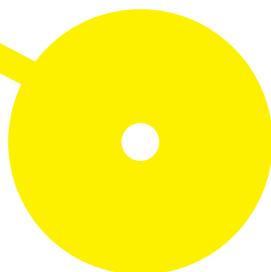




Relação entre carga interna e lesões de não contacto em jovens jogadores de futebol de elite

João Pedro Gonçalves da Silva

10/2020





**ESCOLA
SUPERIOR
DE SAÚDE**

**Relação entre carga interna e lesões de não contacto
em jovens jogadores de futebol de elite**

Autor

João Pedro Gonçalves da Silva

Orientador

Professor Doutor Paulo de Carvalho, PhD

Área Técnico Científica de Fisioterapia na ESS-IPP

Co-orientador

Professor Doutor Carlos Filipe Barbosa Crasto, PhD

Área Técnico Científica de Fisioterapia na ESS-IPP

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em **Fisioterapia** – Área de Especialização em **Desporto** pela Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto.

Agradecimentos

Aos que levo sempre comigo no coração, obrigado por me levantarem tantas e tantas vezes. A gratidão é imensurável. A vocês dedico este trabalho.

Resumo

Objetivo(s): Analisar as relações entre a acumulação de carga interna (calculada através da *session rating of perceived exertion* – sRPE multiplicada pela duração) e Acute:Chronic Workload Ratios (ACWR) com a lesão de não contacto (LNC) em jovens jogadores de futebol.

Desenho de estudo: Coorte prospetivo.

Métodos: Oitenta e oito atletas de três equipas de um clube de elite (idade média \pm DP de 19,52 \pm 1,80 anos) foram incluídos num estudo durante uma época. Utilizando a carga interna foi calculada a acumulação de Carga semanal (acumulação de uma, duas, três e quatro semanas), variação absoluta e em percentagem da carga e o ACWR, e comparada/associada às LNC (através do Teste T para duas amostras independentes, e do teste de Qui-quadrado e teste de Fisher, respetivamente).

Resultados: Influência significativa da Carga Semanal na ocorrência de LNC, tal como do ACWR 1:4 e 1:3 semanas. Também se verificou associação do ACWR 1:3 e 1:2 semanas com a LNC, na análise das categorias Recomendado (0,85–1,25) e Não recomendado (<0,85; >1,25).

Conclusão: Não podemos conferir grande robustez à relação da carga interna com a LNC. Na análise do *link* carga interna com lesões específicas de sobrecarga (músculo-tendinosas, tendo como origem a carga), não se verificou qualquer associação.

Palavras-chave: Monitorização da carga; Session Rating of Perceived Exertion; Acute:Chronic Workload Ratio; Lesão de não contacto; Redução do risco de lesão.

Abstract

Objective(s): To analyze the relationships between the accumulation of internal load (calculated through the session rating of perceived exertion – sRPE multiplied by duration) and Acute:Chronic Workload Ratios (ACWR) with non-contact injury (NCI) in young soccer players.

Study design: Prospective cohort.

Methods: Eighty-eight athletes from three teams of an elite club (mean age \pm SD of 19.52 \pm 1.80 years) were included in a study during one season. Using the internal load, the accumulation of weekly load (accumulation of one, two, three and four weeks), absolute variation and percentage of the load and the ACWR was calculated, and compared/associated with the NCI (through the T-test for two independent samples, and the Chi-square test and Fisher test, respectively).

Results: Significant influence of weekly load on the occurrence of NCI, such as ACWR 1:4 and 1:3 weeks. There was also an association between ACWR 1:3 and 1:2 weeks with NCI in the analysis of the recommended (0.85–1.25) and non-recommended (<0.85; >1.25) categories.

Conclusion: We could not provide robust evidence between the link of internal load and NCI. In the analysis of the link between internal load and specific overload injuries (muscle-tendon, with the origin from the load), no association was found.

Keywords: Load monitoring; Session Rating of Perceived Exertion; Acute:Chronic Workload Ratio; Non-contact injury; Injury risk reduction.

Índice

1. Introdução.....	1
2. Métodos.....	4
2.1. Desenho de estudo.....	4
2.2. Participantes.....	4
2.3. Instrumentos.....	5
2.3.1. Quantificação da carga de trabalho interna.....	5
2.3.2. Recolha de dados relativos às lesões.....	6
2.4. Procedimentos.....	6
2.5. Ética.....	7
2.6. Análise estatística.....	8
3. Resultados.....	9
3.1. Análise global das lesões de não contacto.....	9
3.2. Análise das lesões de sobrecarga.....	11
4. Discussão.....	15
5. Conclusão.....	27
Referências Bibliográficas.....	28
Anexos.....	35

1. Introdução

O sucesso de uma equipa encontra-se relacionado com a taxa de lesões ao longo da temporada, uma vez que é plausível haver uma forte influência da ausência de jogadores por lesão no sucesso competitivo e classificação final das respetivas equipas (Hägglund, et al., 2013; Windt, Ekstrand, Khan, McCall, & Zumbo, 2018), dado que a priori equipas que tenham os seus melhores jogadores mais vezes disponíveis, estarão mais próximas de ganhar, mais vezes. Assim sendo, a predição e prevenção de lesão tornaram-se práticas fulcrais no quotidiano do desenvolvimento atlético para maximizar o sucesso (Hägglund, et al., 2013). Vários foram os métodos aprimorados para a predição e prevenção de lesões, como por exemplo o *screening* músculo-esquelético (Wang, et al., 2017) e programas de força e condicionamento (Schiff, Caine, & O'Halloran, 2010), para além da monitorização da carga de treino, desenvolvida ultimamente de forma mais exaustiva por Gabbett (2016). Este conceito tem como base a ideia de que monitorizando a carga de treino de um atleta, este estímulo pode ser manipulado e ajustado de maneira a garantir o decréscimo do risco de lesão, enquanto se aumentam simultaneamente os níveis de condicionamento físico (Gabbett, 2016).

Num estudo de McCall et al. (2014), este relatou que os profissionais da área médica e sports science do futebol de elite consideraram a fadiga como o segundo fator de risco mais importante para as lesões sem contacto. Desta forma, a gestão das cargas e da fadiga servem de referências para a compreensão do *coping* dos jogadores aos estímulos de treino e jogo, utilizando as adaptações adquiridas para potencializar de forma positiva a redução do risco de lesão no futebol (Bowen, Grosss, Gimpel, & Li, 2016).

Os atletas ao serem desafiados a um nível adequado, ocorrem conseqüentemente adaptações fisiológicas dos sistemas aeróbicos, cardiovasculares e musculares. Estas adaptações beneficiam o desempenho desportivo através do aumento da resistência, velocidade, força ou potência. No entanto, quantidades excessivas de treino podem levar a uma sobrecarga da capacidade do sistema e a um risco acrescido de lesões e doenças. Pelo contrário, uma carga de treino insuficiente pode extinguir os benefícios no que diz respeito à performance. É, assim, geralmente defendido que os atletas devem ser devidamente desafiados através de uma periodização adequada das suas atividades e tarefas, permitindo uma recuperação ótima entre treinos para alcançar as adaptações fisiológicas desejadas (Bompa & Buzzichelli, 2015).

A carga de treino pode ser externa – carga externa (CE), sendo caracterizada como qualquer estímulo externo aplicado ao atleta que é medido independentemente das suas características internas, ou então carga interna (CI), relacionada com a carga mensurável por avaliação dos fatores de resposta interna do sistema biológico (fisiológico, psicológico ou outro) (Soligard, Schweltnus, & Alonso, 2016). A CE pode ser medida utilizando variáveis como a distância percorrida, ou o número de sprints realizados durante um treino ou jogo, enquanto que a CI pode ser analisada a partir do

ritmo cardíaco ou de escalas subjetivas de classificação do esforço percebido – *Rating of Perceived Exertion* (RPE) (Soligard, Schwelnus, & Alonso, 2016). Sendo submetido à mesma CE, a resposta de um atleta – CI – pode divergir da resposta de outro atleta, sendo que a utilização de ambas as medidas permite uma visão abrangente sobre a prontidão do atleta e a sua capacidade de tolerar cargas, permitindo perceber se está em fadiga e potencialmente em risco de lesão ou diminuição da sua performance (Gabbett, 2016).

Apesar da natureza subjetiva do RPE, demonstrou-se que este se correlaciona com uma série de indicadores de CI baseados em Frequência Cardíaca quando multiplicados pela duração da sessão (Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004) – constituindo o *Session Rating of Perceived Exertion* (sRPE) – , o que pode justificar a sua utilização como estimativa da CI, ainda que indiretamente, em desportos baseados em corrida como é o caso do futebol. Para além da sua popularidade devido à facilidade e praticabilidade de implementação (Borresen & Lambert, 2009; Gabbett, 2016; McLaren, Weston, Smith, Cramb, & Portas, 2015), também se tornou relevante a nível metodológico, uma vez que segundo o *UEFA Elite Club Injury Study*, os marcadores internos de carga têm maior relevância como fator de risco do que os diferentes marcadores de CE, pelo que as suas recomendações incluem a utilização do primeiro para estabelecer relações com lesões de não contacto (McCall, Dupont, & Ekstrand, 2016). Esta dinâmica de monitorização da CI através do RPE torna-se ainda mais interessante quando se trabalham com equipas da Academia, em contexto de escalões de formação, uma vez que geralmente apresentam regularidade na distribuição das sessões ao longo da semana e não têm habitualmente acesso a equipamento mais avançado de quantificação da CE, como o Global Positioning Satellite Systems (GPS) (Raya-González, Nakamura, Castillo, Yanci, & Fanchini, 2018).

De notar que as lesões de não contacto podem ter origens distintas, podendo ser traumáticas, resultando de um evento específico e identificável, ou de sobrecarga/*overuse*, causadas por repetidos microtraumas sem um evento identificável responsável pela lesão (Fuller, et al., 2006; Chéron, Le Scanff, & Leboeuf-Yde, 2017). As lesões de sobrecarga, mais influenciadas pela carga, afetam principalmente tecidos como o tendão e músculo (lesão músculo-tendinosa) e também osso, sendo as fraturas de stress exemplo disso mesmo (Aicale, Tarantino, & Maffulli, 2018; Orchard, Blanch, Paoloni, Kountouris, & Sims, 2015). Já as lesões cápsulo-ligamentares têm origem sobretudo em mecanismos de lesão que impõe stress que vai para além da tolerância biológica dos tecidos, ocorrendo estiramento destes ou mesmo rotura, sendo mais comuns as lesões do ligamento colateral medial por mecanismo extremo de valgo do joelho e do complexo lateral da tibiotársica, por mecanismo extremo de inversão (Van den Bekerom, Kerkhoffs, McCollum, Calder, & van Dijk, 2012; Kim, Chasse, & Taylor, 2016).

Para além da carga absoluta experimentada pelo atleta, um aspeto a ter em conta é a taxa de mudança da carga (Gabbett, 2016; Gabbett, Hulin, Blanch, & Whiteley, 2016), tendo surgido o conceito de *Acute:Chronic Workload Ratio* (ACWR), numa tentativa de calcular a capacidade do atleta para tolerar mudanças repentinas na carga (Gabbett, 2016; Gabbett, Hulin, Blanch, & Whiteley, 2016). Segundo Bowen (2016), jogadores com uma carga crónica elevada eram mais resistentes à lesão para rácios de carga A:C (Aguda:Crónica) moderada e moderada-alta do que aqueles com cargas de trabalho crónicas mais baixas, sugerindo que cargas mais altas têm um efeito protetor (Hulin, Gabbett, Lawson, Caputi, & Sampson, 2015). Adicionalmente, Gabbett (2016) propôs recentemente que a própria prescrição da carga de treino pode ser mais reveladora de lesão do que a carga em si. O seu *training-injury prevention paradox* afirma que aumentos excessivos e rápidos da carga aumentam o risco de lesão, enquanto que a exposição crónica a cargas mais elevadas aumenta as capacidades físicas dos atletas tornando-os mais resistentes e resilientes à lesão, potenciando proporcionalmente a performance.

A relação entre a carga de treino e a lesão tem sido descrita como direta, inversa e em forma de U, dependendo do tempo e da medida de carga utilizada (Eckard, Padua, Hearn, Pexa, & Frank, 2018), apontando a literatura que rácios entre 0,8 e 1,3 estarão associados a um menor risco de lesão (Gabbett, 2016; Hulin B., et al., 2014; Hulin B., Gabbett, Lawson, Caputi, & Sampson, 2015). Esta relação entre carga de treino e a lesão relatada como direta, inversa e em forma de U sugere que cargas baixas podem não ser suficientes para provocar adaptações fisiológicas protetoras em atletas, enquanto que cargas elevadas podem resultar em sobrecarga tecidual ou na diminuição da resiliência à lesão por algum outro mecanismo (Eckard, Padua, Hearn, Pexa, & Frank, 2018). Apesar das potenciais ligações entre CI e lesões de não contacto no futebol de elite, os estudos em escalões pertencentes a academias profissionais de futebol têm de ser aprofundados com uma amostra significativa (Raya-González, Nakamura, Castillo, Yanci, & Fanchini, 2018) e permitir a necessária investigação da extrapolação dos achados de estudos de Fanchini, et al. (2018) e McCall, Dupont, & Ekstrand (2018), e permitir compreender melhor a relação lesão – carga de treino/jogo.

Assim sendo, este estudo tem como objetivo analisar as relações entre carga interna de treino/jogo acumuladas e A:C Workload Ratios (calculados através da sRPE) com o risco de lesão de não contacto em jovens jogadores de futebol de elite durante uma época desportiva.

2. Métodos

2.1. Desenho de estudo

Estudo de coorte prospetivo.

2.2. Participantes

O presente estudo foi realizado uma amostra composta por 88 indivíduos, jogadores de futebol de um clube de elite, fazendo parte de 3 equipas profissionais competindo em diferentes escalões/competições, contemplando por exemplo a 2ª Liga de Futebol Portuguesa (Liga Pro) e a Liga Revelação, durante toda a época desportiva de 2018/2019. Os 88 indivíduos tinham idades compreendidas entre os 17 e os 27 anos ($19,52 \pm 1,80$), uma massa corporal média de $73,40 \pm 7,24$ kg e altura média de $179,90 \pm 6,96$ cm.

Para a seleção da amostra foram definidos como critérios de inclusão um jogador que se juntou a uma equipa durante a época, sendo incluído a partir da data em que se juntou à equipa. Quanto a critérios de exclusão, qualquer jogador que deixou a equipa durante a época é excluído do estudo a partir da data de saída, e, se um jogador se encontrava lesionado no início da recolha de dados, foi incluído no estudo, mas esta lesão foi excluída (Fuller, et al., 2006). Foram também constituídos como critérios de exclusão as primeiras 3 semanas da época, assim como as semanas sem carga registada e as 3 semanas seguintes a esta, não sendo contabilizadas as lesões ocorridas nestes períodos.

Tal como ilustrado no diagrama de constituição da amostra (Figura 1), foi analisada a carga semanal de 88 atletas ao longo da época 2018/2019, ocorrendo 64 lesões de não contacto, das quais 47 cumpriram os critérios de inclusão.

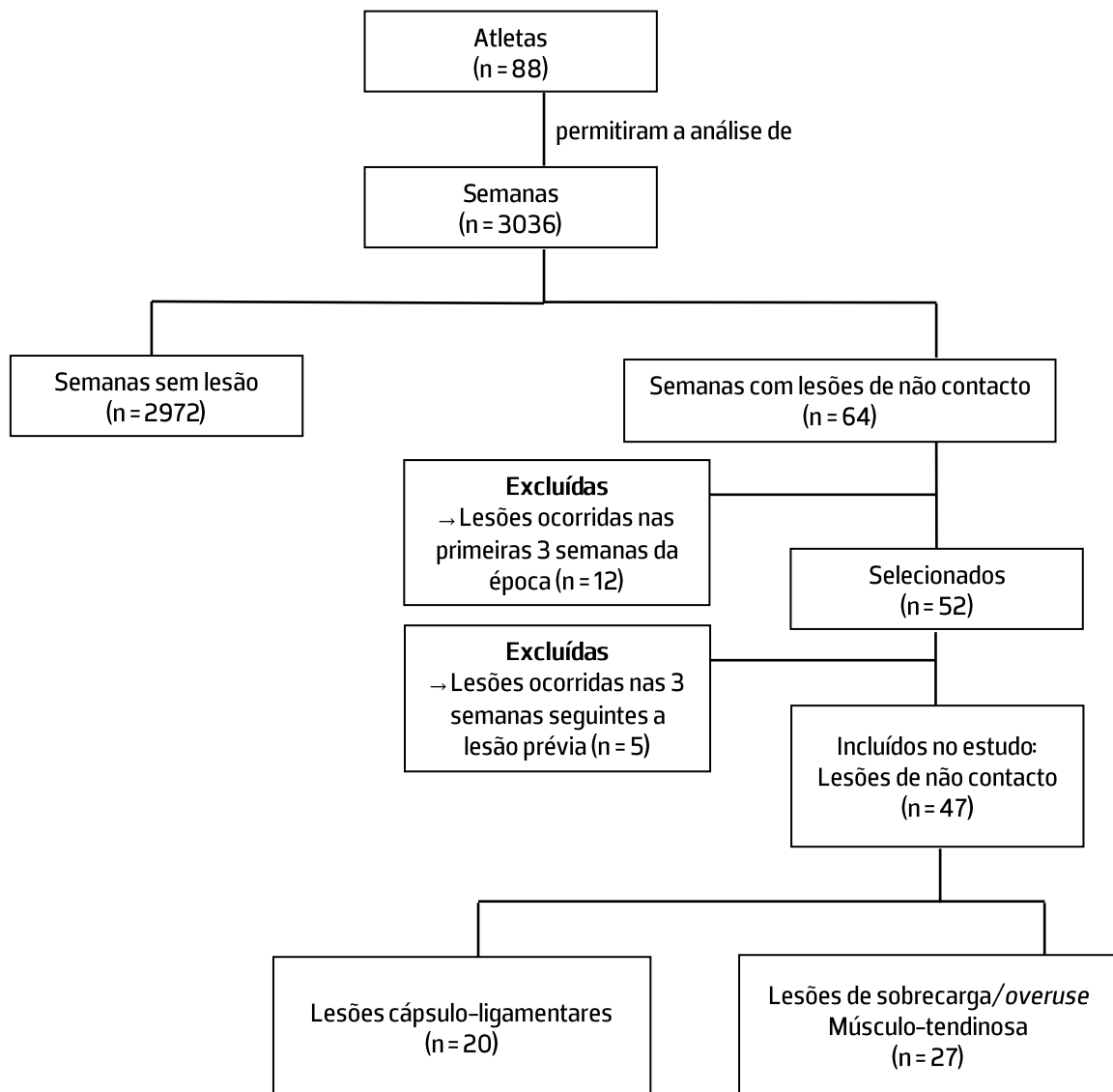


Figura 1 – Diagrama de constituição da amostra

2.3. Instrumentos

2.3.1. Quantificação da carga de trabalho interna

A intensidade de todas as sessões de treino (incluindo ginásio, reabilitação e sessões de campo) e de jogo foram estimadas usando a Escala de Borg Modificada CR-10, constituindo a Escala de Esforço Percebido da sessão - sRPE (*Session-Rating of Perceived Exertion*), pontuada de 0 a 10, baseado em métodos prévios (Foster, Florhaug, & Franklin, 2001; Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004). Esta pontuação, que foi resposta à questão “Como foi o teu treino?” (Borg, Hassmen, & Lagerstrom, 1987), foi obtida de cada atleta aproximadamente 30 minutos após o final de cada jogo ou sessão de treino, de maneira a garantir que a intensidade percebida refletia a sessão como um todo, sendo os atletas instruídos neste sentido (Foster, Florhaug, & Franklin, 2001).

2.3.2. Recolha de dados relativos às lesões

As lesões foram registadas através de um questionário normalizado e classificadas de acordo com os critérios da UEFA para estudos epidemiológicos (Hägglund, Waldén, & Bahr, 2005).

2.4. Procedimentos

Ao longo da época desportiva 2018/2019, as lesões foram registadas e classificadas de acordo com os critérios da UEFA para estudos epidemiológicos (Hägglund, Waldén, & Bahr, 2005). A lesão é definida por qualquer queixa física referida por um jogador em resultado de um treino ou jogo de futebol, que levam à incapacidade de participar em futuros treinos ou jogos (Fuller, et al., 2006; Hägglund, Waldén, & Bahr, 2005). Assim, todas as lesões que impediram um jogador de participar plenamente em todos os treinos e jogos calendarizados, e impediram participações por um período superior a 24 h foram registadas. Esta perspetiva está em conformidade com o consenso que define a lesão como a perda de dias de treino ou jogo, sugerido para atletas de desportivos coletivos (Hägglund, et al., 2013; Fuller, et al., 2006).

A lesão de não contacto é a lesão mais comum no futebol de elite e a carga de treino/jogo influencia principalmente este tipo de lesões, por sob ou sobrecarga das estruturas, pelo que apenas foram recolhidas informações relativas a lesões de não contacto. (Stares, Dawson, & Peeling, 2018; Colby, Dawson, & Heasman, 2014). Para além disto, as lesões de contacto são difíceis de prevenir ou de difícil controlo do risco, daí não serem incluídas neste estudo (Gabbett, 2010). Um jogador lesionado foi considerado indisponível até ter alta pelo médico do clube e a autorização a participar em treinos de forma íntegra ou jogos, sendo desta forma este o responsável pelo diagnóstico e alta (Bahr, 2016).

A intensidade de todas as sessões de treino (incluindo ginásio, reabilitação e sessões de campo) e de jogo foram estimadas usando a sRPE (Foster, Florhaug, & Franklin, 2001; Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004), tal como mencionado acima. Esta pontuação da RPE foi solicitada individualmente a cada jogador e recolhida através de um questionário num tablet portátil (iPad, Apple Inc, California, USA), selecionando cada jogador a respetiva pontuação de 0 a 10, sendo automaticamente guardada no perfil do jogador. Este método ajudou a minimizar fatores que podem influenciar a classificação de RPE de um jogador, como a pressão dos pares e a replicação das classificações de outros jogadores (Malone, Di Michele, & Morgans, 2015). Cada valor de RPE individual foi multiplicado pela duração da sessão para gerar uma pontuação de CI, medida em unidades arbitrárias (UA) (Foster, Daines, & Hector, 1996; Foster, Florhaug, & Franklin, 2001). Este método tem sido usado em vários desportos para quantificar cargas de treino, uma vez que tem sido observado como altamente correlacionado com a concentração de lactato sanguíneo, bem como a frequência cardíaca (Coutts, Wallace, & Slattery, 2007; Impellizzeri, Rampinini, & Marcora, 2005).

Para além da carga de treino semanal, foram obtidas outras variáveis relacionadas com a carga de treino com base em estudos anteriores: (1) acumulação da carga de duas, três e quatro semanas (2) a variação absoluta e em percentagem da carga de uma semana para a outra, e (3) o rácio de carga aguda:crónica (ACWR) (Gabbett, 2016; Hulin B., et al., 2014; Hulin, Gabbett, & Capuyi, 2016). O ACWR foi determinado calculando a soma da carga de treino da semana (carga aguda) dividindo-a pela carga de treino semanal média ao longo das quatro semanas anteriores (carga crónica), para o 1:4 semanas ACWR, tendo sido também calculado o 1:3 e 1:2 semanas ACWR, para além do rácio de carga aguda:crónica de semana para semana. A carga aguda representa a fadiga, enquanto que a carga crónica representa a aptidão ou preparação do atleta (Hulin B., et al., 2014).

Como valores de referência utilizaram-se aqueles definidos por Delecroix et al. (2018). Para a acumulação de 1 semana de carga, os valores de corte utilizados foram <1499 UA (valor de referência recomendado), <2119 UA e >2120 UA. Para a acumulação de 2 semanas de carga <4032 UA (valor de referência recomendado) e >4033 UA; 3 semanas de carga <8318 UA (valor de referência recomendado) e >8319 UA; 4 semanas de carga <10628 UA (valor de referência recomendado) e >10629 UA. Para o ACWR, os intervalos definidos foram <0,85, 0,85-1,25 (intervalo de referência recomendado), >1,25 e >1,50 (Delecroix, McCall, Dawson, Berthoin, & Dupont, 2018; Malone, et al., 2017). Já as variáveis relativas à variação de carga de semana para semana, tiveram com referência o intervalo entre os -350 e os 350 UA (intervalo de referência recomendado), uma vez que variações de carga absoluta maiores que 350 UA estavam associadas a um aumento significativo do risco de lesão (Malone, et al., 2017). Já a variação em percentagem recomendada encontra-se à volta dos 10%, sendo de evitar o aumento de carga semana para semana com uma ponderação superior (Gabbett, 2010). Para além desta estratificação segundo os valores de corte presentes na literatura, foram criadas duas categorias designadas de "recomendado", contemplando os valores demonstrado pela bibliografia como protetivos em relação ao risco de lesão, e "não recomendado", com todos os valores fora deste intervalo.

2.5. Ética

Este estudo teve por base as normas impostas para uma investigação científica e foi aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

A cada participante foi entregue uma declaração de consentimento informado, segundo a Declaração de Helsínquia (Anexo I) com o objetivo de preservar toda a confidencialidade e anonimato dos indivíduos (através de uma codificação numérica) sendo também explicado o contexto, os procedimentos e o objetivo do estudo.

2.6. Análise estatística

Para a análise estatística e tratamento de dados foi utilizado o software *IBM SPSS Statistics®* versão 26.0 (*Statistical Package for the Social Sciences®*), utilizando um nível de significância de 0,05.

A análise inicial da incidência de lesões foi calculada dividindo o número total de lesões pelo tempo de exposição e reportada como taxa de lesão por cada 1000 horas de treino e de jogo.

A comparação entre as semanas prévias à lesão e as semanas sem lesão foi realizada através do Teste T para duas amostras independentes, tendo sido realizada ao longo de toda a época, tendo em conta uma análise de todas as lesões de não contacto e, dentro destas, das lesões com etiologia sobretudo de sobrecarga/*overuse*.

O pressuposto do Teste T foi garantido por meio do teorema do limite central, assim como o teste de normalidade de Shapiro-Wilk (Marôco, 2010).

Como estatística descritiva foi utilizada a média, como medida de tendência central, e o desvio padrão, como medida de dispersão (Marôco, 2010). Para testar a associação entre a ocorrência de lesão de não contacto, como também das lesões de sobrecarga e as diferentes variáveis relacionadas com a carga na semana imediatamente anterior à lesão, foram utilizados o teste de Qui-quadrado e o teste de Fisher mediante o cumprimento dos pressupostos.

3. Resultados

Durante o decorrer do estudo foram reportadas 47 lesões de não contacto (35 em treino e 12 em jogo), obrigando a perda de tempo de treino ou jogo na época desportiva 2018/2019. A incidência de lesão foi de 2,03 por 1000 horas de exposição, sendo grande parte das lesões (n=44) contraídas no membro inferior, com maior incidência das lesões musculares (n=23), constituindo o tecido mais afetado, seguidas das lesões ligamentares (n=17).

A análise descritiva das lesões e os seus subgrupos (localização, tecido afetado, atividade e tipo de lesão) pode ser encontrada no Anexo II.

3.1. Análise global das lesões de não contacto

Na Tabela 1 encontra-se a comparação dos valores médios entre o Grupo Lesão de não contacto (GLNC), e o Grupo Sem lesão (GSL), sendo a análise feita nas variáveis relacionadas com a Carga semanal, Acute:Chronic Workload Ratios e Variação de carga de semana para semana.

Tabela 1 – Comparação entre os valores médios do Grupo Lesão de não contacto e Grupo Sem lesão

	Lesão de não contacto (GLNC) (n=47)		Sem lesão (GSL) (n=2972)		Valor <i>p</i>
	\bar{x}	(DP)	\bar{x}	(DP)	
Carga semanal (UA)					
Acumulação 1 semana de carga	1684,98	(740,34)	1816,26	(770,95)	<0,001
Acumulação 2 semanas de carga	3490,74	(1314,49)	3666,58	(1302,71)	<0,001
Acumulação 3 semanas de carga	5438,38	(1787,30)	5530,01	(1791,03)	<0,001
Acumulação 4 semanas de carga	7293,64	(2252,80)	7384,24	(2288,35)	<0,001
Acute:Chronic Workload Ratio					
1:4 semanas	0,93	(0,34)	0,99	(0,33)	<0,001
1:3 semanas	0,94	(0,32)	0,99	(0,31)	<0,001
1:2 semanas	0,99	(0,30)	0,99	(0,26)	0,160
1:1 (semana para semana)	1,24	(1,03)	1,21	(1,82)	0,730
Variação de carga semana para semana					
Percentagem (%)	24	(103)	21	(182)	0,730
Absoluta (UA)	-120,79	(903,11)	-34,06	(837,28)	0,760

Legenda: \bar{x} (Média); DP (Desvio-Padrão); UA (Unidades Arbitrárias)

É possível constatar que foram identificadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os grupos nas variáveis de acumulação de Carga semanal e nos ACWR 1:4 semanas e 1:3 semanas.

É possível verificar que o GLNC obteve valores significativamente inferiores ao GSL relativamente à acumulação de Carga semanal e nos rácios ACWR 1:4 semanas e 1:3 semanas. Tendo em conta a variabilidade dos resultados (desvio padrão) nas variáveis supramencionadas, a quantidade de diferenças pode não ser assim tão marcante. São exemplos o caso da variável Acumulação de 4 semanas de carga, sendo a diferença em média de 91 UA, apresentando cada grupo um desvio padrão na ordem dos 2200 UA; as variáveis ACWR 1:4 semanas e 1:3 semanas são outro exemplo, estando ambos os grupos (com Lesão de não contacto e sem Lesão) com valores na ordem dos 0,90. Desta forma fica reforçada que as diferenças não serão assim tão relevantes.

Já nas variáveis ACWR 1:2 semanas, ACWR semana para semana e Variação de carga de semana para semana (a nível percentual e em valor absoluto) podemos observar que os grupos não apresentam diferenças significativas ($p > 0,05$).

3.2. Análise das lesões de sobrecarga

Focando a análise nas lesões de sobrecarga/*overuse*, dentro das lesões de não contacto, destacando desta forma as lesões músculo-tendinosas, durante o decorrer do estudo foram reportadas 27 lesões, com uma incidência de lesão de 1,18 por 1000 horas de exposição.

Na Tabela 2, em que o grupo de atletas com lesão remete apenas para lesões de sobrecarga – Grupo Lesão de sobrecarga (GLS), podemos observar que os grupos não apresentam diferenças significativas ($p>0,05$) no que toca às variáveis em estudo.

Tabela 2 – Comparação entre os valores médios do Grupo Lesão de sobrecarga e Grupo Sem lesão

	Lesão de sobrecarga (GLS) (n=27)		Sem lesão (GSL) (n=2972)		Valor <i>p</i>
	\bar{x}	(DP)	\bar{x}	(DP)	
Carga semanal (UA)					
Acumulação 1 semana de carga	1682,22	(781,70)	1816,26	(770,95)	0,369
Acumulação 2 semanas de carga	3508,11	(1417,40)	3666,58	(1302,71)	0,530
Acumulação 3 semanas de carga	5413,19	(1920,76)	5530,01	(1791,03)	0,736
Acumulação 4 semanas de carga	7078,74	(2428,73)	7384,24	(2288,35)	0,490
Acute:Chronic Workload Ratio					
1:4 semanas	0,96	(0,39)	0,99	(0,33)	0,600
1:3 semanas	0,93	(0,34)	0,99	(0,31)	0,347
1:2 semanas	0,97	(0,31)	0,99	(0,26)	0,696
1:1 (semana para semana)	1,20	(0,95)	1,21	(1,82)	0,979
Variação de carga semana para semana					
Percentagem (%)	20	(95)	21	(182)	0,979
Absoluta (UA)	-143,67	(899,25)	-34,06	(837,28)	0,499

Legenda: \bar{x} (Média); DP (Desvio-Padrão); UA (Unidades Arbitrárias)

Relativamente aos intervalos recomendados pela literatura nas diversas variáveis em estudo, não se observaram quaisquer diferenças significativas em nenhuma das variáveis, na comparação entre o GLNC e GSL, assim como na comparação entre o GLS e GSL (Tabela 3).

Tabela 3 – Comparação entre os grupos Lesão de não contacto vs Sem lesão, e grupos Lesão de sobrecarga vs Sem Lesão, tendo em conta os diversos valores de corte sugeridos na literatura* nas variáveis em estudo

	Lesão de não contacto (GLNC)		Lesão de sobrecarga (GLS)		Sem lesão (GSL)		Sem lesão vs Lesão de não contacto	Sem lesão vs Lesão de sobrecarga
	(n=47)		(n=27)		(n= 2972)		Valor p	Valor p
	n	(%)	n	(%)	n	(%)		
Carga semanal (UA)								
Acumulação 1 semana de carga								
<1499 (recomendado)	19	(40,4%)	11	(40,7%)	1066	(35,9%)	0,130 ^a	0,739 ^a
<2119	19	(40,4%)	9	(33,3%)	937	(31,5%)		
>2120	9	(19,1%)	7	(25,9%)	969	(32,6%)		
Acumulação 2 semanas de carga								
<4032 (recomendado)	32	(68,1%)	16	(59,3%)	1883	(63,4%)	0,550 ^a	0,690 ^a
>4033	15	(31,9%)	11	(40,7%)	1089	(36,6%)		
Acumulação 3 semanas de carga								
<8318 (recomendado)	45	(95,7%)	26	(96,3%)	2782	(93,6%)	0,770 ^b	1,000 ^b
>8319	2	(4,3%)	1	(3,7%)	190	(6,4%)		
Acumulação 4 semanas de carga								
<10629 (recomendado)	44	(93,6%)	26	(96,3%)	2736	(92,1%)	1,000 ^b	0,719 ^b
>10629	3	(6,4%)	1	(3,7%)	236	(7,9%)		
Acute:Chronic Workload Ratio								
1:4 semanas								
>0,85; <1,25 (recomendado)	20	(42,6%)	11	(40,7%)	1483	(49,9%)	0,320 ^a	0,699 ^b
<0,85	21	(44,7%)	11	(40,7%)	966	(32,5%)		
>1,25	5	(10,6%)	4	(14,8%)	373	(12,6%)		
>1,50	1	(2,1%)	1	(3,7%)	150	(5,0%)		
1:3 semanas								
>0,85; <1,25 (recomendado)	17	(36,2%)	12	(44,4%)	1564	(52,6%)	0,079 ^a	0,460 ^b
<0,85	22	(46,8%)	12	(44,4%)	914	(30,8%)		
>1,25	7	(14,9%)	2	(7,4%)	379	(12,8%)		
>1,50	1	(2,1%)	1	(3,7%)	115	(3,9%)		
1:2 semanas								
>0,85; <1,25 (recomendado)	21	(44,7%)	12	(44,4%)	1814	(61,0%)	0,060 ^b	0,132 ^b
<0,85	16	(34,0%)	10	(37,0%)	778	(26,2%)		
>1,25	7	(14,9%)	3	(11,1%)	299	(10,1%)		
>1,50	3	(6,4%)	2	(7,4%)	81	(2,7%)		
1:1 (semana para semana)								
>0,85; <1,25 (recomendado)	12	(25,5%)	7	(25,9%)	992	(33,4%)	0,246 ^a	0,323 ^b
<0,85	21	(44,7%)	13	(48,1%)	1087	(36,6%)		
>1,25	3	(6,4%)	1	(3,7%)	377	(12,7%)		
>1,50	11	(23,4%)	6	(22,2%)	516	(17,4%)		
Varição de carga semana para semana								
Porcentagem (%)								
±10% (recomendado)	10	(21,3%)	7	(25,9%)	562	(18,9%)	0,708 ^a	0,458 ^a
> ±10%	37	(78,7%)	20	(74,1%)	2410	(81,1%)		
Absoluta (UA)								
[-349;349] (recomendado)	13	(27,7%)	7	(25,9%)	1032	(34,7%)	0,360 ^a	0,419 ^a
< -350; > 350	34	(72,3%)	20	(74,1%)	1940	(65,3%)		
Legenda: a - Teste Qui Quadrado; b - Teste de Fisher; UA (Unidades Arbitrárias)								
* Com base nos artigos de Delecroix et al. (2018) e Malone et al. (2017).								

Quando observado o ACWR 1:3 semanas e 1:2 semanas observa-se uma tendência para que, no GSL, exista maior percentagem de atletas dentro dos valores recomendados (na ordem dos 52,6% e os 61%), enquanto que no GLNC, a percentagem é menor, entre os 36,2% e os 44,7%. Quando analisado o GLS, a tendência mantém-se, apresentando este grupo valores à volta dos 45% (Tabela 3). Contudo, quando analisada a Tabela 4, em que é realizada uma análise idêntica à Tabela 3, desta

feita agregando as categorias dentro de um intervalo recomendado e o intervalo fora deste (Recomendado vs Não recomendado), podemos constatar que nas variáveis ACWR 1:3 semanas e 1:2 semanas foram identificadas diferenças significativas entre o GLNC e o GSL ($p=0,027$ e $p=0,024$, respetivamente). Dissecando este resultado ao pormenor, na variável ACWR 1:3 semanas verificou-se que, dentro GLNC, 63,8% ($n=30$) encontravam-se num nível de carga não recomendado, enquanto que no GSL 47,4% ($n=1408$) da amostra apresentava um nível de carga igualmente fora do intervalo recomendado. Esta disparidade, com maior percentagem de atletas do GLNC fora dos valores recomendados em comparação com o GSL, permitiu encontrar diferenças significativas entre os grupos. Já a variável ACWR 1:2 semanas, com 55,3% ($n=26$) do GLNC num intervalo de carga não recomendado pela literatura, contrastou com os 39% ($n=1158$) do GSL.

No que toca à Variação de carga de semana para semana, na Tabela 3 observa-se que em ambos grupos, quer com lesão quer sem lesão, as percentagens de atletas fora dos valores recomendados pela literatura são altas (mais de 65% dos casos).

Tabela 4 – Comparação entre os grupos Lesão de não contacto vs Sem lesão, e grupos Lesão de sobrecarga vs Sem Lesão, tendo em conta o intervalo recomendado na literatura* (Recomendado) e o intervalo fora deste nas variáveis em estudo (Não recomendado)

	Lesão de não contacto (GLNC) (n=47)		Lesão de sobrecarga (GSL) (n=27)		Sem lesão (GSL) (n=2972)		Sem lesão vs Lesão de não contacto	Sem lesão vs Lesão de sobrecarga
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	Valor p	Valor p
Carga semanal (UA)								
Acumulação 1 semana de carga								
Recomendado	19	(40,4%)	11	(40,7%)	1066	(35,9%)	0,541 ^a	0,687 ^a
Não recomendado	28	(59,6%)	16	(59,3%)	1906	(64,1%)		
Acumulação 2 semanas de carga								
Recomendado	32	(68,1%)	16	(59,3%)	1883	(63,4%)	0,545 ^a	0,690 ^a
Não recomendado	15	(31,9%)	11	(40,7%)	1089	(36,6%)		
Acumulação 3 semanas de carga								
Recomendado	45	(95,7%)	26	(96,3%)	2782	(93,6%)	0,766 ^b	1,000 ^b
Não recomendado	2	(4,3%)	1	(3,7%)	190	(6,4%)		
Acumulação 4 semanas de carga								
Recomendado	44	(93,6%)	26	(96,3%)	2736	(92,1%)	1,000 ^b	0,719 ^b
Não recomendado	3	(6,4%)	1	(3,7%)	236	(7,9%)		
Acute:Chronic Workload Ratio								
1:4 semanas								
Recomendado	20	(42,6%)	11	(40,7%)	1483	(49,9%)	0,378 ^a	0,440 ^a
Não recomendado	27	(57,4%)	16	(59,3%)	1489	(50,1%)		
1:3 semanas								
Recomendado	17	(36,2%)	12	(44,4%)	1564	(52,6%)	0,027 ^a	0,442 ^a
Não recomendado	30	(63,8%)	15	(55,6%)	1408	(47,4%)		
1:2 semanas								
Recomendado	21	(44,7%)	12	(44,4%)	1814	(61,0%)	0,024 ^a	0,111 ^a
Não recomendado	26	(55,3%)	15	(55,6%)	1158	(39,0%)		
1:1 (semana para semana)								
Recomendado	12	(25,5%)	7	(25,9%)	992	(33,4%)	0,279 ^a	0,539 ^a
Não recomendado	35	(74,5%)	20	(74,1%)	1980	(66,6%)		
Variação de carga semana para semana								
Percentagem (%)								
Recomendado	10	(21,3%)	7	(25,9%)	562	(18,9%)	0,707 ^a	0,458 ^a
Não recomendado	37	(78,7%)	20	(74,1%)	2410	(81,1%)		
Absoluto (UA)								
Recomendado	13	(27,7%)	7	(25,9%)	1032	(34,7%)	0,356 ^a	0,419 ^a
Não recomendado	34	(72,3%)	20	(74,1%)	1940	(65,3%)		

Legenda: a - Teste Qui Quadrado; b - Teste de Fisher; UA (Unidades Arbitrárias)

* Com base nos artigos de Delecroix et al. (2018) e Malone et al. (2017).

Globalmente, na Tabela 4 os resultados vão no mesmo sentido, não se verificando associações significativas, à exceção das variáveis já referidas, ACWR 1:3 semanas e 1:2 semanas, em que foram identificadas diferenças significativas entre o GLNC e o GSL, e assim sendo uma associação entre estas variáveis.

4. Discussão

O objetivo deste estudo era analisar a relação entre a Carga Interna (CI) de treino e jogo e a ocorrência de lesão de não contacto, nas quais estão incluídas as lesões de sobrecarga, em jovens jogadores de futebol de elite. Os principais achados mostraram que globalmente não houve associação entre a CI e mais especificamente as lesões de sobrecarga, apesar de haver uma associação entre as variáveis relacionadas com a acumulação de Carga semanal (acumulação de 1, 2, 3 e 4 semanas de carga) e das variáveis Acute:Chronic Workload Ratios 1:4 semanas e 1:3 semanas com lesões de não contacto, na comparação entre os valores médios dos dois grupos (Grupo Lesão Não Contacto vs Grupo Sem Lesão). Quando esta mesma análise era realizada comparando o Grupo Lesão Sobrecarga (contemplando lesões do foro músculo-tendinoso) vs Grupo Sem Lesão, não foram encontradas quaisquer associações em nenhuma das variáveis em estudo.

Tendo em conta a variabilidade dos resultados nas variáveis supramencionadas, a quantidade de diferenças pode não ser assim tão significativa, reforçando a fragilidade das associações encontradas entre lesões de não contacto e a CI. É possível verificar que o Grupo Lesão Não Contacto (GLNC) obteve valores significativamente inferiores ao Grupo Sem Lesão (GSL) relativamente à acumulação de Carga semanal, o que contrasta com o estudo de Malone et al. (2017), que analisou duas equipas de futebol europeu de elite, concluindo que o risco de lesão se encontrava aumentado em jogadores com uma carga semanal acumulada ≥ 1500 UA a ≤ 2120 UA (OR 1,95; IC 95% 0,98 a 3,95). No entanto é importante referir que neste estudo foram consideradas todas as lesões (de contacto e não contacto), ao invés do presente estudo, onde apenas foram analisadas as lesões de não contacto, o que pode explicar as discrepâncias. Existe alguma controvérsia em relação a esta questão, uma vez que há autores que defendem que as lesões por contacto direto também podem ser influenciadas pela carga e consequente fadiga, tendo de ser avaliadas cuidadosamente para determinar se é plausível que a carga possa estar implicada na origem da lesão, permitindo que essas mesmas lesões possam ser incluídas na análise (McCall, Dupont, & Ekstrand, 2018).

No que se refere à carga crónica, a literatura refere que será importante manter um nível de carga crónica o mais elevado possível de maneira a promover maior resiliência ao atleta, que o pode proteger contra possíveis lesões, devido ao aumento do nível de fitness e das capacidades físicas, além de o preparar para tolerar, de uma maneira mais eficaz, maiores aumentos de carga aguda e a exposição a *bouts* de velocidade máxima (Bowen, Grosss, Gimpel, & Li, 2016; Gabbett, 2016; Hulin, Gabbett, & Capuyi, 2016; Malone, Roe, Doran, Gabbett, & Collins, 2017). No presente estudo, nas variáveis ligadas à carga crónica, ou seja, na acumulação de 2, 3 e 4 semanas de carga, é encontrada uma associação, uma vez que há diferenças significativas entre o GLNC e o GSL. Embora o GLNC

tenha obtido valores significativamente inferiores ao GSL relativamente à acumulação de Carga semanal, a quantidade de diferença não é assim tão relevante, não sendo seguro afirmar que as cargas superiores foram protetivas para o GSL, como refere a literatura, em que cargas crónicas superiores podem ser protetivas em relação à ocorrência de lesão, enquanto que cargas de trabalho crónicas mais baixas aumentam o risco (Colby M. , et al., 2017; Stares, Dawson, & Peeling, 2018). A realidade é que o presente estudo apenas analisou esta acumulação de carga ao longo de 1, 2, 3 e 4 semanas de forma isolada. Já no estudo de Malone et al. (2018) ficou demonstrado que a acumulação de carga ao longo de 3 semanas ≥ 2584 UA foi protetora, mas quando a este fator os atletas também percorriam 701 a 750m de corrida a alta velocidade (High Speed Running – HSR) semanal. Para uma mesma distância de HSR ao longo de uma semana, se a carga crónica fosse inferior (< 2584 UA) o risco de lesão já aumentava. Desta forma fica patente a necessidade de analisar a CI crónica, ou seja, a acumulação de várias semanas de carga, juntamente com a CE realizada, como é exemplo a exposição a corrida a alta velocidade (McCall, Dupont, & Ekstrand, 2018).

Colby et al. (2017) também combinaram ACWR com carga crónica e, à semelhança de Stares et al., (2018), e descobriram que uma carga baixa de sRPE crónica (< 4660 UA) combinada com um baixo ACWR (0,86–1,02) provavelmente aumentava o risco de lesão (IRR = 2,52) quando comparado a uma carga crónica de sRPE acima da média (4660 UA) e um ACWR moderado (1,02–1,14). Malone et al. (2019) combinaram sRPE com o desempenho em testes de aptidão física, tendo este estudo demonstrado uma tendência de que, à medida que a aptidão dos indivíduos diminuía, medida pela força em relação ao peso corporal, e velocidade de sprint, a probabilidade de lesão aumentava. São assim diversos os fatores que têm influência na gestão de carga, sendo o nível de fitness um deles, podendo ser uma variável extremamente valiosa na compreensão da incidência de lesão em estudos futuros. Associar a análise realizada neste estudo com o nível de *fitness* inicial dos atletas poderá ser uma recomendação interessante para estudos futuros.

Outro fator que, juntando à análise da carga crónica, pode ser importante na gestão de carga dos atletas, é monitorizar o ACWR, uma vez que este rácio tem maior relevância em condições de carga crónica muito alta ou então baixa (Stares, Dawson, & Peeling, 2018). O designado *sweet spot* do ACWR é a zona de treino onde o nível de fitness é maior que o nível de fadiga (Gabbett, 2016). Os limites deste intervalo representam o chão e o teto de segurança para os parâmetros relativos à carga, não sendo mandatório evitar os níveis fora do denominado *sweet spot*, mas indicam cenários onde o risco de lesão é maior, dependendo do contexto do atleta e dos fatores associados ao mesmo, que podem ser facilitadores ou não do risco de lesão (Stares, Dawson, & Peeling, 2018). Este *sweet spot* acaba por ser dependente da modalidade desportiva, mas normalmente encontra-se entre os 0,8–1,3 – tendo um poder protetivo – sabendo que valores inferiores a estes podem levar

a um aumento na probabilidade de lesão nos 7 dias seguintes. Há também bibliografia que sustenta que na presença de ACWR aumentado ocorre um acréscimo de 2-4x na probabilidade de lesões na mesma janela de tempo. Este dado é sustentado com outros estudos, com jovens atletas, que conseguiram perceber que na ocorrência de uma semana com um incremento significativo de carga há um aumento de probabilidade de lesão na semana seguinte (Bowen, Grosss, Gimpel, & Li, 2016; Stares, Dawson, & Peeling, 2018). Já outros estudos defendem que os indivíduos estão mais expostos a lesão não só na semana seguinte, mas também na mesma semana onde o incremento agudo de carga foi realizado, defendendo este mesmo estudo que um período de latência maior do que 5 dias não melhorou significativamente a capacidade para explicar a ocorrência de lesão (Carey, et al., 2017). Já Stares, Dawson, & Peeling (2018) refere que estes riscos acrescidos podem manter-se num período de 4 semanas posteriores à semana com carga mais elevada, não havendo um consenso em relação a esta temática. Estes fatores podem explicar as diferenças, uma vez que apenas se fez a associação à carga da semana anterior à lesão, ou seja, ocorrendo uma lesão, os dados de carga que cruzavam com esta lesão eram relativos à semana anterior, não considerando a análise da carga da própria semana da lesão. Será importante expor que esta decisão metodológica teve por base, por exemplo, o estudo de Malone et al. (2017), em que se os dados da carga se cruzavam com os dados de lesão da semana subsequente. Poderá servir como alternativa a implementação de um rácio diário e não semanal, uma vez que, segundo Carey et al. (2017), o ACWR calculado diariamente pode explicar as variações no risco de lesão de não contacto, embora a população deste estudo tenham sido jogadores de futebol australiano.

Gabbett (2016) referiu que, usando o ACWR diário, mudanças rápidas nas cargas de treino estavam associadas a maior probabilidade de lesão. Estas mudanças rápidas, ou picos de carga, traduzem-se em ACWR altos, por serem o resultado da combinação de uma carga de trabalho crónica baixa e uma carga de trabalho aguda alta. Estes tipos de picos de carga têm de ser evitados em jogadores de futebol de elite, a fim de reduzir a incidência de lesões (Blanch & Gabbett, 2016). Jaspers et al. (2018) identificaram que uma carga de trabalho elevada, calculada através da sRPE durante duas semanas, estava associada a uma elevada incidência de lesão de sobrecarga em jogadores de futebol de elite, enquanto uma carga de trabalho média durante quatro semanas estava associada a uma diminuição na incidência de lesões em comparação com uma carga de trabalho baixa. Este resultado é indicativo de que é necessário um nível mínimo de carga para evitar um aumento no risco de lesão, e que uma carga de trabalho crónica muito baixa pode ser um fator de risco de lesão em jogadores de futebol profissional. Assim, fica destacada a associação entre a ocorrência de lesão e a carga de trabalho aguda e crónica calculada com sRPE no futebol profissional.

Em duas análises diferentes foram encontradas associações entre ACWR e a ocorrência de lesão. Num primeiro momento, em que se compararam os valores médios entre o GLNC e o GSL, foram

encontradas associações entre estes dois grupos nas variáveis ACWR 1:4 e 1:3 semanas, estando ambos os grupos na casa dos 0,90, ou seja, dentro do intervalo recomendado por grande parte dos autores. Inclusive, na revisão sistemática de Maupin et al. (2020), devido à grande variação de intervalos associados a um menor risco de lesão, foi recomendada a adoção do intervalo 0,80-1,30 do ACWR, de forma a uniformizar esta métrica, potencializando a robustez da investigação nesta temática, permitindo conclusões fortes a respeito da relação entre ACWR e risco de lesão. Exemplo desta variabilidade é o estudo de Malone et al. (2017), onde mesmo os valores, na casa dos 0,90, se encontram ligeiramente fora do intervalo que este conjunto de autores refere como protetivo, que é o intervalo entre 1 e 1,25 para um ACWR 1:4 semanas tradicional.

O ACWR 1:4 semanas baseou-se no modelo “*fitness-fadiga*” de Banister & Calvert (1980), que parece ter bases fisiológicas (Banister & Calvert, 1980; Blanch & Gabbett, 2016). Este período de 1:4 semanas aparenta ir de encontro com as estratégias de periodização usadas em vários desportos coletivos, e utilizando janelas temporais alternativas podem ser mais apropriadas para desportos específicos. Embora o ACWR 1:4 semanas tradicional pareça ser desajustado para o futebol profissional devido ao calendário competitivo congestionado (Buchheit, 2017), este rácio poderá fazer sentido ser aplicado no futebol de formação. Na realidade, jogadores profissionais em equipas séniores de futebol a nível europeu, devido à programação congestionada com dois jogos por semana, acabam por ter maiores mudanças na carga de trabalho aguda, o que não acontece no futebol de formação, com uma programação mais regular do microciclo, sem períodos congestionados, levando a variações menores na carga de trabalho aguda (Delecroix, Delaval, Dawson, Berthoin, & Dupont, 2019).

Também Stares et al. (2018) investigou vários ACWR e, embora não tenha encontrado nenhuma associação a não ser no ACWR 1:4 semanas tradicional, recomenda que de acordo com as necessidades do desporto ou da equipa em particular, os responsáveis podem escolher o rácio mais adequado para a situação. Reforçando esta ideia, Carey et al. (2017) sugere ser a melhor prática escolher uma janela temporal de registo e monitorização da carga aguda e crónica que reflita a programação de treino e competição de um atleta numa perspetiva de diminuir o risco de lesão (ou seja, janelas diferentes podem ser ideais em desportos com diferentes programações, como basquetebol, futebol ou críquete). Segundo o mesmo autor, o tamanho da janela temporal de carga aguda escolhida mostrou grande influência sobre a capacidade do ACWR para informar sobre o risco de lesão. Assim, combinações diferentes para além do ACWR 1:4 tradicional podem ser utilizadas para informar estratégias de prevenção e redução de incidência de lesão em jogadores de futebol profissional, optando por um cálculo diário da carga e cruzando esta carga aguda com vários períodos de carga de trabalho crónica (Carey, et al., 2017).

McCall et al. (2018) também utilizaram vários períodos de tempo para calcular o ACWR e descobriram que apenas o ACWR 1:4 semanas e 1:3 semanas estava associado com risco de lesão. O ponto diferenciador deste artigo foi que os valores de referência do ACWR não foram valores standardizados, mas antes percentis de 15, 50 e 85, realçando-se três comparações estatisticamente significativas: ACWR de 0,97–1,38 em comparação com 0,60–0,97 (RR = 1,68), >1,38 em comparação com 0,60–0,97 (RR = 2,13) e >1,42 em comparação com 0,59 –0,97 (RR = 1,90). Esta perspetiva de personalização dos valores de corte em função da amostra permite maior exatidão nos resultados obtidos. Ainda assim, no presente estudo, tal como foi sugerido na revisão sistemática de Maupin et al. (2020), com a ideia de conferir mais solidez neste campo de investigação, os valores de corte tiveram por base estudos anteriores. No caso do presente estudo a base foram os valores de corte extrínsecos utilizados por Delecroix et al. (2018) e Malone et al. (2017), com o objetivo de definir valores referência para o futebol, tanto na acumulação de carga, como no ACWR e na variação de carga de semana para semana. Deve ter-se em consideração que alguns dos resultados poderão não ser os expectáveis por não terem sido utilizados valores de corte referentes à própria amostra.

Num segundo momento, quando realizada a análise em que foram estratificados os grupos relativamente aos vários intervalos recomendados pela literatura acerca do ACWR, que engloba os intervalos de <0,85 , 0,85 – 1,25 (recomendado), 1–25 – 1,5 e >1,5 (Delecroix, McCall, Dawson, Berthoin, & Dupont, 2018; Malone, et al., 2017), observa-se nas variáveis ACWR 1:3 semanas e 1:2 semanas uma tendência para que, no GSL, exista maior percentagem de atletas dentro dos valores recomendados, enquanto que no GLNC, a percentagem é consideravelmente menor. Esta tendência é confirmada na análise realizada agregando, desta vez, as categorias dentro de um intervalo recomendado e o intervalo fora deste (Recomendado vs Não recomendado), podendo constatar que nas variáveis ACWR 1:3 semanas e 1:2 semanas foram identificadas diferenças significativas entre o GLNC e o GSL. Mas, tal como anteriormente, quando se avaliava a fundo estes achados, e procurando a relação das lesões de sobrecarga músculo-tendinosas (n=27) e a CI, deixando as lesões cápsulo-ligamentares (n=20) fora da equação, não eram encontradas diferenças significativas entre grupos. O facto de não existir qualquer associação em qualquer variável estudada entre o GSL e o Grupo Lesão de Sobrecarga (GLS) deixa-nos alerta para a vulnerabilidade das conclusões anteriores, colocando em causa esta relação estabelecida e questionando profundamente se, apenas avaliando lesões músculo-tendinosas mais influenciadas pela carga, haverá relação com as flutuações e métricas à volta da CI percebida pelos atletas através do SRPE. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo que analisa a ligação da CI com as lesões de sobrecarga, ou seja, tendo em conta o tipo de tecido afetado e a sua fisiopatologia. Considera-se que esta seja uma falha da literatura que necessita uma investigação mais exaustiva, e que poderá levar

a novos pareceres em relação a esta problemática do *link* carga-lesão. O facto de ter sido realizada esta análise mais específica das lesões de sobrecarga, em que se destacaram as lesões músculo-tendinosas, não se registando nenhum caso de fratura de stress, permitiu ir de encontro a orientações e necessidades levantadas por outros estudos (Carey, et al., 2017; Cross, Williams, Trewartha, Kemp, & Stokes, 2016), possibilitando abrir uma janela para o entendimento da relação da CI com a lesão de sobrecarga, onde não foram encontradas quaisquer associações. Apesar de a nível de nomenclatura se utilizar a expressão sobrecarga, na realidade as lesões desta natureza podem ser de *overuse* e *underuse*, estas últimas com grande ligação com lesões tendinosas. Carga insuficiente leva a adaptação e proteção insuficientes contra a ocorrência de lesão e a atletas descondicionados, que são incapazes de suportar altas demandas de treino e competição (Gabbett, et al., 2016). Segundo Orchard et al. (2015) a suscetibilidade do tecido a lesões varia de acordo com os padrões de carga anteriores, e tanto o *overuse* quanto o *underuse* são potencialmente relevantes (Maganaris, Narici, Almekinders, & Maffulli, 2004), particularmente para lesões do tendão, por incapacidade de tolerar cargas crescentes de forma rápida (Hulin B., et al., 2014). Isto encaixa na teoria que se deve aumentar gradualmente as cargas de maneira a suportar mais carga, com a ressalva que existem limites superiores que representam risco para os atletas (Reeves, Maganaris, Ferretti, & Narici, 2005).

A taxa de mudança na carga pode ser mais problemática do que a própria carga absoluta experimentada por um indivíduo. Este conceito demonstra a relevância do ACWR, pela tentativa de calcular a capacidade de um atleta de tolerar mudanças repentinas na carga, e justifica a inclusão da análise da variação da carga de semana para semana em percentagem, e não só em valor absoluto (Gabbett, 2016; Gabbett, Hulin, Blanch, & Whiteley, 2016). Não foram demonstradas quaisquer associações entre as mudanças semanais de carga e lesão (não contacto e sobrecarga), ao contrário do estudo de duas equipas de futebol europeu de elite, onde o risco de lesão estava aumentado em jogadores que experimentavam uma mudança de carga absoluta de semana para semana > 350 AU a 550 UA (OR 1,66, IC 95% 1,30 a 2,21) (Malone, et al., 2017).

Nem todos os estudos encontraram associações positivas entre ACWR utilizando o sRPE e risco de lesão, nomeadamente o estudo de Raya-Gonzalez et al. (2018), que não encontrou associação entre ACWR e lesão (OR = 0,16), embora não estivesse claro quais os rácios que estavam a ser comparados. Noutros estudos conduzidos por Fanchini et al. (2018) com jogadores da Série A Italiana e por McCall, Dupont, & Ekstrand (2018) com jogadores da Champions League, onde apenas as lesões de não contacto foram tidas em consideração, não houve associações significativas ($p < 0,05$) e desta forma não foram estabelecidas relações entre carga e lesão. Estes resultados estão parcialmente de acordo com os observados no presente estudo, pela fragilidade das associações encontradas no que se refere ao GLNC vs GSL, e por não existir qualquer associação

em qualquer variável estudada entre o GLS e o GSL. Apesar da presente investigação utilizar uma amostra com características distintas (jogadores de elite mais jovens) dos dois estudos supramencionados (com níveis competitivos e características diferentes), estes resultados podem indicar o baixo nível de associação da carga com a ocorrência de lesão, sobretudo de sobrecarga músculo-tendinosa. Numa visão sobre o poder estatístico do estudo, a recomendação de Bahr & Holme (2003) aponta para a necessidade de serem registadas 20 a 50 lesões para detetar associações moderadas a fortes num estudo que procure determinar a associação entre fatores de risco e lesão, e que associações pequenas a moderadas precisam de cerca de 200 lesões. Este é um ponto a ter em consideração ao tirar conclusões deste estudo, uma vez que o n amostral baixo, principalmente no GLS (n=27), pode ter contribuído para a ausência de associações entre a CI e a incidência de lesão de sobrecarga. É sugerido que estudos futuros devem caminhar no sentido de calcular o poder estatístico de forma mais consistente, com a análise de várias equipas e durante várias épocas, possibilitando ter amostras maiores que permitam detetar associações reais e conferindo maior validade aos estudos.

Apesar do sRPE ter inúmeras vantagens (não tem custo, não é necessário hardware, fácil de implementar, válido e confiável), os resultados do presente estudo poderão ter influência pelas potenciais limitações deste método de monitorização da CI (Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004). São exemplo a possível má utilização por parte dos atletas do método, fornecendo uma falsa perceção de esforço para influenciar as sessões de treino subsequentes, e a incapacidade do próprio método de diferenciar sessões curtas de alta intensidade e longas sessões de baixa intensidade (sessão de 30 minutos com um RPE de 8 e uma sessão de 120 minutos com um RPE de 2 produzirão o mesmo sRPE de 240 UA) (Soligard, Schweltnus, & Alonso, 2016). É por esta razão que deve ser considerado o contexto e a experiência do profissional como fatores cruciais para interpretar de forma realista o valor do sRPE. Se se juntar à monitorização da CI (através do sRPE), a monitorização da carga externa (através do GPS, por exemplo), e tendo em conta o contexto do atleta, provavelmente estaremos mais próximos da melhor prática para uma monitorização eficaz da carga (Bourdon, et al., 2017). Diferentes métodos de monitorização podem ser utilizados para diferentes lesões, como são exemplo as lesões nos isquiotibiais no futebol. É improvável que o uso de sRPE seja sensível a diferenças subtis na intensidade do *sprint*, o que pode ser importante em termos de risco de lesão e prevenção de lesão nos isquiotibiais (Buchheit, 2017). Já a tecnologia GPS permite quantificar a corrida a alta velocidade, o que poderá ser importante neste tipo de lesões. Portanto, há uma necessidade de em investigações futuras ser estudada a relação carga interna-externa, como métrica com maior potencial para compreender a ligação entre a carga e a ocorrência de lesão, nomeadamente no futebol.

No que toca ao ACWR, em termos gerais, são encontradas associações entre estes rácios e o risco lesão no futebol. No entanto, os resultados não são claros e existem variações nas associações, dependendo da métrica de carga utilizada e do método utilizado para o cálculo. Por exemplo, Malone et al. (2017) e Jaspers et al. (2018) mostraram um risco diminuído para um rácio médio em comparação com um rácio baixo, enquanto que Delecroix et al. (2018) mostraram um risco diminuído para um rácio baixo em comparação com um rácio médio. Para além disso, McCall et al. (2018) e Fanchini et al. (2018) mostraram um risco aumentado para um rácio médio comparado com um rácio baixo. Estes resultados discordantes e inconsistentes poderão dever-se à variabilidade metodológica, não fugindo o método de inúmeras críticas.

Começando pelo método de cálculo do mesmo, este pode ser realizado através de "Rolling Averages - RA", modelo este que sugere que a carga, seja aguda ou crónica, é igual. Assim, o modelo RA considera a relação entre carga e lesão como linear e, portanto, toda a carga num determinado período de tempo é considerada equivalente. Este modelo não tem em consideração a decadência do fitness e do efeito da fadiga ao longo do tempo, nem representa com precisão as variações com que as cargas são acumuladas. A solução para estas limitações passou potencialmente pelo modelo "Exponentially Weighted Moving Average - EWMA" (Hunter, 1986; Williams, West, Cross, & Stokes, 2017). Este dá maior ênfase à carga mais recente realizada por um atleta, atribuindo um peso decrescente a cada valor de carga mais antigo. Este modelo foi projetado especificamente para ter em conta a natureza decadente do fitness e a natureza não linear da ocorrência de lesão, produzindo um valor de ACWR mais realista e uma "fotografia" mais precisa do nível de preparação do atleta (Murray, Gabbett, Townshend, & Blanch, 2016). Estes modelos foram investigados por Murray et al. (2016), e para ambos os modelos um ACWR alto foi associado a um aumento no risco de lesão. Porém, o modelo EWMA demonstrou ter maior sensibilidade para detetar aumentos na probabilidade de lesão em comparação com o modelo RA (Murray, Gabbett, Townshend, & Blanch, 2016). O modelo EWMA também se demonstrou mais sensível às mudanças de carga de dia para dia e permite um melhor enquadramento do atleta dentro do espectro do ACWR, permitindo que este esteja mais longe da "zona de perigo" (Gabbett, 2016). Até à data, todos os estudos realizados no futebol utilizaram o modelo RA para calcular o ACWR, embora o modelo EWMA possa trazer maior sensibilidade nos resultados. Apesar da falta de evidência de que este método seja evidentemente melhor para calcular o ACWR (Drew, Blanch, Purdam, & Gabbett, 2017), recomenda-se a exploração deste modelo em estudos futuros que abordem esta problemática, ou pelo menos a comparação entre os dois modelos. Embora o modelo de ACWR possa ser melhorado para aumentar a sensibilidade, o conceito básico de acumular cargas de trabalho crónicas para preparar os atletas para tolerar cargas de trabalho agudas permanece. Da mesma forma, o ACWR não deve

ser considerado isoladamente, mas sim em contexto com as cargas de agudas e crônicas (Murray, Gabbett, Townshend, & Blanch, 2016).

Além disso, tem sido sugerido mais recentemente que, aquando do cálculo do ACWR, a carga aguda e crônica deve ser "desacoplada" (ou seja, a carga aguda excluída do cálculo da carga crônica) em vez da mais tradicional "acoplada" (ou seja, a carga aguda incluída no cálculo da carga crônica). Um "acoplamento matemático" ocorre quando um número é representado tanto no numerador como no denominador de um rácio e pode levar à ocorrência de uma falsa associação também conhecida como correlação espúria. Esta correlação "falsa" estará, portanto, presente independentemente de qualquer verdadeira associação fisiológica entre variáveis de carga aguda e crônica, levando a inferências tendenciosas. Se as variáveis não estiverem "verdadeiramente" relacionadas entre si, o processo de normalização da carga aguda à carga crônica pode ser desnecessário e a carga aguda em si pode ser um preditor útil de lesões em termos absolutos (Lolli, et al., 2019). Curiosamente, os ACWRs acoplados e desacoplados têm sido associados a um maior risco de lesão (Møller, et al., 2017; Malisoux, Frisch, Urhausen, Seil, & Theisen, 2013), no entanto a pesquisa que compara os ACWRs acoplados e desacoplados para detetar o risco de lesão ainda requer maior investigação.

Impellizzeri et al. (2020) sugeriu inclusive que o ACWR deveria ser descontinuado como referência e modelo, e os seus componentes dispensados. Assim, segundo este autor, recomendações e consensos devem ser atualizados para refletir a falta de valor preditivo e dos artefactos estatísticos inerentes aos modelos de ACWR, sendo o foco dirigido para a seleção e identificação de medidas adequadas e no desenvolvimento de pressupostos causais razoáveis. Esta declaração tem como base a modelação estatística utilizada no estudo deste tema, e que está orientada para a ocorrência de dados estatisticamente significativos (Impellizzeri, et al., 2020).

De acordo com a etiologia multifatorial da lesão, os fatores de risco internos (por exemplo a idade, aptidão física, histórico de lesões, anos de experiência, estado emocional e stressores psicológicos) e os fatores de risco externos (por exemplo o equipamento e o ambiente), para além da gestão de cargas e do ACWR, têm interferência no risco de lesão e são suscetíveis de ter um impacto individual variável sobre o atleta (Windt & Gabbett, 2017; Ivarsson, Johnson, & Podlog, 2013; Weiss, Allen, McGuigan, & Whatman, 2017). Compreender as necessidades e perfis individuais dos atletas, e usar o bom senso aquando da programação das cargas é igualmente importante para manter os atletas em forma e saudáveis (Buchheit, 2017). Este estudo focou-se na relação entre indicadores de carga e risco de lesão e não incluiu fatores de risco internos ou externos, constituindo esta uma falha no estudo. Além disso, é importante considerar que este é um estudo de associação e não de previsão, tendo como objetivo compreender e estabelecer fatores de risco para visar estratégias de mitigação de riscos (McCall, Fanchini, & Coutts, 2017; WHO, 2009). No momento de estabelecer relações entre CI e lesão, é comum vermos os conceitos associação e previsão serem confundidos, resultando

numa associação significativa entre a carga e a lesão, sendo considerada como “preditiva” de lesão (Hulin B. , et al., 2014; Hulin & Gabbett, 2019).

Numa análise multidimensional (GPS, sRPE), Rossi et al. (2018) argumentaram que variáveis como histórico de lesões anteriores (especialmente nos primeiros três dias após o regresso ao treino), distância de alta carga metabólica (acima de 25,5 W/kg) e desacelerações repentinas (acima de 2 m/s²) têm um impacto direto no seu valor preditivo de lesão, quando seguem a sua abordagem e algoritmo. No entanto, estes valores preditivos só apareceram após 16 semanas de recolha de dados. Numa outra investigação de Lu et al. (2017), cujo objetivo era analisar a capacidade preditiva do sRPE, encontraram uma sensibilidade de apenas 16,3% e uma diferença muito baixa (1,9%) entre os valores preditivos negativos e positivos. Fica patente que o sRPE é um fator de risco de lesão útil, mas não uma ferramenta de previsão de lesão (Lu, Howle, Waterson, Duncan, & Duffield, 2017). Portanto, todas estas variáveis são indicadores da proximidade a que um determinado atleta ou grupo de atletas está de uma lesão. No entanto, no desporto este evento é inevitável e, até hoje, não é claramente previsível. Podemos considerar a analogia em que, considerando o momento da lesão como "uma queda de uma certa altura", nenhum destes indicadores nos pode dizer quando é que o atleta será "empurrado" para a queda. Em vez disso, dizem-nos o quão perto da borda o atleta está; e, quanto mais perto estiver, menos distúrbios tolerará antes de finalmente cair.

Se atentarmos ao fenómeno da lesão, que é multifatorial, é coerente reconhecer a interação complexa de fatores que levam a uma lesão (Bittencourt, et al., 2016). Portanto, não é surpreendente que os dados de carga por si só não possam prever com precisão lesões. Olhar para um único fator de risco em termos de previsão (ou usar a palavra "prever" ou "previsão" ao examinar uma associação) pode fornecer informações enganosas aqueles envolvidos na gestão clínica dos atletas (Hulin & Gabbett, 2019). No entanto, a incapacidade da carga absoluta acumulada e do ACWR para prever com precisão lesão não significa que estas ferramentas não devam ser utilizadas para prevenir e gerir lesões (Delecroix, McCall, Dawson, Berthoin, & Dupont, 2018), uma vez que este estudo identificou a carga de trabalho e o ACWR como um fator de risco para a ocorrência de lesão de não contacto. De facto, esta incapacidade de fatores de risco individualmente prevenir futuras lesões tem sido largamente desafiada (Bahr, 2016), mas deve-se transformar este conceito de variáveis preditoras de lesão para variáveis que moderam a relação carga-lesão. Esta mudança de paradigma proporciona uma motivação diferente para o *screening* e para resolver eventuais lacunas. Por exemplo, embora a aptidão aeróbia possa não prever lesões, pode aumentar a resiliência dos atletas a cargas mais elevadas. Assim, quando os atletas se apresentam mal nos testes de *fitness* de pré-temporada, os responsáveis médicos e de performance podem optar por baixar o 'limiar' de carga de trabalho admissível para este atleta, ao mesmo tempo que prestam atenção individualizada para resolver o défice (Windt & Gabbett, 2017). A diferença entre atletas

robustos e frágeis pode ser explicada em grande parte pelos moderadores da relação carga-lesão. Um moderador age para aumentar ou diminuir o risco de lesão numa determinada carga de trabalho (Windt, Zumbo, Sporer, MacDonald, & Gabbett, 2017). Em vez de se concentrar exclusivamente no ACWR, é aconselhada a estratificação dos jogadores de acordo com os moderadores conhecidos da relação carga-lesão a lesão (por exemplo idade, histórico de lesão, anos de experiência, qualidades físicas) e interpretar quaisquer variáveis de CI e externa em combinação com dados de bem-estar e prontidão física, e fatores conhecidos como influenciadores do risco de lesão (fatores biomecânicos, gestão psicológica e emocional, sono, entre outros) (Gabbett, Nassis, & Oetter, 2017; Hulin & Gabbett, 2019). A aptidão aeróbia (como velocidade, capacidade de realizar sprints repetidos e força) atua como um moderador da relação entre os 'picos' de carga e a lesão. Neste caso, um dado pico na carga irá provocar um risco diferente de lesão dependente do nível de aptidão de um atleta (Gabbett, 2018).

Podemos desta forma perceber que as lesões advêm de uma complexa "rede de determinantes" (Bittencourt, et al., 2016), com potenciais efeitos moderadores (Windt, Zumbo, Sporer, MacDonald, & Gabbett, 2017) que ocorrem entre esses determinantes. Esta "rede de determinantes" pode produzir perfis de risco que levam à identificação de um padrão emergente de lesão. Desta forma a prevenção de lesões desportivas depende da identificação de perfis de risco, o que significa passar de encontrar fatores de risco para o reconhecimento de padrões de risco, sendo mais relevante a interação entre os fatores de risco em vez da enumeração dos mesmos de forma isolada. O perfil de risco pode incluir a interação não linear entre fatores de risco de diferentes escalas, tais como a biomecânica, psicologia, fisiologia ou características do treino (Bittencourt, et al., 2016). Alguns destes determinantes para o perfil de risco de lesão não podem ser alterados, mas são ainda assim valiosos para a compreensão do fenómeno da lesão, como por exemplo a predisposição genética, a idade, o género ou o histórico de lesões. Muitos outros determinantes podem ser avaliados e modificados, tais como níveis de stress, medo, ansiedade e estratégias de *coping*, autoeficácia, qualidade do sono, hábitos nutricionais, carga, estratégias de movimento ou capacidades físicas (força, potência e controlo motor) (Stern, Hegedus, & Lai, 2020). O rastreio mais frequente da teia de determinantes de lesão, que deve ser contínuo ao longo da pré-temporada e da temporada, possibilita a estratificação dos atletas por risco e informa a tomada de decisão, permitindo modificar o risco de lesão de forma mais assertiva (Bittencourt, et al., 2016; Stern, Hegedus, & Lai, 2020).

É necessário abraçar a complexidade da previsão de lesões e considerar a utilização de uma abordagem multifatorial, de maneira a ir de encontro ao atleta que, tal como os furacões, são sistemas não lineares e dinâmicos (Stern, Hegedus, & Lai, 2020). Este modelo de etiologia de lesão está a afastar-se de um paradigma linear de causalidade, que procura um único fator de risco de lesão, para um modelo dinâmico onde a suscetibilidade dos atletas à lesão está continuamente a

mudar de acordo com muitas adaptações que ocorrem com a participação desportiva contínua (Hulme & Finch, 2015; Bittencourt, et al., 2016).

Para referência futura podem ser apontadas diversas limitações ao estudo, e que servem para melhorar a qualidade de investigações posteriores. Em primeiro lugar, o presente estudo identificou uma associação entre a CI a incidência de lesões em jovens jogadores de futebol, mas isto não significa necessariamente que haja uma ligação causal entre a CI e a incidência de lesões (Bahr, 2016).

O facto do sRPE apenas ser contabilizado quando havia trabalho de campo constituiu uma limitação. Para além disso, o RPE por ser recolhido após o trabalho de campo, ou seja, no final de todas as atividades (reabilitação, ginásio, entre outras atividades que geralmente realizavam-se antes do treino de campo), não permitiu distinguir estímulos das diferentes sessões, havendo sempre influência das atividades realizadas durante aquele dia.

Neste estudo foram utilizados valores de corte com base em estudos anteriores. Apesar da população da qual se retiraram os valores de corte sejam semelhantes à do presente estudo, ou seja, também jogadores de futebol de elite, os atletas são todos diferentes e provavelmente cada população deveria ter os seus próprios valores de corte. Foram notadas algumas tendências, mas estas não eram unânimes e, presumivelmente, se se tivesse utilizado valores de corte personalizados para esta população, os resultados poderiam ser mais consistentes.

Aquando da criação das categorias "Recomendado vs Não recomendado", e no que se refere à distribuição das variáveis relacionadas com o ACWR, acaba por não ser possível determinar se é o ACWR mais baixo (<0,85) ou o ACWR mais alto (>1,25) que influencia mais a ocorrência de lesão. Será importante ter pelo menos 3 níveis, sendo estes "Recomendado", "Nível acima do recomendado" e "Nível abaixo do recomendado". Desta maneira conseguiríamos perceber de que maneira poderíamos manipular a carga, aumentando ou diminuindo, no sentido de reduzir o risco de lesão, constituindo este facto uma limitação do estudo.

Outra limitação do estudo diz respeito aos responsáveis que registaram os dados. A manipulação das cargas de treino em resposta aos questionários de *wellness* e/ou predisposição, quer por comunicação verbal quer por avaliações físicas, é uma prática comum no desporto de elite. Esta adaptação das cargas, de maneira a proteger os atletas com cargas muito altas ou muito baixas, tem influência direta nos resultados do estudo e constitui uma importante limitação em investigações dentro desta metodologia. Por se tomarem medidas preventivas e ao tentar evitar possíveis lesões, os resultados estiveram em permanência a ser contaminados.

5. Conclusão

Os resultados do estudo demonstraram uma influência significativa da Carga Semanal (acumulação de 1, 2, 3 e 4 semanas de carga) na ocorrência de lesão de não contacto, tal como do ACWR (1:4 e 1:3 semanas) no mesmo tipo de lesões. Porém também se verificou uma relação do ACWR 1:3 e 1:2 semanas com a lesão de não contacto, quando se tinha em consideração as categorias Recomendado (0,85–1,25) e Não recomendado (<0,85; >1,25). Apesar destas associações, não podemos conferir grande robustez a esta relação da carga interna com a ocorrência de lesão de não contacto, uma vez que, especificando a análise do *link* carga interna com lesões de sobrecarga (músculo-tendinosas, derivadas essencialmente da carga), não se verificou qualquer associação em qualquer variável alvo de estudo em jovens jogadores de futebol de elite. Já nas variáveis relacionadas com a Variação da carga de semana para semana não se verificou qualquer associação. Portanto, a monitorização da carga interna isolada não pode ser utilizada, de forma segura, como ferramenta para prever lesões de não contacto e mais especificamente as lesões de sobrecarga. O sRPE é, ainda assim, um método simples e válido que permite obter informações úteis sobre a gestão da carga de treino e jogo, entre atletas com diferentes respostas, permitindo entender a forma como estes lidam com as exigências impostas pelos mesmos. Estes achados apontam no sentido de adotar a complexidade da previsão ou redução do risco de lesão e considerar a utilização de uma abordagem multifatorial, num modelo dinâmico mais completo, constituído por uma "rede de determinantes" com potenciais efeitos moderadores que ocorrem entre esses determinantes.

Referências Bibliográficas

- Aicale, R., Tarantino, D., & Maffulli, N. (2018). Overuse injuries in sport: a comprehensive overview. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 5;13(1):309.
- Bahr, R. (2016). Why screening tests to predict injury do not work—and probably never will...: a critical review. *Br J Sports Med*, 50:776–80.
- Bahr, R., & Holme, I. (2003). Risk factors for sports injuries—a methodological approach. *British Journal of Sports Medicine*, 37:384–92.
- Banister, E., & Calvert, T. (1980). Planning for future performance: implications for long term training. *Canadian journal of applied sport sciences*, 5(3), 170–176.
- Bittencourt, N., Meeuwisse, W., Mendonça, L., Nettel-Aguirre, A., Ocarino, J., & Fonseca, S. (2016). Complex systems approach for sports injuries: moving from risk factor identification to injury pattern recognition—narrative review and new concept. *British Journal of Sports Medicine*, 50 (21): 1309–14.
- Blanch, P., & Gabbett, T. (2016). Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute:chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50, 471–5.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2015). *Periodization training for sports*. Human Kinetics.
- Borg, G., Hassmen, P., & Lagerstrom, M. (1987). Perceived exertion on related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56, 670–685.
- Borresen, J., & Lambert, M. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sport Med*, 39(9), 779–95.
- Bourdon, P., Cardinale, M., Murray, A., Gatin, P., Kellmann, M., Varley, M., . . . N., C. (2017). Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- Bowen, L., Grosss, A. S., Gimpel, M., & Li, F. X. (2016). Accumulated workloads and the acute: Chronic workload ratio relate to injury risk in elite youth football players. *British Journal of Sports Medicine*(51), 452–459.
- Buchheit, M. (2017). Applying the acute:chronic workload ratio in elite football: worth the effort? *British Journal of Sports Medicine*, 51: 1325–7.
- Carey, D., Blanch, P., Ong, K., Crossley, K., Crow, J., & Morris, M. (2017). Training loads and injury risk in Australian football—differing acute: chronic workload ratios influence match injury risk. *British Journal of Sports Medicine*, 51(16):1215–1220.

- Chéron, C., Le Scanff, C., & Leboeuf-Yde, C. (2017). Association between sports type and overuse injuries of extremities in adults: a systematic review. *Chiropractic & Manual Therapies*.
- Colby, J., Dawson, B., & Heasman, J. (2014). Accelerometer and GPS-derived running loads and injury risk in elite Australian footballers. *J Strength Cond Res*, 28:2244–52.
- Colby, M., Dawson, B., Peeling, P., Heasman, J., Rogalski, B., Drew, M., ... Lester, L. (2017). Multivariate modelling of subjective and objective monitoring data improve the detection of non-contact injury risk in elite Australian footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20 (12): 1068–74.
- Coutts, J., Wallace, K., & Slattery, M. (2007). Monitoring changes in performance, physiology, biochemistry, and psychology during overreaching and recovery in triathletes. *International Journal of Sports Medicine*, 28(2):125–34.
- Cross, M., Williams, S., Trewartha, G., Kemp, S., & Stokes, K. (2016). The Influence of In-Season Training Loads on Injury Risk in Professional Rugby Union. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(3), 350–355.
- Delecroix, B., Delaval, B., Dawson, B., Berthoin, S., & Dupont, G. (2019). Workload and injury incidence in elite football academy players. *Journal of Sports Sciences*, 37 (24): 2768–73.
- Delecroix, B., McCall, A., Dawson, B., Berthoin, S., & Dupont, G. (2018). Workload and non-contact injury incidence in elite football players competing in European leagues. *European Journal of Sport Science*.
- Drew, M., Blanch, P., Purdam, C., & Gabbett, T. (2017). Yes, rolling averages are a good way to assess training load for injury prevention. Is there a better way? Probably, but we have not seen the evidence. *British Journal of Sports Medicine*, 51:618–619.
- Eckard, T. G., Padua, D. A., Hearn, D. W., Pexa, B. S., & Frank, B. S. (2018). The Relationship Between Training Load and Injury in Athletes: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 48, 1929–1961.
- Fanchini, M., Rampinini, E., Riggo, M., Coutts, A. J., Pecci, C., & McCall, A. (2018). Despite association, the acute:chronic work load ratio does not predict non-contact injury in elite footballers. *Sci Med Football*.
- Foster, C., Daines, E., & Hector, L. (1996). Athletic performance in relation to trainingload. *Wis Med J*, 95(6):370–374.
- Foster, C., Florhaug, A., & Franklin, J. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 15 (1): 109–15.
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., & Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 193–201.

- Gabbett, T. (2010). The development and application of an injury prediction model for noncontact, soft-tissue injury in elite collision sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 2593–2603.
- Gabbett, T. (2016). The training–injury prevention paradox: should athletes be. *Br J Sports Med*, 50:5.
- Gabbett, T. (2016). The training–injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *Br J Sports Med*, 50:273–80.
- Gabbett, T. (2018). Debunking the myths about training load, injury and performance: empirical evidence, hot topics and recommendations for practitioners. *British Journal of Sports Medicine*.
- Gabbett, T., Hulin, B., Blanch, P., & Whiteley, R. (2016). High training workloads alone do not cause sports injuries: how you get there is the real issue. *Br J Sports Med*, 50(8): 444–445.
- Gabbett, T., Kennely, S., Sheehan, J., Hawkins, R., Milsom, J., King, E., & Ekstrand, J. (2016). If overuse injury is a ‘training load error’, should undertraining be viewed the same way? *British Journal of Sports Medicine*, 50, 1017–1018.
- Gabbett, T., Nassis, G., & Oetter, E. e. (2017). The athlete monitoring cycle: a practical guide to interpreting and applying training monitoring data. *British Journal of Sports Medicine*, 51:1451–1452.
- Hägglund, M., Waldén, M., & Bahr, R. (2005). Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. *Br J Sports Med*, 39:340–6.
- Hägglund, M., Waldén, M., Magnusson, H., Kristenson, K., Bengtsson, H., & Ekstrand, J. (2013). Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-. *Br J Sports Med*, 47 (12): 738.
- Hulin, B., & Gabbett, T. (2019). Indeed association does not equal prediction: the never–ending search for the perfect acute:chronic workload ratio. *British Journal of Sports Medicine*, 53(3):144–145.
- Hulin, B., Gabbett, T., Blanch, P., Chapman, P., Bailey, D., & Orchard, J. (2014). Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. *Br J Sports Med*, 48(8):708–712.
- Hulin, B., Gabbett, T., Lawson, D., Caputi, P., & Sampson, J. (2015). The acute:chronic workload ratio predicts injury: high chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. *Br J Sports Med*, 50(11): 231–236.
- Hulin, T., Gabbett, T., & Capuyi, P. (2016). Low chronic workload and the acute:chronic workload ratio are more predictive of injury than between–match recovery time: a two–season prospective cohort study in elite rugby league players. *Br J Sports Med*.

- Hulme, A., & Finch, C. (2015). From monocausality to systems thinking: a complementary and alternative conceptual approach for better understanding the development and prevention of sports injury. *Injury epidemiology*, 2(1), 31.
- Hunter, J. (1986). The Exponentially Weighted Moving Average. *Journal of Quality Technology*, 18:4, 203–210.
- Impellizzeri, F., Woodcock, S., Coutts, A., Fanchini, M., McCall, A., & Vigotsky, A. (2020). Acute to random workload ratio is 'as' associated with injury as acute to actual chronic workload ratio: time to dismiss ACWR and its components. *SportRxiv*.
- Impellizzeri, M., Rampinini, E., & Marcora, M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Sports Sci*, 23(6):583–92.
- Impellizzeri, M., Rampinini, E., Coutts, J., Sassi, A., & Marcora, M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Med Sci Sports Exerc*, 6(6): 1042–1047.
- Ivarsson, A., Johnson, U., & Podlog, L. (2013). Psychological predictors of injury occurrence: a prospective investigation of professional Swedish soccer players. *Journal of Sport Rehabilitation*, 22(1):19–26.
- Jaspers, A., Kuyvenhoven, J., Staes, F., Frencken, W., Helsen, W., & Brink, M. (2018). Examination of the external and internal load indicators' association with overuse injuries in professional soccer players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21 (6): 579–85.
- Kim, C., Chasse, P., & Taylor, D. (2016). Return to Play after medial collateral ligament injury. *Clinics in Sports Medicine*, 35(4), 679–696.
- Lolli, L., Batterham, A., Hawkins, R., Kelly, D., Strudwick, A., Thorpe, R., . . . Atkinson, G. (2019). Mathematical coupling causes spurious correlation within the conventional acute-to-chronic workload ratio calculations. *British Journal of Sports Medicine*, 53 (15): 921–22.
- Lu, D., Howle, K., Waterson, A., Duncan, C., & Duffield, R. (2017). Workload profiles prior to injury in professional soccer players. *Science and Medicine in Football*, 3, 237–243.
- Maganaris, C., Narici, M., Almekinders, L., & Maffulli, N. (2004). Biomechanics and pathophysiology of overuse tendon injuries: ideas on insertional tendinopathy. *Journal of Sports Medicine*, 34(14):1005–17.
- Malisoux, L., Frisch, A., Urhausen, A., Seil, R., & Theisen, D. (2013). Monitoring of sport participation and injury risk in young athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2013, 16 (6): 504–8.
- Malone, J., Di Michele, R., & Morgans, R. (2015). Seasonal training-load quantification in elite English premier league soccer players. *Int J Sports Physiol Perform*, 10:489–497.

- Malone, S., Hughes, B., Doran, D., Collins, K., & Gabbett, T. (2019). Can the workload-injury relationship be moderated by improved strength, speed and repeated-sprints qualities? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(1): 29–34.
- Malone, S., Owen, A., Mendes, B., Hughes, B., Collins, K., & Gabbett, T. (2018). High-speed running and sprinting as an injury risk factor in soccer: Can well-developed physical qualities reduce the risk? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(3): 257–262.
- Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Collins, K., & Gabbett, T. (2017). The acute:chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*.
- Malone, S., Roe, M., Doran, D., Gabbett, T., & Collins, K. (2017). High chronic training loads and exposure to bouts of maximal velocity running reduce injury risk in elite Gaelic football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(3): 250–4.
- Maupin, D., Schram, B., Canetti, E., & Orr, R. (2020). The Relationship Between Acute: Chronic Workload Ratios and Injury Risk in Sports: A Systematic Review. *Journal of Sports Medicine*, 24; 11:51–75.
- McCall, A., Carling, C., Nedelec, M., Davison, M., Le Gall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2014). Risk factors, testing and preventative strategies for non-contact injuries in professional football: Current perceptions and practices of 44 teams from various premier leagues. *British Journal of Sports Medicine*(49), 583–589.
- McCall, A., Dupont, G., & Ekstrand, J. (2016). Injury prevention strategies, coach compliance and player adherence of 33 of the UEFA Elite Club Injury Study teams: a survey of teams' head medical officers. *British Journal of Sports Medicine*, 50(12), 725–730.
- McCall, A., Dupont, G., & Ekstrand, J. (2018). Internal workload and non-contact injury: a one-season study of five teams from the UEFA Elite Club Injury Study. *British Journal of Sports Medicine*.
- McCall, A., Fanchini, M., & Coutts, A. (2017). Prediction: The Modern-Day Sport-Science and Sports-Medicine "Quest for the Holy Grail". *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(5):704–706.
- Mclaren, S., Weston, M., Smith, A., Cramb, R., & Portas, M. D. (2015). Variability of physical performance and player match loads in professional rugby union. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(6), 493–7.
- Møller, M., Nielsen, R., Attermann, J., Wedderkopp, N., Lind, M., Sørensen, H., & Myklebust, G. (2017). Handball load and shoulder injury rate: a 31-week cohort study of 679 elite youth handball players. *British Journal of Sports Medicine*, 51: 231–7.

- Murray, N., Gabbett, T., Townshend, A., & Blanch, P. (2016). 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): 749–54.
- Orchard, J., Blanch, P., Paoloni, J., Kountouris, A., & Sims, K. (2015). Cricket fast bowling workload patterns as risk factors for tendon, muscle, bone and joint injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 49:1064–1068.
- Raya-González, J., Nakamura, F. Y., Castillo, D., Yanci, J., & Fanchini, M. (2018). Determining the Relationship Between Internal Load Markers and Non-Contact Injuries in Young Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- Reeves, N., Maganaris, C., Ferretti, G., & Narici, M. (2005). Influence of 90-day simulated microgravity on human tendon mechanical properties and the effect of resistive countermeasures. *Journal of Applied Physiology*, 98(6):2278–86.
- Rossi, A., Pappalardo, L., Cintia, P., Iaia, F., Fernández, J., & Medina, D. (2018). Effective injury forecasting in soccer with GPS training data and machine learning. *PLoS ONE*, 13(7): e0201264.
- Schiff, A., Caine, J., & O'Halloran, R. (2010). Injury prevention in sports. *Am J Lifestyle*, 4(1): 42–64.
- Soligard, T., Schwelnus, M., & Alonso, M. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *Br J Sports Med*, 50(17): 1030–1041.
- Stares, J., Dawson, B., & Peeling, P. (2018). Identifying high risk loading conditions for inseason injury in elite Australian football players. *J Sci Med Sport*, 21.
- Stern, B., Hegedus, E., & Lai, Y. (2020). Injury prediction as a non-linear system. *Physical Therapy in Sport*, 41:43–48.
- Van den Bekerom, M., Kerkhoffs, G., McCollum, G., Calder, J., & van Dijk, C. (2012). Management of acute lateral ankle ligament injury in the athlete. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 21(6), 1390–1395.
- Wang, D., Chen, J., Lai, W., Vail, J., Rugg, M., & Hame, L. (2017). Predictive value of the functional movement screen for sports-related injury in NCAA division I athletes. *Orthop J Sports Med*, 5 (3suppl3).
- Weiss, K., Allen, S., McGuigan, M., & Whatman, C. (2017). The relationship between training load and injury in men's professional basketball. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(9):1238–1242.
- WHO, W. H. (2009). World Health Organisation. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. *WHO Library Cataloguing-in-Publication Data*.

- Williams, S., West, S., Cross, M., & Stokes, K. (2017). Better way to determine the acute: chronic workload ratio? *British Journal of Sports Medicine*, 51: 209–10.
- Windt, J., & Gabbett, T. (2017). How do training and competition workloads relate to injury? The workload–injury aetiology model. *British Journal of Sports Medicine*, 51(5):428–435.3.
- Windt, J., Ekstrand, J., Khan, K. M., McCall, A., & Zumbo, B. D. (2018). Does player unavailability affect football teams' match physical outputs? A two-season study of the UEFA Champions League". *Journal of Science And Medicine in Sport*, 525–532.
- Windt, J., Zumbo, B., Sporer, B., MacDonald, K., & Gabbett, T. (2017). Why do workload spikes cause injuries, and which athletes are at higher risk? Mediators and moderators in workload–injury investigations. *British Journal of Sports Medicine*, 51:993–4.

Anexos

Anexo I – Termo de Consentimento Informado

P.PORTO

ESCOLA
SUPERIOR
DE SAÚDE
POLITÉCNICO
DO PORTO

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Declaração de Consentimento Informado

Conforme a lei 67/98 de 26 de Outubro e a "Declaração de Helsínquia" da Associação Médica Mundial (Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996, Edimburgo 2000; Washington 2002, Tóquio 2004, Seul 2008, Fortaleza 2013) – quando se aplicar

RELAÇÃO ENTRE CARGA INTERNA E LESÕES DE NÃO CONTACTO EM JOVENS JOGADORES DE FUTEBOL DE ELITE

DESIGNAÇÃO DO ESTUDO

Eu, abaixo-assinado (NOME COMPLETO DO INDIVÍDUO PARTICIPANTE DO ESTUDO) **ou*** Eu, abaixo-assinado (nome completo do representante legal do indivíduo participante do estudo), na qualidade de representante legal de (NOME COMPLETO DO INDIVÍDUO PARTICIPANTE DO ESTUDO):

Fui informado de que o Estudo de Investigação acima mencionado se destina a analisar as relações entre carga interna de treino/jogo acumuladas e Acute:Chronic Workload Ratio (ACWR) com o risco de lesões de não-contacto (sobrecarga) em jovens jogadores de futebol de elite durante uma época desportiva.

Sei que neste estudo está prevista a realização de recolha de dados através da Escala de Borg Modificada CR-10, constituindo a Escala de Esforço Percebido da sessão - sRPE (Session-Rating of Perceived Exertion), permitindo estimar a intensidade de todas as sessões de treino (incluindo ginásio, reabilitação e sessões de campo) e de jogo, tendo-me sido explicado em que consistem e que tal recolha de dados não apresenta qualquer risco.

Foi-me garantido que todos os dados relativos à identificação dos Participantes neste estudo são confidenciais e que será mantido o anonimato.

Sei que posso recusar-me a participar ou interromper a qualquer momento a participação no estudo, sem nenhum tipo de penalização por este facto **ou*** Sei que posso recusar-me a autorizar a participação ou interromper a qualquer momento a participação no estudo, sem nenhum tipo de penalização por este facto.

Compreendi a informação que me foi dada, tive oportunidade de fazer perguntas e as minhas dúvidas foram esclarecidas.

Aceito participar de livre vontade no estudo acima mencionado **ou*** Autorizo de livre vontade a participação daquele que legalmente represento no estudo acima mencionado.

Também autorizo a divulgação dos resultados obtidos no meio científico, garantindo o anonimato.

Nome do Investigador e Contacto: João Pedro Gonçalves da Silva – jpedrosilva600@gmail.com

_____/_____/_____
Data

Assinatura



SGS ESS.0004.MO.317.01

* Alguns dos participantes eram ainda menores à data do início do estudo, daí se manter o espaço para preenchimento do representante legal do indivíduo participante do estudo.

Anexo II – Tabela de caracterização das lesões

	Lesões de não contacto	Lesões de sobrecarga
	<i>Tempo de exposição = 23105,9 horas</i>	<i>Tempo de exposição = 22952,8 horas</i>
	<i>N total = 47</i>	<i>N total = 27</i>
	<i>Incidência de lesão = 2,03 lesões / 1000h</i>	<i>Incidência de lesão = 1,18 lesões / 1000h</i>
Local		
Membro inferior		
Pélvis / Adutor	6	6
Anca	1	1
Coxa anterior	5	5
Coxa posterior	11	11
Joelho	13	1
Gastrocnémios	1	1
Tornozelo	6	0
Pé	1	1
Membro superior		
Ombro	2	0
Tronco		
Lombar	1	1
Tecido		
Músculo	23	23
Tendão	1	1
Ligamento	17	0
Articulação (geral)	2	2
Articulação (luxação)	2	0
Disco (protusão)	1	1
Menisco	1	0
Atividade		
Treino	35	18
Jogo	12	9
Tipo de lesão		
Nova	43	25
Recidiva	4	2