C., Comyns, T. M., & Lyons, M. (2020). The association between the acute: chronic workload ratio and injury and its application in team sports: a systematic review. *Sports Medicine*, 50, 561-580.

Nakaoka, G., Barboza, S. D., Verhagen, E., Van Mechelen, W., & Hespanhol, L. (2021). The association between the acute: chronic workload ratio and running-related injuries in Dutch runners: a prospective cohort study. *Sports medicine*, 51, 2437-2447.

Till, K., Scantlebury, S., & Jones, B. (2017). Anthropometric and physical qualities of elite male youth rugby league players. *Sports Medicine*, 47(11), 2171-2186 .

Cronin J, Sleivert G. Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Med.* 2005; 35:213–234.

Morin, J. B., & Samozino, P. (2016). Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *International journal of sports physiology and performance*, 11(2), 267-272.

Milone, S., & Erdos, J. J. (2017). A Novel Approach to Predicting 3RM Using Velocity-Based Measurement.

Dal Pupo, J., Almeida, C. M. P., Detanico, D., Silva, J. F. D., Guglielmo, L. G. A., & Santos, S. G. D. (2010). Potência muscular e capacidade de sprints repetidos em jogadores de futebol. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 12, 255-261.

Young, W. (1995). Laboratory strength assessment of athletes. *New studies in athletics*, 10, 89-89.

Dias, J. A., Dal Pupo, J., Reis, D. C., Borges, L., Santos, S. G., Moro, A. R., & Borges Jr, N. G. (2011). Validity of two methods for estimation of vertical jump height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(7), 2034-2039.

Cheng, K. B., Wang, C. H., Chen, H. C., Wu, C. D., & Chiu, H. T. (2008). The mechanisms that enable arm motion to enhance vertical jump performance—A simulation study. *Journal of biomechanics*, 41(9), 1847-1854.

Ebben, W. P. (2002). Complex training: A brief review. *Journal of sports science & medicine*, 1(2), 42.

Reed, C. A., Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2012). The effects of isolated and integrated ‘core stability’ training on athletic performance measures: a systematic review. *Sports medicine*, 42, 697-706.

Sale, D. G. (2002). Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and sport sciences reviews*, 30(3), 138-143.

Vila, H., Barreiro, A., Ayán, C., Antúnez, A., & Ferragut, C. (2022). The most common handball injuries: A systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 19(17), 10688.

Carbone, L., Sampietro, M., Cicognini, A., García-Sillero, M., & Vargas-Molina, S. (2022). Is the Relationship between Acute and Chronic Workload a Valid Predictive Injury Tool? A Bayesian Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 11(19), 5945.

Wang, C., Vargas, J. T., Stokes, T., Steele, R., & Shrier, I. (2020). Analyzing activity and injury: lessons learned from the acute: chronic workload ratio. *Sports Medicine*, 50(7), 1243-1254.

Benson, L. C., Räsänen, A. M., Volkova, V. G., Pasanen, K., & Emery, C. A. (2020). Workload a-WEAR-

ness: monitoring workload in team sports with wearable technology. A scoping review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 50(10), 549-563.

Gabbett, T. J. (2016). The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder?. *British journal of sports medicine*, 50(5), 273-280.

