



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE DO CAMPUS**  
**ARARANGUÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO**

**FATORES DE ANÁLISE INDIVIDUAL E RISCO PARA LESÕES**  
**MUSCULARES EM JOGADORES DE FUTEBOL PROFISSIONAL: CONTROLE DA**  
**CREATINA QUINASE E DO ALONGAMENTO**

**IOHANA NUNES**

Araranguá,

2022

**Iohana Nunes**

**FATORES DE ANÁLISE INDIVIDUAL E RISCO PARA LESÕES  
MUSCULARES EM JOGADORES DE FUTEBOL PROFISSIONAL: CONTROLE DA  
CREATINA QUINASE E DO ALONGAMENTO**

Dissertação de mestrado  
apresentada ao Programa de Pós-graduação  
em Ciências da Reabilitação da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
como requisito para obtenção do Grau de  
Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro  
Haupenthal.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Nunes, Iohana

Fatores de análise individual e risco para lesões musculares em jogadores de futebol profissional: controle da creatina quinase e do alongamento / Iohana Nunes ; orientador, Alessandro Hauptenthal, 2022.

66 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Araranguá, 2022.

Inclui referências.

1. Ciências da Reabilitação. 2. Lesão muscular. 3. Prevenção de lesões. 4. Fadiga Muscular. I. Hauptenthal, Alessandro. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. III. Título.

Iohana Nunes

**Fatores de Análise Individual e Risco para Lesões Musculares em Jogadores de Futebol Profissional: Controle da Creatina Quinase e do Alongamento**

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 17 de Junho de 2022, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Fábio Vidanna Serrão.

Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Profa, Dra. Aline Cavalheiro Tamborindeguy.

Universidade do Estado de Santa Catarina - Udesc

Prof. Dr. Rafael Inácio Barbosa.

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestra em Ciências da Reabilitação.

---

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

---

Prof. Dr. Alessandro Haupenthal

Orientador

Araranguá, 2022.

## LISTA DE FIGURAS

### ARTIGO 1

- Figura 1 - Avaliação ADM (1a - ADM da musculatura isquiotibial; 1b - ADM da musculatura adutora e 1c - ADM dos músculos quadríceps).....19
- Figura 2 - Relação das lesões nos jogadores com ADM adequada e ADM inadequada. (2a – Músculo Isquiotibial; 2b – Músculos adutores e 2c Músculos quadríceps. .... 21

### ARTIGO 2

- Figura 1 - A) *Box plots* da resposta do nível de CK de 52 jogadores de futebol durante 20 partidas e mediana da resposta do nível de CK individual durante 20 partidas.....34
- Figura 2 - Distribuição dos níveis de CK durante 20 partidas de seis jogadores de futebol.....35

### ARTIGO 3

- Figura 1 - Possíveis fatores associados aos valores de CK..... 51
- Figura 2 - *Box plots* da resposta do nível de CK em relação a idade (A), PVT-car (B) e CMJ (C)..... 53
- Figura 3 - Resposta individual da CK em diferentes jogadores (3A jogador 1; 3B jogador 27; 3C jogador 37 e 3D Jogador 18) .....54

## **LISTA DE TABELAS**

### **ARTIGO 2**

Tabela 1- Características – jogadores de futebol (n=52) .....	31
---	----

### **ARTIGO 3**

Tabela 1 - Características – jogadores de futebol (n=51) .....	50
Tabela 2 - Associação das variáveis na resposta de CK nos jogos.....	51

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADM	Amplitude de Movimento
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
US	Ultrassom
RM	Ressonância Magnética
CK	<i>Creatine Kinase</i>
IMC	Índice de Massa Corporal
T-CAR	Teste de Carminatti
PV T-CAR	Velocidade de Pico no Teste de Carminatti
CMJ	<i>Countermovement Jump Tests</i>

## SUMÁRIO

<b>1 CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	10
1.1 OBJETIVOS.....	13
<b>2 ARTIGO 1</b> .....	14
2.1 INTRODUÇÃO.....	16
2.2 MÉTODOS.....	17
2.2.2 Participantes .....	17
2.2.3 Procedimentos de coleta de dados .....	18
2.2.3.1 ADM músculo isquiotibial.....	18
2.2.3.2 ADM músculo adutor .....	19
2.2.3.3 ADM músculo quadríceps .....	19
2.2.4 Análise estatística .....	20
2.3 RESULTADOS .....	21
2.4 DISCUSSÃO.....	23
2.5 CONCLUSÃO.....	25
<b>3 ARTIGO 2</b> .....	28
3.1 INTRODUÇÃO.....	29
3.2 MÉTODOS.....	30
3.2.1 Abordagem Experimental do Problema .....	30
3.2.2 Participantes .....	31
3.2.3 Procedimentos .....	32
3.2.4 Análise dos dados .....	32
3.3 RESULTADOS .....	33
3.4 DISCUSSÃO.....	37
<b>4 ARTIGO 3</b> .....	43
4.1 INTRODUÇÃO.....	45



4.2 MÉTODOS.....	46
<b>4.2.1 Tipo de estudo.....</b>	<b>46</b>
<b>4.2.2 Participantes .....</b>	<b>46</b>
<b>4.2.3 Procedimentos e Coleta de Dados .....</b>	<b>47</b>
<i>4.2.3.1 Análise da CK.....</i>	<i>47</i>
<i>4.2.3.2 Dados antropométricos .....</i>	<i>48</i>
<i>4.2.3.3 Teste de Carminatti (T-CAR).....</i>	<i>48</i>
<i>4.2.3.4 Countermovement Jump Tests (CMJ) .....</i>	<i>49</i>
<b>4.2.4 Análise Estatística.....</b>	<b>50</b>
4.3 RESULTADOS .....	50
4.4 DISCUSSÃO.....	56
4.5 CONCLUSÃO.....	58
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>62</b>

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O futebol é o esporte mais popular no mundo e o mais praticado no Brasil, estima-se que há aproximadamente 240 milhões de atletas amadores e pelo menos 200 mil atletas profissionais (PEDRINELLI et al., 2013). No futebol de elite brasileiro, em 2019, um terço dos atletas apresentou algum tipo de lesão durante a temporada competitiva, uma média de 20,5 lesões por 1000 horas de jogo (ARLIANI et al., 2021). Embora as lesões musculares sejam comuns nessa população, a classificação, o tratamento e estratégias de prevenção podem ser medidas desafiadoras (UEBLACKER; HAENSEL; MUELLER-WOHLFAHRT, 2016). O tempo de inatividade desses atletas para a reabilitação representa prejuízo socioeconômico significativo para os clubes (VIDONI et al., 2018), diariamente a ausência de um jogador pode gerar custos 30 mil euros (UEBLACKER; HAENSEL; MUELLER-WOHLFAHRT, 2016). No futebol brasileiro especificamente, as lesões apresentam um tempo médio de afastamento entre 8 à 28 dias (MARGATO et al., 2020).

Substancialmente nos treinos e jogos competitivos uma alta demanda energética é exigida dos atletas. Os jogos são compostos por movimentos rápidos, curtos e não contínuos, tais como, corridas com paradas abruptas, mudanças súbitas de direção e movimentos de aceleração e desaceleração (DJAOUI et al., 2017). Dessa forma o jogador que não estiver preparado fisicamente estará mais suscetível a sobrecarga muscular (SMPOKOS et al., 2019). Em um estudo realizado por Margato et al. (2020), com jogadores profissionais de futebol das séries A e B do Campeonato Brasileiro de Futebol entre 2016 e 2018, encontraram que as lesões musculares são as mais incidentes, correspondendo 35% de todas as lesões (MARGATO et al., 2020) e são as principais causas da ausência dos jogadores da prática esportiva (ARLIANI et al., 2021).

No Brasil, embora exista um crescente interesse em estudar as causas e medidas para o tratamento dessas lesões, ainda existe uma escassez de literatura científica sobre o assunto (MARGATO et al., 2020), havendo assim, necessidade de uma melhor compreensão das consequências que as demandas de treinamento geram nesses jogadores (FREITAS et al., 2013). O que prejudica o desenvolvimento de programas para prevenção e de reabilitação dos mesmos (ARLIANI et al., 2017). Esse entendimento terá resultados positivos para os clubes, uma vez que irá melhorar a qualidade do desempenho dos atletas durante a temporada competitiva (ARLIANI et al., 2021). Dessa forma, estudos que tangem a compreensão dos

fatores de risco, prognóstico e manejo das lesões musculares são indispensáveis nessa população (UEBLACKER; HAENSEL; MUELLER-WOHLFAHRT, 2016).

## REFERÊNCIAS

- ARLIANI, G. G. et al. Prospective evaluation of injuries occurred during a professional soccer championship in 2016 in são paulo, brazil TT - Avaliação prospectiva das lesões durante o campeonato paulista de futebol de 2016. *Acta ortop. bras*, v. 25, n. 5, p. 212–215, 2017.
- ARLIANI, G. G. et al. Prospective Study Of Injuries Occurred During Brazilian Football Championship In 2019. *Acta Ortopedica Brasileira*, v. 29, n. 4, p. 207–210, 2021.
- DJAOUI, L. et al. Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. *Physiology and Behavior*, v. 181, n. September, p. 86–94, 2017.
- FREITAS, R. J. DE et al. Descriptive epidemiology of injuries in a Brazilian premier league soccer team. *Open Access Journal of Sports Medicine*, p. 171, 2013.
- MARGATO, G. F. et al. Prospective Study of Muscle Injuries in Three Consecutive Seasons of the Brazilian Football Championship. *Revista Brasileira de Ortopedia*, v. 55, n. 6, p. 687–694, 2020.
- PEDRINELLI, A. et al. Estudo epidemiológico das lesões no futebol profissional durante a Copa América de 2011, Argentina. *Revista Brasileira de Ortopedia*, v. 48, n. 2, p. 131–136, 2013.
- SMPOKOS, E. et al. Injury prevalence and risk factors in a Greek team's professional football (soccer) players: a three consecutive seasons survey. *Research in Sports Medicine*, v. 27, n. 4, p. 439–451, 2019.
- UEBLACKER, P.; HAENSEL, L.; MUELLER-WOHLFAHRT, H. W. Treatment of muscle injuries in football. *Journal of Sports Sciences*, v. 34, n. 24, p. 2329–2337, 2016.
- VIDONI, A. et al. Lower limb muscle injuries: The good, the bad and the ugly. *European Journal of Radiology*, v. 104, n. February, p. 101–107, 2018.

## 1.1 OBJETIVOS

### **Artigo 1**

Verificar se a flexibilidade poderia ser um fator de risco na incidência de lesões musculares dos isquiotibiais, quadríceps e adutores em jogadores de futebol profissional.

### **Artigo 2**

Analisar a resposta individual da concentração sérica de CK após jogos de atletas de futebol profissional.

### **Artigo 3**

Desenvolver uma equação de predição da CK em atletas de futebol profissional a partir de características individuais.

## 2 ARTIGO 1

### **A Flexibilidade não está Relacionada a Lesão Muscular em Jogadores de Futebol Profissional – Um Estudo com Três Anos de Seguimento**

Autores: Iohana Nunes<sup>1</sup> e Alessandro Haupenthal<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Fisioterapia, Araranguá, Brasil.

Revista Sugerida para publicação: *Journal Physical Therapy in Sport*

Autor Correspondente: Iohana Nunes. Endereço: Rodovia Governador Jorge Lacerda, 3201, Jardim das Avenidas – Araranguá, SC – CEP: 88.906-072. E-mail: iohana.nunes@posgrad.ufsc.br

## RESUMO

Objetivo: Analisar a flexibilidade como um fator de risco na incidência de lesões musculares dos isquiotibiais, quadríceps e adutores em jogadores de futebol profissional. Design: Um estudo longitudinal observacional. Cenário: Jogos de futebol competitivo brasileiro. Participantes: Oitenta e seis atletas de futebol profissional brasileiro da primeira divisão acompanhados por três temporadas competitivas entre os anos de 2014 a 2016. Principais Medidas de Resultados: A flexibilidade foi avaliada nos músculos isquiotibiais, adutores e quadríceps. As lesões foram diagnosticadas por meio do ultrassom ou ressonância magnética em relação ao seu grau de comprometimento e grau de extensão de acordo com o encaminhamento médico. Resultados: Não houve associação entre a prevalência de lesões e a flexibilidade no teste qui-quadrado, quando comparado os três músculos quadríceps, isquiotibiais e adutores [ $\chi^2(1)=0,044$ ,  $p>0,05$ ]. Conclusões: Nossos resultados sugerem que a flexibilidade não está associada com a prevalência de lesões de jogadores de futebol profissional brasileiro, uma vez que o maior número de lesões foi encontrado naqueles jogadores com ADM adequada.

Palavras-chave: Lesão muscular; Flexibilidade; Prevenção de lesões

## 2.1 INTRODUÇÃO

O futebol é o esporte mais praticado no mundo (AL ATTAR et al., 2017), estima-se que existem mais de 65.000 atletas profissionais registrados e ativos (MEURER; SILVA; BARONI, 2017). É um esporte caracterizado por exigir alta demanda de energia e intensidade do atleta (CEJUDO et al., 2019). O jogador que não estiver condicionado para a prática estará sujeito a lesões, (NERY; RADUAN; BAUMFELD, 2016) perda de jogos, com prejuízos tanto no seu desempenho individual quanto da sua equipe. Assim, a lesão gera um impacto socioeconômico (NERY; RADUAN; BAUMFELD, 2016; OPAR; WILLIAMS; SHIELD, 2012). No futebol de elite europeu, lesões musculares que resultem na ausência do jogador por um mês apresentam custos em média de 500 mil euros (EKSTRAND, 2013). A literatura relata que no Brasil os atletas estão mais suscetíveis a sofrer lesões devido ao longo período de treinamento e ao grande número de jogos (ARLIANI et al., 2011; NERY; RADUAN; BAUMFELD, 2016).

Lesões musculares são muito frequentes nessa população, com incidências entre 10 a 15 lesões por 1000 horas de jogo (WITVROUW et al., 2003), considerada a principal causa de ausência dos jogadores de futebol profissional, estima-se que os músculos mais afetados são isquiotibiais (37,0%), adutores (23,0%) e quadríceps (19,0%) (EKSTRAND; HÄGGLUND; WALDÉN, 2011). Essas lesões podem estar relacionadas a fatores: anatômicos, hormonais, neuromusculares e biomecânicos (BAUMGART et al., 2015). Dentre as causas para a ocorrência de lesões destacam-se a força e a flexibilidade insuficientes (NERY; RADUAN; BAUMFELD, 2016).

Nesse contexto, alguns estudos relatam que o alongamento para a melhora da flexibilidade é uma estratégia preventiva (BAUMGART et al., 2015; MENDIGUCHIA et al., 2013; REY et al., 2016), que pode influenciar fatores mecânicos, aumentar o controle sensório-motor, a ativação muscular e melhorar a estabilização articular (BAUMGART et al., 2015). Assim, conseqüentemente, diminuir as lesões musculares nesses indivíduos (JÄRVINEN et al.,



2007). Em contrapartida, alguns estudos sugerem que a flexibilidade não está diretamente relacionada a melhora do desempenho físico do atleta (ENGEBRETSSEN et al., 2010; VAN DOORMAAL et al., 2017), como no estudo de Van Dyk et al., (2018) que avaliaram jogadores de futebol profissional de 18 equipes de alto nível competitivo e encontraram relação fraca entre a flexibilidade e lesões nos músculos isquiotibiais (VAN DYK et al., 2018).

Dessa forma, a influência da flexibilidade em jogadores de futebol profissional ainda não está clara, embora seja uma intervenção amplamente utilizada existe divergência da literatura quanto a sua relação nas lesões e desempenho de atletas, mais estudos são necessários para sanar essas lacunas (MCCALL et al., 2015; REY et al., 2016). Assim nosso objetivo foi investigar se a flexibilidade é um fator de risco para lesões musculares dos membros inferiores em jogadores de futebol profissional.

## 2.2 MÉTODOS

### 2.2.1 Desenho do Estudo

Por meio de um estudo longitudinal observacional foi avaliada a flexibilidade de jogadores profissionais pertencentes a um clube de Florianópolis/SC (Brasil) da primeira divisão do futebol nacional. Três temporadas competitivas foram analisadas entre os anos de 2014 a 2016.

### 2.2.2 Participantes

Para a elegibilidade no estudo, os jogadores deveriam ser do sexo masculino, com idade entre 18 e 35 anos, liberados para o treino após ter passado pela avaliação médica e fisioterapêutica e terem completado mais de 5 jogos no ano. Foram excluídos aqueles com lesões musculares nos membros inferiores nos 3 meses precedentes a pré-temporada, lesões

articulares nos membros inferiores nos 6 meses anteriores e cirurgias nos 12 meses anteriores. Um total de 86 jogadores foram listados como elegíveis para o estudo.

### 2.2.3 Procedimentos de coleta de dados

Os dados pessoais, resultado dos exames físicos e os dados de ADM de cada atleta foram coletados na ficha de avaliação do clube. A flexibilidade foi avaliada bilateralmente nos músculos: isquiotibiais, adutores e quadríceps. As medidas articulares foram realizadas com um goniômetro por dois fisioterapeutas com mais de 8 anos de experiência prévia.

Os jogadores foram monitorados durante a temporada competitiva que teve início em março a dezembro. Esse procedimento foi repetido por 3 anos consecutivos (2014 a 2016). O médico responsável pela equipe avaliou todos os atletas com queixa física relacionada ao futebol, eles eram diagnosticados através de exames complementares quando necessário, pelo ultrassom ou ressonância magnética. Com o auxílio da avaliação de imagem do US e/ou da RM as lesões foram classificadas de acordo com o grau de comprometimento e grau de extensão. O retorno da atividade esportiva pelo atleta só era autorizado em caso da resolução total da ruptura das fibras musculares, essas quando presentes, e melhora dos sintomas (WOODHOUSE; MCNALLY, 2011).

#### 2.2.3.1 ADM músculo isquiotibial

O atleta foi posicionado em decúbito dorsal, com o membro contralateral em extensão completa. Uma extensão passiva de quadril e joelho foi realizada até o ponto máximo da ADM, relatada pelo atleta como desconforto e/ou detectada por meio de compensações dos membros (flexão de joelho, rotação interna ou externa do fêmur, e/ou elevação do membro contralateral). O eixo do goniômetro foi posicionado no trocânter maior do fêmur, o braço fixo horizontalmente paralelo a maca e o braço móvel posicionado na direção do epicôndilo lateral

do fêmur (FIGURA 1a) (WITVROUW et al., 2003). Consideramos os valores abaixo de 67 graus como ADM baixas/inadequada, e valores acima como ADM protetoras/adequadas para esse grupo muscular.

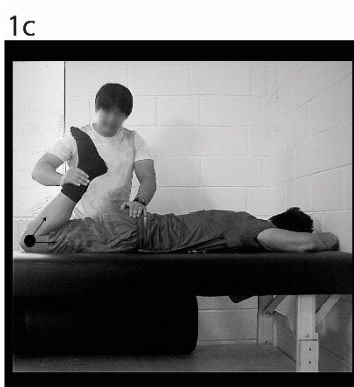
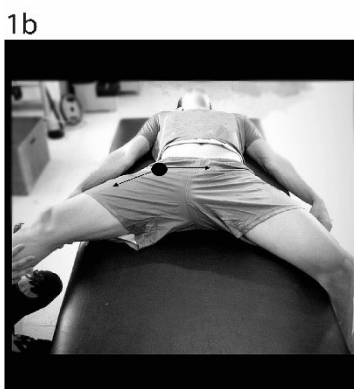
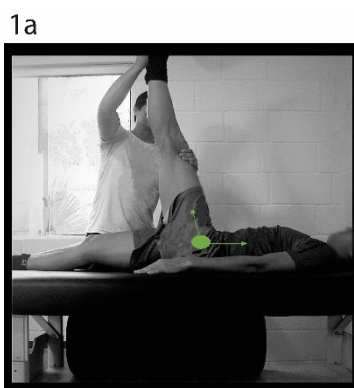
#### *2.2.3.2 ADM músculo adutor*

O atleta foi posicionado em decúbito dorsal com o joelho do membro contralateral posicionado fora da superfície da maca. O membro testado partiu da posição neutra e foi afastado passivamente pelo avaliador da linha média até o fêmur até o ponto máximo da ADM, relatada pelo atleta como desconforto e/ou detectada através de compensações (rotação medial do quadril, inclinação lateral da coluna e/ou elevação do membro contralateral). O goniômetro foi posicionado com braço móvel alinhado com o eixo ao longo do fêmur. O braço estacionário paralelamente entre as espinhas ilíacas ântero-superior do atleta (WITVROUW et al., 2003). (FIGURA 1 b). Consideramos os valores abaixo de 128 graus como ADM baixas/inadequada, e valores acima como ADM protetoras/adequadas/ para esse grupo muscular.

#### *2.2.3.3 ADM músculo quadríceps*

O atleta foi posicionado em decúbito ventral sobre a maca, o joelho do membro testado partiu da posição de extensão máxima, e então, foi realizada uma flexão passiva até a ADM máxima, relatada pelo atleta como desconforto e/ou detectada através de compensações do membro (aumento da lordose lombar, anteversão pélvica e/ou flexão do quadril). O eixo do goniômetro foi posicionado no epicôndilo lateral do fêmur, enquanto o braço fixo do goniômetro foi posicionado em direção ao trocânter do fêmur e o braço móvel em direção ao maléolo lateral da tíbia (WITVROUW et al., 2003) (FIGURA 1c). Consideramos os valores

abaixo de 36 graus como ADM baixas/inadequada, e valores acima como ADM protetoras/adequadas/ para esse grupo muscular.



**Figura 1** - Avaliação ADM (1a - ADM da musculatura isquiotibial; 1b - ADM da musculatura adutora e 1c - ADM dos músculos quadríceps).

#### 2.2.4 Análise estatística

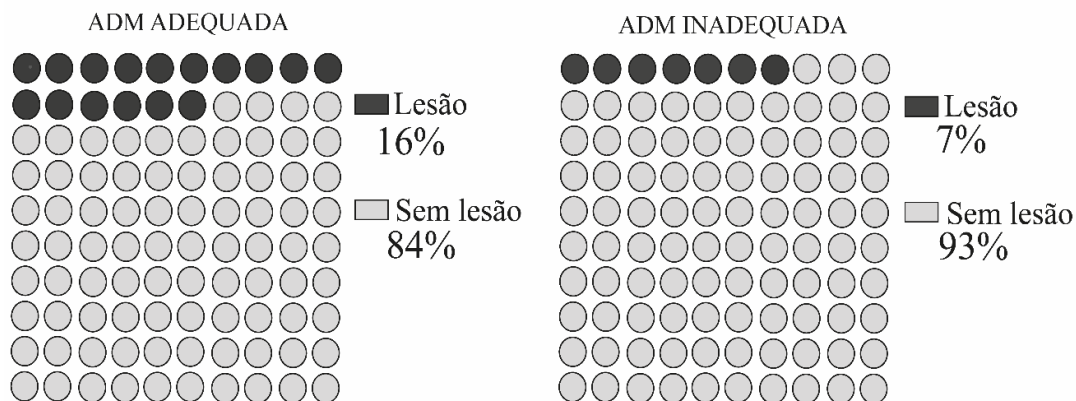
As análises estatísticas foram realizadas com o programa SPSS para Windows, versão 11. Para a caracterização dos dados foi realizada a estatística descritiva, com a identificação dos valores de média e desvio padrão das medidas coletadas. Além disso, o teste qui-quadrado de independência foi realizado para determinar se havia associação entre as variáveis. O nível de significância foi fixado em  $p \leq 0.05$ . Os valores de ADM baixas/inadequada e ADM protetoras/adequadas foram considerados por meio da média e desvio padrão dos dados adquiridos. A partir dos valores de 1 ou 2 DP definimos o valores de referência de ADM para cada musculatura.

### 2.3 RESULTADOS

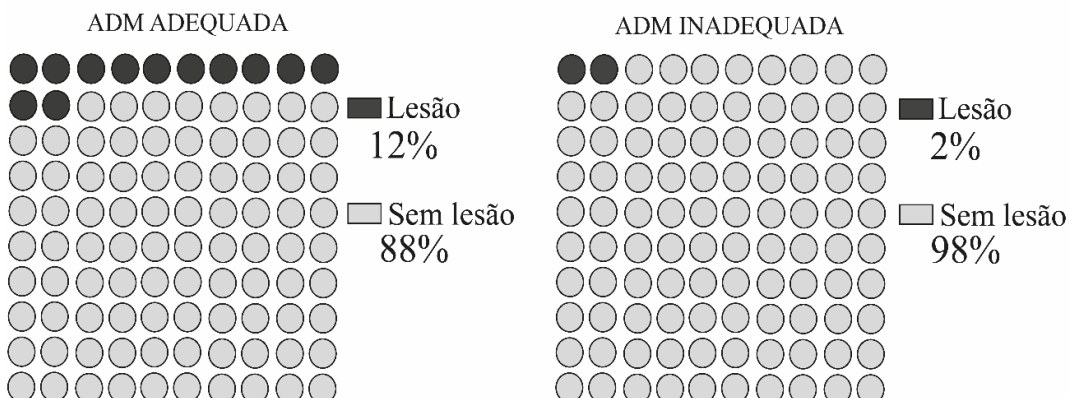
Uma média de 77% dos jogadores que desenvolveram lesões musculares possuíam ADM adequada, enquanto 23% dos que apresentaram lesões possuíam ADM inadequadas. Os músculos mais afetados foram os isquiotibiais com 23% de todas as lesões, onde 16% afetaram os jogadores com ADM adequada e 7% os com ADM inadequadas (FIGURA 2a). Em segundo lugar os músculos mais acometidos foram os adutores com 14%, onde 12% das lesões afetaram jogadores com ADM adequada e 2% com ADM inadequadas (FIGURA 2b) e por fim, o quadríceps com 8% das lesões, afetando 7% dos jogadores com ADM adequada e 1% com ADM inadequadas (FIGURA 3a). Nos isquiotibiais, grupo muscular com maior prevalência de lesões na amostra, o teste qui-quadrado de independência mostrou que não há associação entre a prevalência de lesões e a flexibilidade nessa musculatura [ $\chi^2(1) 0,009, p>0,05$ ]. Assim como, não encontramos diferença estatisticamente significativa quando comparada a ocorrência de lesões nos músculos com ADM adequada e ADM inadequada nos três músculos estudados ( $p>0,05$ ). Não houve associação entre a prevalência de lesões e a flexibilidade, no teste qui-

quadrado, quando comparado os três músculos quadríceps, isquiotibiais e adutores [ $\chi^2(1)=0,044$ ,  $p>0,05$ ].

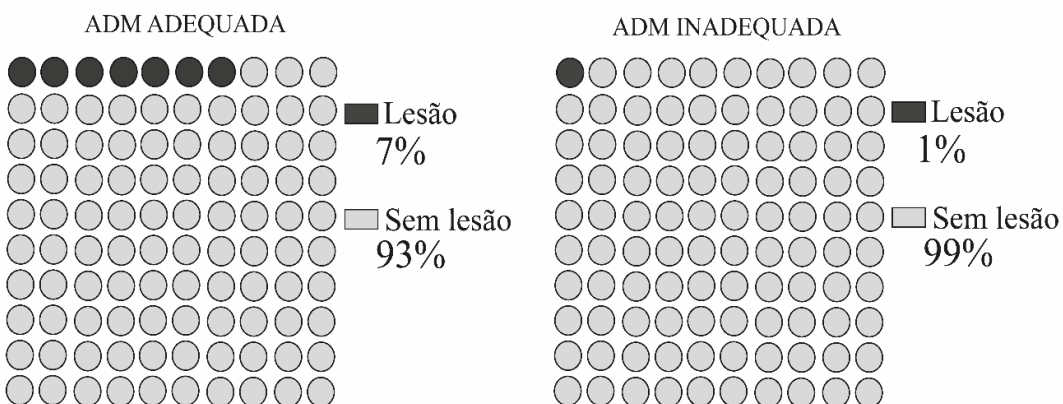
### 2a - ISQUIOTIBIAIS



### 2b - ADUTORES



### 2c - QUADRÍCEPS



**Figura 2** - Relação das lesões nos jogadores com ADM adequada e ADM inadequada. (2a – Músculo Isquiotibial; 2b – Músculos adutores e 2c Músculos quadríceps).

## 2.4 DISCUSSÃO

O presente estudo investigou a influência da flexibilidade na prevalência de lesões musculares nos membros inferiores de jogadores de futebol profissional brasileiro. A flexibilidade é considerada um componente fundamental no condicionamento físico dos atletas (CEJUDO et al., 2019) e é descrita como um fator de risco importante para a prevenção de lesões no futebol (WITVROUW et al., 2003). Witvrouw et al. (2003), avaliaram jogadores de futebol Belga e constataram que a ADM menor que 90° nos músculos isquiotibiais possui um risco significativamente maior de desencadear lesões (WITVROUW et al., 2003).

No entanto, alguns estudos comprovam que não existe influência da flexibilidade nas lesões musculares (ENGBRETSSEN et al., 2010; VAN DOORMAAL et al., 2017), sugerindo que não é possível identificar o risco de lesão em jogadores de futebol através da avaliação da flexibilidade nesses atletas (VAN DOORMAAL et al., 2017). Bradley e Portas (2007), em seu estudo, registraram 6 lesões em 36 jogadores de futebol da primeira divisão e não encontraram uma relação de que a flexibilidade seja um fator de risco significativo para lesões musculares (BRADLEY; PORTAS, 2007), dados esses, que corroboram com nossa análise, uma vez que encontramos uma porcentagem maior (77%) de lesões nesses jogadores sem influência na flexibilidade e conseqüentemente um menor número de lesões (23%) em jogadores com amplitude de movimento inadequada.

No futebol estima-se que 92,0% das lesões ocorrem nos membros inferiores (NERY; RADUAN; BAUMFELD, 2016). Ekstrand et al., (2011), estudaram 51 equipe de futebol de alto nível na Europa e encontraram uma maior incidência de lesões musculares nos isquiotibiais, seguido pela musculatura adutora e quadríceps respectivamente (EKSTRAND; HÄGGLUND;

WALDÉN, 2011). De acordo com nossos achados, 23% das lesões musculares foram nos músculos isquiotibiais, 14% adutores e 8% quadríceps. Uma incidência maior de lesão nos isquiotibiais foi associada a flexibilidade insuficiente (WITVROUW et al., 2003). De acordo com Henderson; Barners e Portas, (2010), que acompanharam jogadores do futebol inglês, encontraram que uma amplitude de movimento de flexão de joelho maior está associada a menores incidências de lesões nos músculos isquiotibiais (HENDERSON; BARNES; PORTAS, 2010). No entanto alguns autores, em seus estudos, não encontraram relação entre a redução da flexibilidade e aumento de lesões nessa musculatura (ARNASON et al., 2004). No nosso estudo 16% dos jogadores que apresentaram lesões nos isquiotibiais possuíam ADM adequada, enquanto 7% dos que apresentaram lesões possuíam ADM insuficientes (<67°). Van Dyk et al. (2018), avaliaram 438 jogadores em 18 equipes de futebol profissional no Qatar e 78 desses, apresentaram lesões na musculatura isquiotibial, em suas análises identificaram associações significativas, no entanto pequenas, entre a ADM dos isquiotibiais para o risco de lesões. Os autores sugerem então, que a flexibilidade inadequada representa um fator de risco fraco para lesões nos isquiotibiais e pode ser considerada como um fator causal (VAN DYK et al., 2018).

Em nossos achados, não encontramos diferenças estatisticamente significativas na ocorrência de lesões musculares em relação a flexibilidade inadequada, o que nos sugere que medidas de treinamento que aumentem a flexibilidade não sejam medidas protetoras no surgimento de lesões, no entanto, mesmo que alguns estudos tenham encontrados resultados semelhantes aos nossos, não podemos deixar de ressaltar que embora os testes tenham sido realizados por avaliadores altamente experientes e que os jogadores tenham sido bem orientador para compreender as instruções dos testes, ainda assim, é sugestível de viés. No entanto, isso é representativo da prática clínica atual, o que aumenta a validade externa do estudo. Também



reconhecemos que o número amostral pode ter influenciado nos nossos resultados, sugerimos assim, novos estudos que avaliem essa população com uma amostra maior.

## 2.5 CONCLUSÃO

Os resultados desse estudo apresentaram um maior número de lesões nos jogadores com ADM adequada (77%) comparados àqueles com ADM inadequada (23%), além disso observamos uma prevalência maior de lesões na musculatura isquiotibial (23%). Nossos achados sugerem que a flexibilidade, medida pela amplitude de movimento, não está associada com a prevalência de lesões de jogadores de futebol profissional brasileiro, uma vez que o maior número de lesões foi encontrado naqueles jogadores com ADM adequada.

### Declaração de conflito de interesse

Não há conflito de interesse associado a esta pesquisa.

### Aspectos éticos

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) sob o parecer número 2.305.464 (ANEXO 1). Os participantes foram informados sobre a justificativa e objetivos da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre esclarecido para participação.

### Financiamento

Esta pesquisa não recebeu nenhuma bolsa específica de agências de financiamento nos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

## REFERÊNCIAS

- AL ATTAR, W. S. A. et al. Effect of Injury Prevention Programs that Include the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injury Rates in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 5, p. 907–916, 2017.
- ARLIANI, G. G. et al. The Brazilian Football Association (CBF) model for epidemiological studies on professional soccer player injuries. *Clinics*, v. 66, n. 10, p. 1707–1712, 2011.
- ARNASON, A. et al. Risk Factors for Injuries in Football. **American Journal of Sports Medicine**, v. 32, n. SUPPL. 1, p. 5–16, 2004.
- BAUMGART, C. et al. Effects of static stretching and playing soccer on knee laxity. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 25, n. 6, p. 541–545, 2015.
- BRADLEY, P. S.; PORTAS, M. D. The relationship between preseason range of motion and muscle strain injury in elite soccer players. **J Strength Cond Res**, v. 21, n. 4, p. 1155–9, 2007.
- CEJUDO, A. et al. Age-related differences in flexibility in soccer players 8-19 years old. **Peer J**, v. 2019, n. 1, p. 1–16, 2019.
- EKSTRAND, J. Keeping your top players on the pitch: The key to football medicine at a professional level. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 723–724, 2013.
- EKSTRAND, J.; HÄGGLUND, M.; WALDÉN, M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). **American Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 6, p. 1226–1232, 2011.
- ENGBRETSSEN, A. H. et al. Intrinsic risk factors for hamstring injuries among male soccer players: A prospective cohort study. **American Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 6, p. 1147–1153, 2010.
- FULLER, C. W. et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 16, n. 2, p. 83–92, 2006.
- HENDERSON, G.; BARNES, C. A.; PORTAS, M. D. Factors associated with increased propensity for hamstring injury in English Premier League soccer players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 13, n. 4, p. 397–402, 2010.

- JÄRVINEN, T. A. H. et al. Muscle injuries: optimising recovery. **Best Practice and Research: Clinical Rheumatology**, v. 21, n. 2, p. 317–331, 2007.
- MCCALL, A. et al. Injury risk factors, screening tests and preventative strategies: A systematic review of the evidence that underpins the perceptions and practices of 44 football (soccer) teams from various premier leagues. **British Journal of Sports Medicine**, v. 49, n. 9, p. 583–589, 2015.
- MENDIGUCHIA, J. et al. Rectus femoris muscle injuries in football: A clinically relevant review of mechanisms of injury, risk factors and preventive strategies. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 6, p. 359–366, 2013.
- MEURER, M. C.; SILVA, M. F.; BARONI, B. M. Strategies for injury prevention in Brazilian football: Perceptions of physiotherapists and practices of premier league teams. **Physical Therapy in Sport**, v. 28, p. 1–8, 2017.
- NERY, C.; RADUAN, F.; BAUMFELD, D. Foot and Ankle Injuries in Professional Soccer Players. Diagnosis, Treatment, and Expectations. **Foot and Ankle Clinics**, v. 21, n. 2, p. 391–403, 2016.
- OPAR, D. A.; WILLIAMS, M. D.; SHIELD, A. J. Hamstring strain injuries: Factors that Lead to injury and re-Injury. **Sports Medicine**, v. 42, n. 3, p. 209–226, 2012.
- REY, E. et al. Effect of High and Low Flexibility Levels on Physical Fitness and Neuromuscular Properties in Professional Soccer Players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 11, p. 878–883, 2016.
- VAN DOORMAAL, M. C. M. et al. No Relationship between Hamstring Flexibility and Hamstring Injuries in Male Amateur Soccer Players. **American Journal of Sports Medicine**, v. 45, n. 1, p. 121–126, 2017.
- VAN DYK, N. et al. Hamstring and Ankle Flexibility Deficits Are Weak Risk Factors for Hamstring Injury in Professional Soccer Players: A Prospective Cohort Study of 438 Players Including 78 Injuries. **American Journal of Sports Medicine**, v. 46, n. 9, p. 2203–2210, 2018.
- WITVROUW, E. et al. Muscle Flexibility as a Risk Factor for Developing Muscle Injuries in Male Professional Soccer Players. **Sports Medicine**, v. 31, n. 1, p. 41–46, 2003.
- WOODHOUSE, J. B.; MCNALLY, E. G. Ultrasound of Skeletal Muscle Injury: An Update. *Seminars in Ultrasound*, **CT and MRI**, v. 32, n. 2, p. 91–100, 2011.

### 3 ARTIGO 2

#### **Valores de Referência Individualizados são Melhores do que os Baseados em Grupo para Monitoramento de Creatina Quinase em Jogadores Profissionais de Futebol**

Iohana Nunes<sup>1</sup>, Inaihá L. Benincá<sup>1</sup>, Tiago Cetolin<sup>2</sup>, Bruno M. Baroni<sup>3</sup>, Alessandro Haupenthal<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Departamento de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Fisioterapia, Araranguá, Brasil

<sup>2</sup> Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Bioquímica, Florianópolis, Brasil

<sup>3</sup> Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, Brasil

Revista Sugerida para publicação: *Journal Of Strength and Conditioning Research*

Autor Correspondente: Iohana Nunes. Endereço: Rodovia Governador Jorge Lacerda, 3201, Jardim das Avenidas – Araranguá, SC – CEP: 88.906-072. E-mail: iohana.nunes@posgrad.ufsc.br

### 3.1 INTRODUÇÃO

O futebol competitivo é um esporte que demanda alta intensidade e exige movimentos bruscos, que dependem do desenvolvimento de força e contrações excêntricas de vários grupos musculares (DA SILVA et al., 2021). Existe uma relação entre o trabalho excêntrico de alta força e o dano muscular que resulta em um aumento na concentração da creatina quinase (CK) (YOUNG; HEPNER; ROBBINS, 2012). Mais especificamente, atividades de alta intensidade levam a uma grande ruptura da membrana muscular que causa distúrbios celulares e conseqüentemente, entre outras enzimas, a CK é liberada (BRANCACCIO; MAFFULLI; LIMONGELLI, 2007). Diante disso, o nível de CK pode ser usado para medir tanto um tempo de recuperação insuficiente entre as partidas, o que pode resultar em sobrecarga muscular (INMAN et al., 2018), quanto um tempo de recuperação adequado, que pode levar a uma resposta de adaptação ao exercício em um curto período de tempo (LAZARIM et al., 2009a).

Conseqüentemente, o monitoramento do nível de CK é comumente utilizado na literatura e no esporte como um indicador de dano muscular e recuperação pós-exercício (HECKSTEDEN et al., 2016). De fato, a maioria dos clubes de futebol da primeira divisão do Campeonato Brasileiro utilizam marcadores bioquímicos para identificar o risco de lesão dos jogadores (MEURER; SILVA; BARONI, 2017). No entanto, apesar de sua relevância, ainda há inconsistência quanto aos valores de referência para o monitoramento da CK. Essa inconsistência decorre da dificuldade na interpretação dos níveis de CK considerando a grande variabilidade encontrada entre os indivíduos (INMAN et al., 2018). Clarkson e Ebbeling (1988) investigaram a variabilidade interindividual da CK em participantes com condicionamento físico semelhante e encontraram uma distribuição não gaussiana, o que elucidou o desafio inerente à determinação de pontos de corte baseados em grupos para monitoramento da sobrecarga muscular (CLARKSON; EBBELING, 1988). Mesmo assim, Lazarim et al. (2009),

analisaram jogadores profissionais de futebol durante o Campeonato Brasileiro e sugeriram que o limite superior do percentil 90 poderia ser utilizado como ponto de corte (LAZARIM et al., 2009).

Diante do exposto, fica clara a falta de consenso em relação aos valores de referência para o monitoramento da CK, e uma abordagem individualizada para ajustar a carga de treinamento, evitando a recuperação insuficiente entre as partidas, parece ser mais prática e precisa (HECKSTEDEN et al., 2016). Além disso, para evitar a redução do desempenho, é crucial melhorar a compreensão do processo de adaptação (JONES et al., 2014). Assim, o presente estudo teve como objetivo analisar a resposta individual dos níveis de CK durante temporadas de um campeonato profissional de futebol, a fim de verificar valores de limiares individualizados para monitoramento de CK. Nossa hipótese é que após um número específico de partidas, seria possível estabelecer limiares de referência individuais para monitoramento de CK, e que uma abordagem individualizada seria mais sensível do que pontos de corte baseados em grupos para detectar sobrecarga muscular.

## 3.2 MÉTODOS

### 3.2.1 Abordagem Experimental do Problema

Trata-se de um estudo observacional longitudinal que compara valores de limiar individualizados e baseados em grupo para monitoramento de CK. O nível de CK foi coletado dos jogadores ao longo de seis temporadas completas, que ocorreram de março a dezembro (calendário brasileiro). Cada medição de CK é representativa de uma partida disputada. O período de pré-temporada (janeiro a fevereiro) não foi incluído por ser uma fase preparatória,

que envolve treinamento específico de força e condicionamento, além de contemplar uma preponderância de amistosos com alta rotação de jogadores.

### 3.2.2 Participantes

Foram considerados para elegibilidade jogadores de futebol do sexo masculino de 18 a 36 anos de três clubes profissionais, todos pertencentes à primeira e segunda divisão do campeonato brasileiro de futebol entre 2013-2019. Na tentativa de evitar viés de informação, foram incluídos apenas jogadores com mais de 20 partidas por temporada. Foram excluídos os jogadores que apresentavam histórico de lesão muscular nos membros inferiores nos últimos três meses, lesão articular nos membros inferiores nos últimos seis meses e cirurgia nos últimos doze meses antes da pré-temporada. Um total de 125 jogadores foram considerados elegíveis, no entanto, 73 jogadores possuíam menos de 20 partidas por temporada, assim 52 jogadores foram incluídos na análise final. As características dos jogadores podem ser encontradas na Tabela 1.

Todos os jogadores assinaram o termo de consentimento para participação no estudo, após serem informados sobre os benefícios e riscos do estudo. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos 2.305.464 (ANEXO 1). O tamanho da amostra foi determinado pelo número de jogadores que atenderam aos critérios de inclusão durante o período do estudo.

**Tabela 1**

Características – jogadores de futebol (n=52).

Idade (anos)	26.9 (3.6)
Altura (m)	180.4 (5.4)
Peso (kg)	78.8 (12.9)
<i>Counter movement jump test</i> (cm)	43.4 (5.1)
Experiência profissional (anos)	8.7 (3.5)

Dados expressos em média (desvio padrão).

### 3.2.3 Procedimentos

O nível de CK foi coletado entre 24 a 48 horas após as partidas oficiais (ISPIRLIDIS et al., 2008). Para a medição da CK sérica, primeiro a polpa digital do jogador foi limpa com álcool etílico a 95% e seco com algodão, em seguida, uma amostra de 32  $\mu$ /L de sangue capilar foi coletada da ponta do dedo usando uma lanceta automática e um tubo vacutainer de plasma heparinizado (Reflotron®). Em seguida, o sangue foi imediatamente derramado em uma tira reativa a CK (Reflotron Analyser®).

### 3.2.4 Análise dos dados

A análise dos dados foi realizada por meio do R (versão 4). Para testar a distribuição normal dos dados, usamos o teste de Kolmogorov Smirnov, mas o nível de CK não é normalmente distribuído como mencionado anteriormente (CLARKSON; EBBELING, 1988). Para estabelecer um número mínimo de partidas necessárias para caracterizar os limiares de referência individualizados para monitorização da CK, as medianas intragrupos de 5, 10, 15 e 20 partidas foram comparadas pelo teste de Friedman, sendo considerado significativo um  $p < 0,05$ . Além disso, foi realizada uma análise, em que gráficos *box plots* individuais foram usados



para exibir a mediana e distribuição dos níveis de CK, os valores discrepantes não foram removidos. Para explorar a resposta do nível de CK, os dados foram analisados em duas etapas. Primeiramente, os limiares de referência individualizados foram caracterizados usando os valores de CK medidos nas primeiras dez partidas. Então, com base nos limiares de referência obtidos, consideramos como grande variação quando o nível de CK estava acima do limite superior [ $Q3 + 1,5 \times (Q3 - Q1)$ ], como uma variação moderada quando o nível de CK estava dentro do percentil 75 e o limite, e como uma pequena variação quando o nível de CK estava abaixo do percentil 75. Em segundo lugar, comparamos a detecção de sobrecarga muscular usando valores de referência individuais com o ponto de corte baseado em grupo do percentil 90 sugerido na literatura (LAZARIM et al., 2009b).

### 3.3 RESULTADOS

Não houve diferença estatisticamente significativa nos valores de concentração de CK intragrupo entre 5, 10, 15 e 20 partidas, o que indica que as medianas do grupo se estabilizaram após a quinta partida ( $\chi^2 [3] = 2,06$ ,  $p = 0,56$ ). No entanto, a análise demonstrou alta variabilidade interindividual para os níveis de CK (Figura 1). Para elucidar isso, gráficos de *box plot* mostrando os níveis de CK do grupo são demonstrados na Figura 1A, onde as medianas individuais de seis jogadores são mostradas em uma coluna vertical separada; os jogadores A, B e C são respondedores de CK baixo (200-1000 U/L, aproximadamente), enquanto os jogadores D, E e F são respondedores de CK alto (500-2500 U/L, aproximadamente). Ao analisar os dados desses jogadores (Figura 1B), observa-se uma variação robusta entre o quinto e o décimo *box plot*, e nos *box plot's* seguintes (15º e 20º) a distribuição dos dados tornou-se mais homogênea, o que sugere que pelo menos dez jogos seriam necessárias para categorizar

os limiares de referência individualizados. Assim, os níveis de CK das primeiras dez partidas foram utilizados neste estudo para identificar a sobrecarga muscular.

A análise demonstrou que os limites superiores variaram de 422-2815 U/L, e que os jogadores estiveram sob sobrecarga muscular em 123 partidas ao usar o limiar de referência individualizado e em 103 partidas ao usar o ponto de corte baseado em grupo de 1270 U/L. Para exibir os valores de CK dos jogadores em relação aos seus limites de referência individuais, usamos cores para melhorar a visualização dos dados (ROBERTSON; BARTLETT; GASTIN, 2017) (Figura 2). Analisando a Figura 2, pode-se notar que dependendo da variação individual da CK dos jogadores, o ponto de corte baseado em grupo pode mascarar (A a C) ou superestimar (D a F) a sobrecarga muscular, o que indica a ausência de um ponto de corte de referência comum.

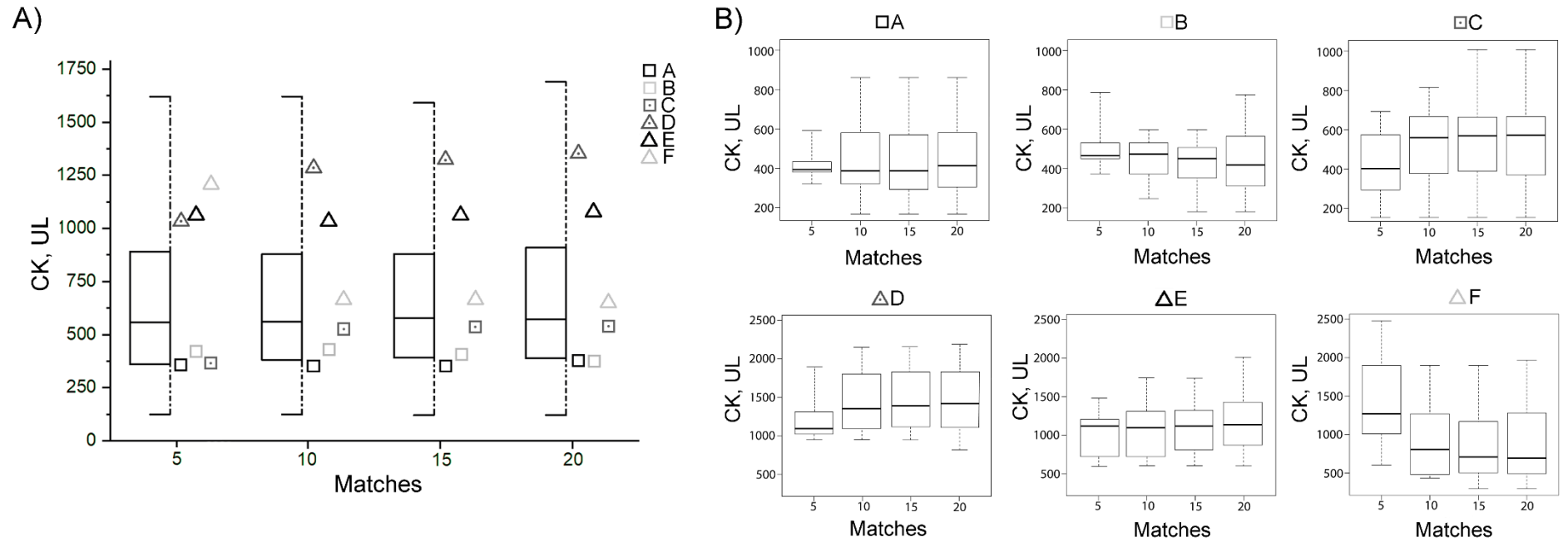
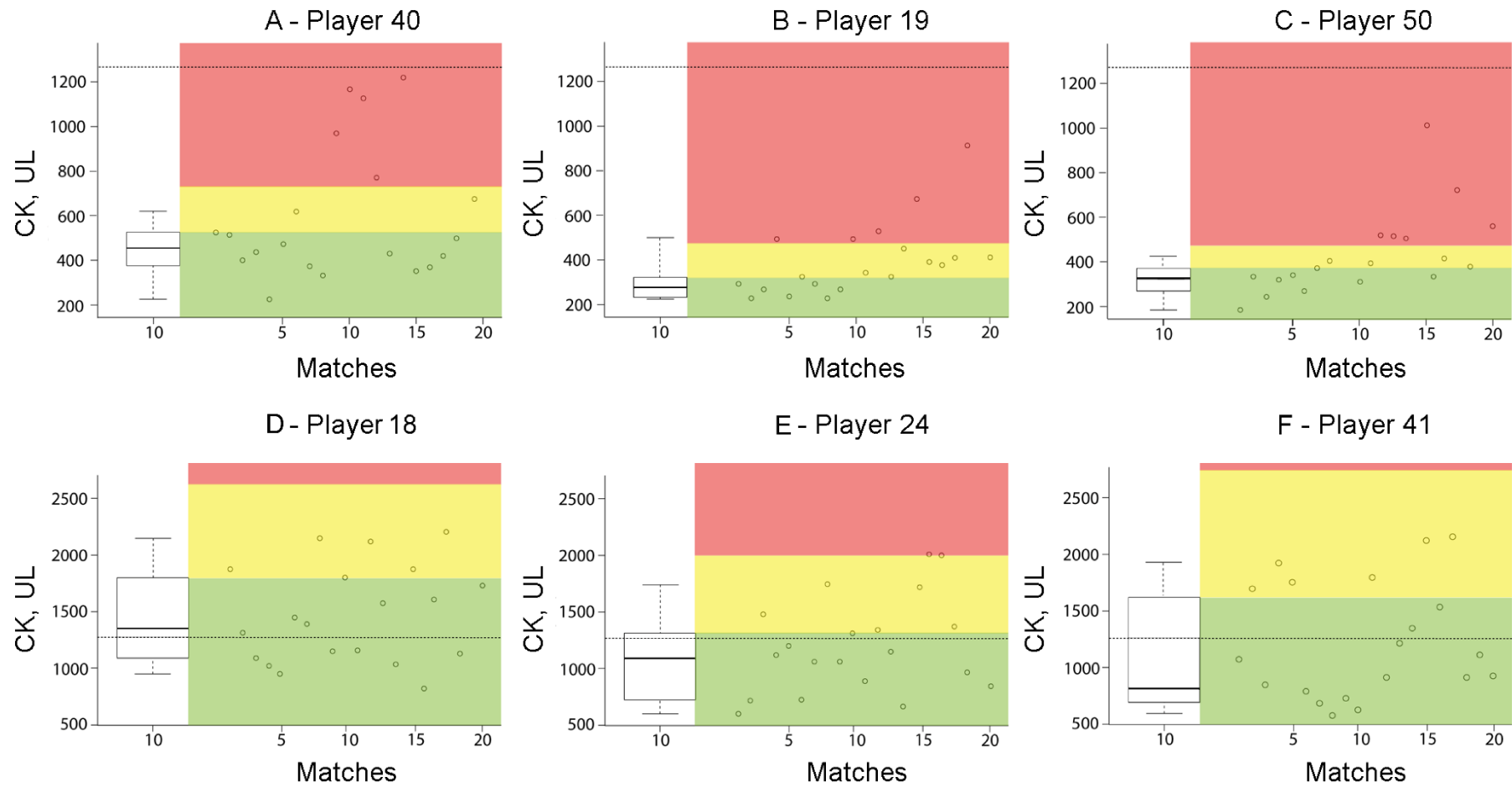


Figura 1- A) *Box plots* da resposta do nível de CK de 52 jogadores de futebol durante 20 partidas e mediana da resposta do nível de CK individual durante 20 partidas de seis jogadores de futebol com valores extremos de CK, baixo (A a C) e alto (D a F). B) *Box plots* individuais de jogadores com valores extremos de CK.



**Figura 2** - Distribuição dos níveis de CK durante 20 partidas de seis jogadores de futebol. A linha tracejada representa o valor de corte baseado em grupo de 1270 U/L. Em relação ao box plot das primeiras dez partidas, os valores de CK abaixo do quartil superior são mostrados na faixa verde (pequena variação), dentro do quartil superior até o limite superior na faixa amarela (variação moderada), e valores acima do limite superior na faixa vermelha (grande variação).

### 3.4 DISCUSSÃO

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a relatar um número mínimo de jogos necessárias para caracterizar valores de referência para monitoramento de CK com base em limiares individualizados. Nossos principais achados foram que o nível de CK do grupo se estabilizou após a quinta partida, no entanto, a análise dos níveis individuais de CK indicou uma variação robusta entre o quinto e o décimo jogos avaliados pelo diagrama *box plot*, a qual se torna mais homogênea na continuidade dos jogos, o que sugere que são necessárias pelo menos dez correspondências para caracterizar os limiares de referência individualizados. Além disso, os limites de referência individuais variaram significativamente entre os jogadores, consequentemente, um ponto de corte fixo baseado em grupo para detectar sobrecarga muscular pode não ser a abordagem mais eficaz para monitorar jogadores com variação biológica (SOARES NUNES et al., 2012).

Embora sejam descritos diferentes pontos de corte para o monitoramento da CK, como o percentil 90 (LAZARIM et al., 2009b), 95 (MEYER; MEISTER, 2011) ou 97,5 (INMAN et al., 2018), é importante estabelecer com cautela os valores nos quais esses pontos de corte de referência seriam baseados. Com base na análise, recomendamos usar o início da temporada para estabelecer referência individualizada de valores para CK e, em seguida, compará-lo com medições futuras para determinar se o jogador deve ser monitorado (faixa amarela, variação moderada) ou protegido fisicamente com cautela (faixa vermelha, variação grande), conforme demonstrado na Figura 2.

Estudos anteriores analisaram a resposta da CK com base em medianas de grupo para determinar valores de referência para jogadores profissionais de futebol. Mahmutyazicioglu et al. (2018) estudaram jogadores de futebol do Campeonato da Liga Inglesa e propuseram que o intervalo de referência de 95% para normalidade da CK é de 64,9-1971,7 U/L (MAHMUTYAZICIOGLU et al., 2018) No entanto, Lazarim et al. (2009), analisaram

jogadores de futebol da Primeira Divisão de Futebol do Brasil e sugeriram o grupo percentil 90 como ponto de corte para sobrecarga muscular (LAZARIM et al., 2009). Na Figura 2, traçamos uma linha tracejada no gráfico em 1270 U/L (nosso percentil 90 do grupo) como sugerido (LAZARIM et al., 2009), e aplicando este ponto de corte aos nossos resultados, a influência da variação interindividual de CK na detecção de sobrecarga muscular tornou-se clara.

Na figura 2, comparamos a influência interindividual da CK em seis jogadores. Consideramos como grande variação os valores acima do limite superior (faixa vermelha, Figura 2) e de acordo com este limiar, os jogadores D, E e F estiveram sob sobrecarga muscular durante duas partidas no total. No entanto, se tivéssemos usado o corte baseado em grupo de 1270U/L, esses mesmos jogadores estariam sob sobrecarga muscular durante 12, 8 e 8 partidas, respectivamente. Além disso, jogadores com variação moderada de CK de acordo com nossa abordagem estariam sob sobrecarga muscular em 21,3% das partidas se usarem esse ponto de corte baseado em grupo. Além da cautela excessiva quando não necessária, os pontos de corte baseados em grupos podem mascarar a sobrecarga muscular em respondedores de baixa CK, como ocorreu para os jogadores A, B e C que os valores de CK estavam abaixo de 1270 U/L, mas ainda dentro da faixa vermelha (Figura 2).

Nossos achados estão de acordo com Hecksteden et al. (2016), que sugeriram que para atletas competitivos uma caracterização precisa da fadiga é o objetivo final, e sua avaliação é considerada mais precisa quando baseada em intervalos de referência individualizados (HECKSTEDEN et al., 2016). A variabilidade interindividual de CK é claramente demonstrada em nossos resultados, e valores altos ou baixos de CK devem ser gerenciados dependendo da distribuição individual dos jogadores (HECKSTEDEN et al., 2017). Se o nível de CK for alto, mas esperado para este limiar de referência do jogador, não há necessidade de reduzir a carga de treinamento desse atleta. Por outro lado, se o nível de CK for alto para um jogador e exceder

o limiar de referência do mesmo, é necessário controlar a carga de treinamento e períodos de recuperação adequados para evitar fadiga e, possivelmente, *overtraining* (INMAN et al., 2018).

Uma limitação deste estudo foi o intervalo de tempo para coleta de CK (entre 24 a 48 horas após as partidas). Isso ocorreu devido à dificuldade de padronizar um único momento de coleta nos três clubes de futebol ao longo de um período de seis temporadas. Embora esse intervalo de tempo seja suficiente para detectar a alteração dos níveis de CK, um único ponto de tempo padronizado poderia ter minimizado a variação de CK. No entanto, nosso procedimento de coleta de dados reproduz o que realmente é feito no futebol profissional do “mundo real”, o que confere um alto nível de aplicabilidade prática aos nossos achados. Além disso, valores isolados de CK podem levar a interpretações errôneas no ambiente acelerado dos esportes profissionais e a abordagem de cores proposta compila informações individuais complexas de maneira intuitiva e interpretável, aumentando a capacidade de tomada de decisão.

Uma vez que as características individuais dos jogadores influenciam diretamente nos valores de CK, níveis altos ou baixos de CK podem ser considerados adequados dependendo da variação individual, portanto, limiares de referência individualizados parecem ser mais confiáveis para monitorar esse marcador bioquímico. Além disso, recomendamos o monitoramento de pelo menos dez partidas para caracterizar os limiares de referência individualizados. Este estudo explora um novo método para monitoramento e apresentação do nível de CK, que contribui para a prática da medicina esportiva como uma abordagem de referência individualizada aumenta a precisão do exame e, conseqüentemente, melhora a carga de treinamento e a prescrição de recuperação.

## APLICAÇÕES PRÁTICAS

- São necessários dez jogos para caracterizar os limiares de referência individuais para monitoramento da CK;

- Os limites de referência individuais para monitoramento de CK são mais sensíveis do que os valores de corte baseados em grupo para detectar sobrecarga muscular.



## REFERÊNCIAS

- BRANCACCIO, P.; MAFFULLI, N.; LIMONGELLI, F. M. Creatine Kinase Monitoring in Sport Medicine. **British Medical Bulletin**, v. 81–82, n. 1, p. 209–230, 2007.
- CLARKSON, P. M.; EBBELING, C. Investigation of serum creatine kinase variability after muscle-damaging exercise. **Clinical Science**, v. 75, n. 3, p. 257–261, 1988.
- DA SILVA, C. D. et al. Muscle Damage-Based Recovery Strategies Can Be Supported by Predictive Capacity of Specific Global Positioning System Accelerometry Parameters Immediately a Post-Soccer Match-Load. **Journal of strength and conditioning research**, v. 35, n. 5, p. 1410–1418, 2021.
- HECKSTEDEN, A. et al. Blood-borne markers of fatigue in competitive athletes - Results from simulated training camps. **PLoS ONE**, v. 11, n. 2, p. 1–13, 2016.
- HECKSTEDEN, A. et al. A new method to individualize monitoring of muscle recovery in athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 9, p. 1137–1142, 2017.
- INMAN, L. A. G. et al. Reference values for the creatine kinase response to professional Australian football match-play. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 8, p. 852–857, 2018.
- ISPIRLIDIS, I. et al. Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 18, n. 5, p. 423–431, 2008.
- JONES, M. R. et al. Match play performance characteristics that predict post-match creatine kinase responses in professional rugby union players. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 6, n. 38, p. 1–7, 2014.
- LAZARIM, F. L. et al. The upper values of plasma creatine kinase of professional soccer players during the Brazilian National Championship. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 12, n. 1, p. 85–90, 2009.
- MAHMUTYAZICIOGLU, J. et al. Is it necessary to adjust current creatine kinase reference ranges to reflect levels found in professional footballers? **BMJ Open Sport and Exercise Medicine**, v. 4, n. 1, p. 1–5, 2018.
- MEURER, M. C.; SILVA, M. F.; BARONI, B. M. Strategies for injury prevention in Brazilian football: Perceptions of physiotherapists and practices of premier league teams. **Physical Therapy in Sport**, v. 28, p. 1–8, 2017.
- MEYER, T.; MEISTER, S. Routine Blood Parameters in Elite Soccer Players. **International Journal of Sports Medicine**, p. 875–881, 2011.
- ROBERTSON, S.; BARTLETT, J. D.; GASTIN, P. B. Red, amber, or green? athlete monitoring in team sport: The need for decision-support systems. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, p. 73–79, 2017.

SOARES NUNES, L. A. et al. Applicability of the Reference Interval and Reference Change Value of Hematological and Biochemical Biomarkers to Sport Science. **An International Perspective on Topics in Sports Medicine and Sports Injury**, 2012.

YOUNG, W. A. B.; HEPNER, J. A.; ROBBINS, D. A. W. Movement demands in Australian rules Football as indicators of muscle damage. *Strength and Conditioning Research*, p. 492–496, 2012.

#### 4 ARTIGO 3

### **Equação para Predição da Creatina Quinase em Jogadores de Futebol Profissional Brasileiro**

Iohana Nunes<sup>1</sup>, Tiago Cetolin<sup>2</sup>, Inaihá L. Benincá<sup>1</sup>, Juliano F. da Silva<sup>3</sup>, Suely R. Giolo<sup>4</sup> e Alessandro Haupenthal<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Fisioterapia, Araranguá, Brasil

<sup>2</sup> Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Bioquímica, Florianópolis, Brasil

<sup>3</sup> Faculdade de Educação Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil

<sup>4</sup> Departamento de Estatística, Universidade Federal do Paraná, Estatística, Curitiba, Brasil

Revista Sugerida para publicação: *Science and Medicine in Football*

Autor Correspondente: Iohana Nunes. Endereço: Rodovia Governador Jorge Lacerda, 3201, Jardim das Avenidas – Araranguá, SC – CEP: 88.906-072. E-mail: [iohana.nunes@posgrad.ufsc.br](mailto:iohana.nunes@posgrad.ufsc.br)

## RESUMO

Em esportes como o futebol que exigem do atleta alta intensidade, a creatina quinase (CK) é utilizada como marcador de sobrecarga muscular. Valores de corte normalmente são baseados em dados de grupo, no entanto sabe-se que a CK sofre alterações por influência de fatores individuais. Por meio de um estudo com jogadores de futebol profissional objetivamos realizar uma equação de predição da CK a partir de características individuais. A análise da CK e dos testes físicos foi realizada em seis temporadas competitivas entre os anos de 2013 e 2019 em 51 jogadores. Foi realizada a análise de correlação entre as variáveis individuais com a CK e aquelas que apresentaram melhor correlação ( $p < 0,10$ ) foram selecionadas para compor a equação final a partir de uma regressão logística longitudinal. Como preditores finais da CK encontramos a idade, a capacidade aeróbia e os jogos. A partir da equação  $CK = -2951.96 - 25.633(\text{idade}) - 94.632(\text{PV.Tcar}) + 3.0560(\text{jogo})$  pode ser vista a influência da idade, capacidade aeróbia, do jogo e da peculiaridade de cada jogador para a individualização dos valores de CK. Como existem jogadores com resposta alta ou baixa, identificar os valores individuais evita a exposição de um atleta em risco ou que um atleta seja desnecessariamente retirado do treino.

**Palavras chaves:** Individualidade; Lesões no Futebol; Fadiga Muscular.

## 4.1 INTRODUÇÃO

Lesões no futebol são comuns, com taxas maiores quando comparadas a outros esportes coletivos (VENTURELLI et al., 2011). Uma vez que as temporadas são constituídas de altas demandas energéticas com curtos intervalos de recuperação entre as partidas. (SILVA et al., 2018). O esporte vem exigindo substancialmente maior intensidade e desempenho físico, e os jogadores estão sendo requisitados a apresentar cada vez mais intensidade nos *sprints*, assim como maiores alcances de velocidades máximas na corrida (BARNES et al., 2014). E dessa forma, mais propensos esses atletas estão para ocorrência de lesões (JUNGE; DVORAK, 2013).

O futebol profissional, esporte de alta intensidade, altera os níveis dos marcadores de lesão muscular (SILVA et al., 2018). Esses marcadores são importantes para esportes de alto rendimento (DJAOUI et al., 2017). A creatina quinase (CK) tem sido descrita como um bom marcador de dano muscular (ALVES et al., 2015), a mesma encontra-se elevada quando danos teciduais ocasionados por atividade intensas e prologadas ocorrem (JONES *et al.*, 2014), principalmente quando os jogadores não possuem de tempo suficiente para a recuperação física completa entre os jogos, assim sobrecarregando o sistema musculoesquelético (DJAOUI et al., 2017; NOWAKOWSKA et al., 2019). A tendência é que nos próximos anos o esporte passe a ser jogado com maior intensidade o que exigirá do atleta maior demandada energética (NASSIS et al., 2020). Dessa forma a monitorização da CK disponibiliza o acompanhamento e ajuste adequado dos treinos e período de repouso, de forma que se evite o *overtraining* nesses atletas (JONES *et al.*, 2014).

No entanto, existem controvérsias quanto a utilização da CK isoladamente na avaliação de atletas (INMAN et al., 2018), devido à dificuldade de interpretação das suas concentrações em relação as variações individuais (HECKSTEDEN et al., 2016), como a idade, sexo, massa muscular (INMAN et al., 2018), capacidade de condicionamento aeróbico (EKSTRAND; HÄGGLUND; WALDÉN, 2011), produção de potência e força são fatores que possivelmente

contribuem para variações da CK no organismo, mas correlações dessas variáveis ainda são dados escassos na literatura (SILVA et al., 2018). Entender essas variações como influenciadoras nos níveis de creatina quinase é fundamental para realização de medidas adequadas (NEAL et al., 2009).

Nesse contexto, nosso objetivo foi realizar uma equação de predição da CK de atletas de futebol profissional após os jogos, correlacionando a CK com características individuais como a idade, massa magra, capacidade aeróbica, potência muscular e número de jogos. Assim, os achados irão favorecer a prescrição do treinamento e repouso adequado.

## 4.2 MÉTODOS

### 4.2.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo longitudinal observacional. A coleta de CK após os jogos oficiais e os testes físicos foram realizadas entre os meses de março e dezembro de cada ano, durante seis temporadas competitivas.

### 4.2.2 Participantes

Atletas profissionais do sexo masculino de três times a nível competitivo nacional, entre os anos de 2013 e 2019, com idades entre 18 e 36 anos e com mais de 20 jogos por temporada foram considerados elegíveis para este estudo, evitando, assim, viés de informação. Foram excluídos do estudo aqueles que apresentaram lesões musculares nos membros inferiores nos 3 meses precedentes a pré-temporada; lesões articulares nos membros inferiores nos 6 meses precedentes a pré-temporada; e aqueles que realizaram alguma cirurgia nos 12 meses precedentes a pré-temporada. Os atletas foram informados sobre os procedimentos e objetivos da pesquisa e, então, concordaram em participar mediante assinatura do termo de consentimento

livre esclarecido. O estudo foi aprovado pelo comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC sob o parecer 2.305.464 (ANEXO 1). O tamanho da amostra foi determinado pelo número de atletas que cumpriram os critérios de inclusão e exclusão durante o período do estudo.

#### **4.2.3 Procedimentos e Coleta de Dados**

A avaliação de cada atleta foi realizada nos meses de março que corresponde o retorno das atividades da pré-temporada de cada ano. Através do prontuário clínico, do acompanhamento fisioterapêutico e fisiológico foram coletadas características pessoais dos jogadores (idade, posição no jogo, tempo que o atleta treina profissionalmente, histórico de cirurgia e lesões), registros das medidas antropométricas e resultados dos testes físicos.

##### *4.2.3.1 Análise da CK*

Foram avaliadas as amostras de sangue de cada participante coletadas entre 24 a 48 horas após os jogos (SPIRIDIS et al., 2008), cada dado de CK equivale a um jogo. Para determinação da concentração enzimática da CK no plasma, foram retirados 32 ( $\mu$ /L) de sangue capilar da polpa digital dos sujeitos após ter sido realizada limpeza do local com álcool etílico a 95%. Em seguida, após secagem com algodão, foi utilizada uma lanceta com disparador automático para punção e o sangue foi drenado para um tubo capilar heparinizado (Reflotron®). Por fim, o sangue foi imediatamente pipetado para uma tira reativa de CK e armazenado (Reflotron Analyser®, Boehringer, Mannheim, Germany). Este modo de coleta é válido para análise de CK após atividade física, e apresenta uma boa correlação com a coleta intravenosa ( $r=0.997$ ) (KNOBLAUCH; O'CONNOR; CLARKE, 2010).

#### 4.2.3.2 Dados antropométricos

Os procedimentos utilizados para realizar as mensurações antropométricas seguiram os protocolos definidos em Petroski (1999) (PETROSKI EL, 1999). Foram realizadas medidas de massa corporal, estatura e dobras cutâneas. A densidade corporal foi estimada a partir da equação específica para atletas do sexo masculino desenvolvida por Jackson e Pollock (1978) (JACKSON; POLLOCK, 1978).

O índice de massa corporal (IMC) foi obtido pela razão entre a massa corporal (kg) dividida pela estatura (m) elevada ao quadrado ( $IMC = \text{massa corporal}/\text{estatura}^2$ ) (LEE et al., 2018).

#### 4.2.3.3 Teste de Carminatti (T-CAR)

Para avaliar a resistência intermitente progressiva máxima, potência aeróbia e frequência cardíaca máxima foi utilizado o teste T-CAR (CARMINATTI; LIMA-SILVA; R.DEOLIVEIRA, 2004). O teste consiste na realização de *sprints* intermitentes de 12s até exaustão voluntária, entre 2 linhas definidas em distancias progressivas, com uma recuperação de 6s entre cada corrida e um tempo total de 90s em cada estágio. O teste tem uma velocidade inicial de 9 km/h em uma distância de corrida de 30 m (15m ida e volta) (FERNANDES-DA-SILVA et al., 2016).

Um aumento de 1m de distância é realizado em todos os níveis. Cada estágio é realizado com 5 repetições com um período de caminhada de 6s entre 2 linhas definidas a 2,5m do início (TEIXEIRA et al., 2014; DA SILVA et al., 2011). Os jogadores foram avaliados simultaneamente com o ritmo de corrida ditado por um sistema de áudio pré-gravado (ANDERSON S. TEIXEIRA, JULIANO F. DA SILVA, LORIVAL J. CARMINATTI, NAIANDRA DITTRICH, CARLO CASTAGNA, 2014; DA SILVA et al., 2011). O teste



terminou quando os jogadores não conseguiram realizar as orientações do áudio por 2 repetições (CETOLIN et al., 2018).

O T-CAR foi calculado a partir da distância do set final completado pelo atleta, dividido pelo tempo para completar o conjunto das repetições. No caso de um conjunto incompleto, a velocidade de pico foi interpolada usando a equação:  $PV = v + (ns / 10) * 0,6$ , onde "v" era a velocidade de o estágio final totalmente concluído e "ns" foi o número de repetições completadas no estágio parcialmente concluído. A velocidade de pico (PV T-CAR) alcançado no final da prova pelos atletas foi relatado como o critério de desempenho para o T-CAR. (ANDERSON S. TEIXEIRA, JULIANO F. DA SILVA, LORIVAL J. CARMINATTI, NAIANDRA DITTRICH, CARLO CASTAGNA, 2014).

A frequência cardíaca durante o TCAR foi avaliada por meio de um cardiofrequencímetro da marca Polar®.

#### *4.2.3.4 Countermovement Jump Tests (CMJ)*

Para a realização do CMJ foram utilizadas duas plataformas de força sincronizadas e embutidas no solo. Foi utilizado o sistema Globus com confiabilidade de medida de 0.5 Kg e taxa de erro do dispositivo <1 (BISCIOTTI, 2016).

Na realização do teste o atleta foi instruído a se posicionar em ortostase, com os pés em cada uma das plataformas de força e as mãos na cintura pélvica com o intuito de evitar o balanço dos braços. O movimento foi constituído de um agachamento até 90° de flexão de joelho, seguido de um salto, o participante foi instruído a saltar o mais alto possível, após uma - aterrissagem com o corpo em extensão e por fim uma flexão dos joelhos até 90° novamente para absorção do impacto (JIMENEZ-REYES et al., 2016; RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2017).

Cinco saltos foram realizados por cada jogador sobre a plataforma, com intervalo de três minutos entre cada um deles. A melhor e a pior repetição foram eliminadas e a média calculada

a partir dos três saltos resultantes para a realização da análise estatística. (BISCIOTTI, 2016).

**Os valores da distância dos saltos foram registrados de cada um dos membros.**

#### **4.2.4 Análise Estatística**

Estatísticas descritivas foram usadas para resumir as características dos participantes. Médias, desvios padrão e intervalos de confiança foram calculados para variáveis contínuas. Os dados foram analisados em três etapas. Primeiramente, investigou-se a associação entre CK e as variáveis preditoras a partir de uma correlação. Tendo em vista a presença de correlação elevada entre alguns dos fatores, foram considerados para entrar no modelo a idade, a capacidade aeróbia, a capacidade no salto, IMC, peso muscular e percentual de massa muscular. Em segundo lugar foi analisado o efeito isolado desses fatores para a predição da CK em um modelo isolado para cada um dos preditores. E por fim,, para levar em conta a um modelo conjunto foi realizado um modelo linear de efeito misto para dados longitudinais a partir do software R. Este modelo foi construído com base em efeitos aleatório (característica individual dos jogadores) e efeitos fixos (jogos, idade, capacidade aeróbia, capacidade de salto).

### **4.3 RESULTADOS**

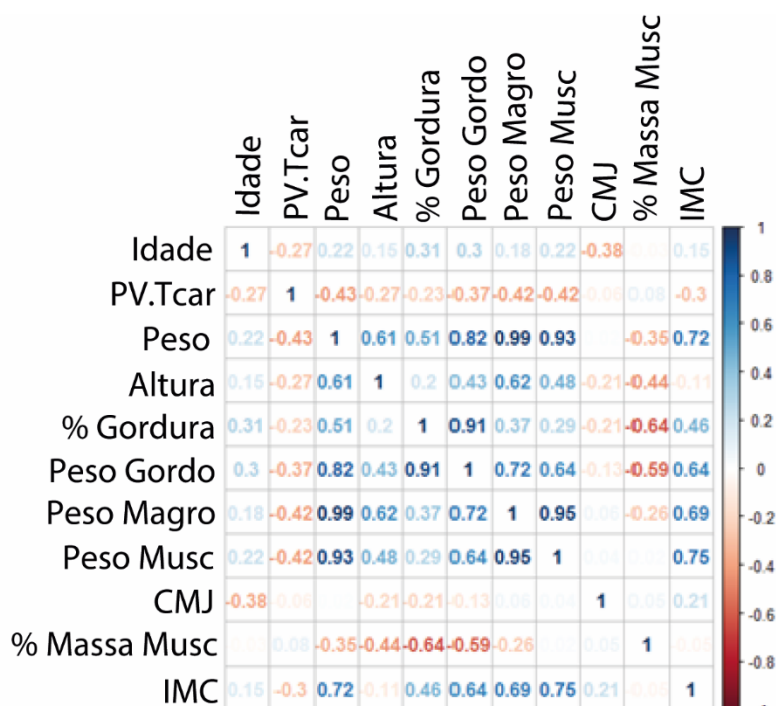
Foram no estudo 51 atletas, que corresponderam aqueles com mais de 20 jogos na temporada. As características dos jogadores estão descritas na tabela 1.

**Tabela 1-** Características – jogadores de futebol (n=51).

Idade (anos)	26.9 (3.6)
Altura (m)	180,6 (5,2)
% Massa muscular	49,3% (0,0)
IMC	39,0 (3,0)
PV-TCAR	16,8 (1,0)
CMJ (cm)	43,8 (5,9)

- Dados expressos em média (desvio padrão).

Num primeiro instante foi feita a análise da correlação entre as variáveis para verificar quais poderiam ser escolhidas, aquelas das quais não apresentassem correlação nula (FIGURA 1). Tendo em vista essa análise de correlação elevada entre alguns fatores, foram consideradas as seguintes variáveis: idade, IMC, PV.Tcar, CMJ e Percentual de massa muscular.

**Figura 1** - Possíveis fatores associados aos valores de CK.

Para investigação dos possíveis fatores associados aos valores de CK realizamos uma regressão com cada um dos fatores mais os jogos para ver o efeito de cada fator no desfecho da CK, onde para cada uma das variáveis consideramos  $P < 0,10$  como diferença estatisticamente significativa. Observamos associação significativamente estatística nas variáveis: Idade, PV.Tcar e CMJ. Os valores das associações estão descritos na tabela 2.

**Tabela 2** - Associação das variáveis na resposta de CK nos jogos

Variáveis	p
CMJ	0.001*
PV.Tcar	0.07*
Idade	0.08*
Percentual gordura	0.19
BMI	0.61
% massa muscular	0.46
Peso muscular	0.58
IMC	0.61
Peso magro	0.64

\*Associação significativa com a CK.

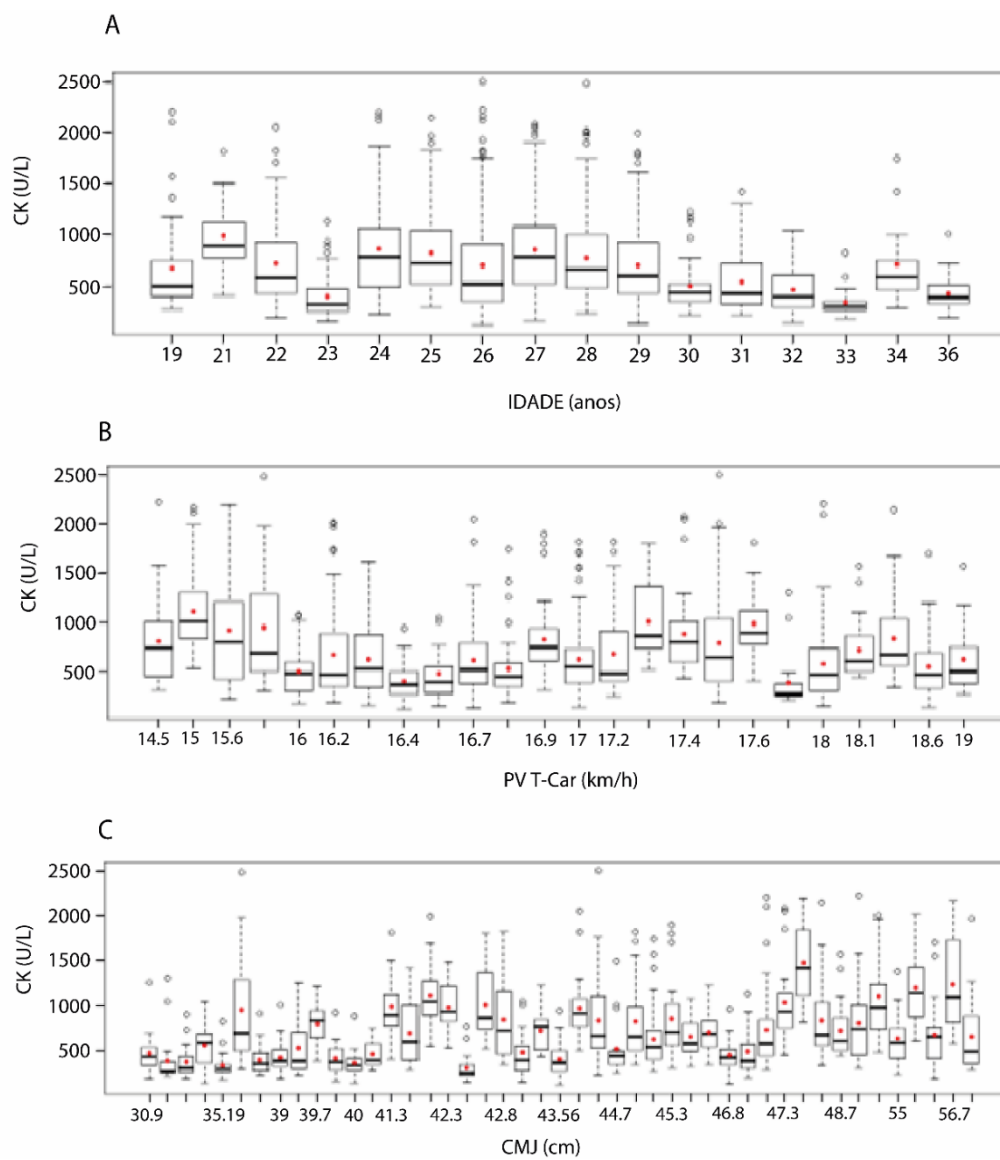
De acordo com a figura 2, pode-se observar que existe uma variabilidade maior dos valores de CK entre os jogadores na faixa etária de 19 a 29 anos, com exceção do jogador com 23 anos. Além disso, a maioria dos jogadores na faixa etária entre 30 a 36 anos apresentaram variabilidade dos valores e médias de CK inferiores. (FIGURA 2. A) Também observamos uma tendência inversamente proporcional entre as variáveis PV.Tcar e CK, ou seja, com o aumento da PV.Tcar ocorre diminuição nos valores de CK (FIGURA 2.B). Em relação aos valores de CMJ relacionados a CK, encontramos uma relação diretamente proporcional. Dessa forma, conforme o jogador apresenta aumento nos valores de CMJ, ocorre também o aumento nos valores da CK (FIGURA 2.C).

Por fim de acordo com os resultados das associações das variáveis realizamos a análise de correlação em conjunto a partir da equação de predição para verificarmos a interação entre

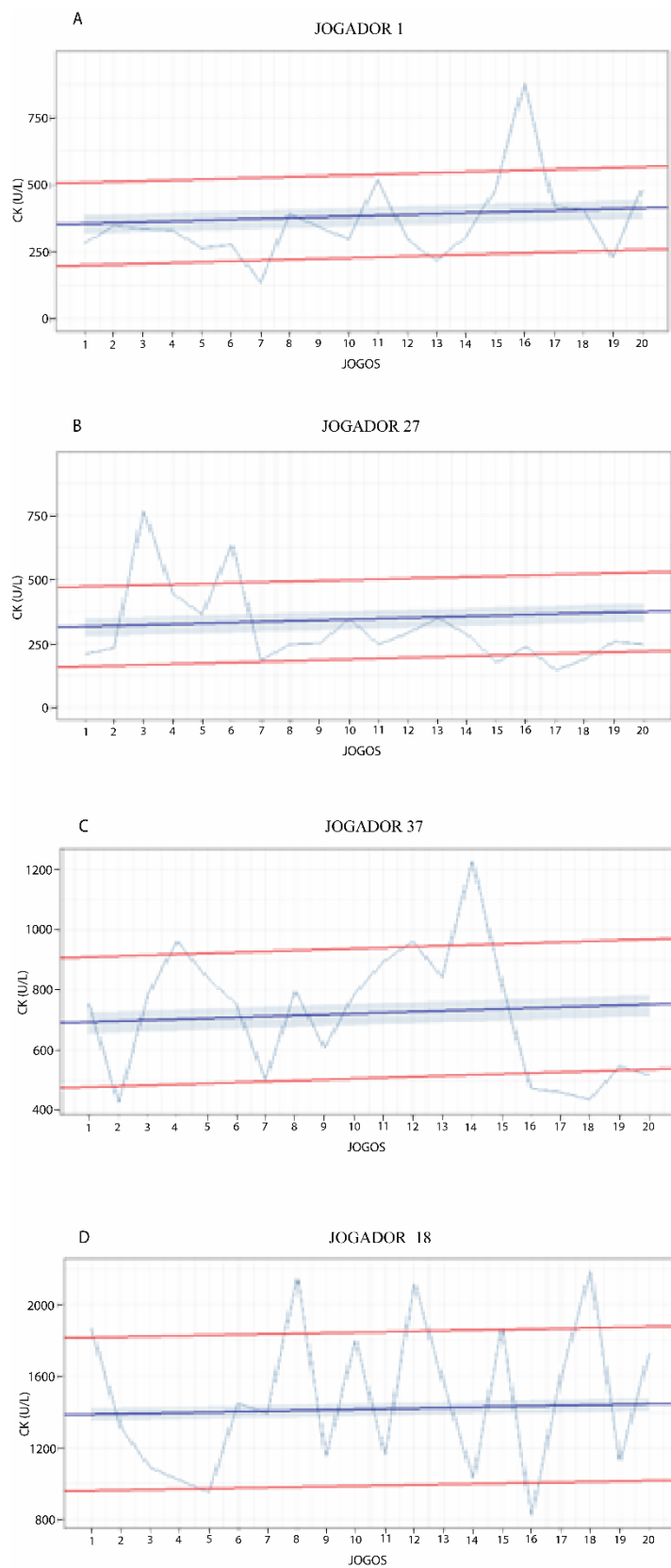
elas. Nesse modelo a CK foi predita a partir da idade ( $p= 0,01$ ), PV.Tcar ( $p= 0,01$ ) e jogo ( $p= 0,01$ ) conforme equação abaixo:

$$CK = -2951.96 - 25.633(\text{idade}) - 94.632(\text{PV.Tcar}) + 3.0560(\text{jogo}) \quad (\text{Eq 1})$$

A partir da equação fizemos a simulação para 4 jogadores, dois jogadores com baixa resposta (jogador 1 e jogador 27) e dois com alta resposta (jogador 37 e jogador 18). Abaixo pode ser vista a figura das simulações da resposta da CK (FIGURA 3) para cada um desses jogadores nos primeiros 20 jogos realizados. Assim como, o limite individual superior para cada um. Deve ser visto que o limite superior da resposta da CK para os jogadores 1 e 27 não atingem o limite inferior do jogador 18.



**Figura 2** - Box plots da resposta do nível de CK em relação a idade (A), PVT-car (B) e CMJ (C).



**Figura 3** - Resposta individual da CK em diferentes jogadores (3A jogador 1; 3B jogador 27; 3C jogador 37 e 3D JOGADOR 18).

#### 4.4 DISCUSSÃO

Esse estudo teve como objetivo desenvolver uma equação de predição por meio da análise de características individuais com os valores de CK de atletas de futebol profissional após os jogos para poder gerar análise que possibilite o estabelecimento de valores de corte individuais da CK para os jogadores futebol profissional. Ainda existe dificuldade na interpretação das concentrações da CK devido às variações individuais de cada jogador (INMAN et al., 2018) e os estudos geralmente abordam a média do grupo como valor de referência. Com uma análise individualizada os programas de treinamento dos clubes poderão desenvolver estratégias específicas na recuperação, focando no jogador de acordo com a sua resposta individual (HUGHES et al., 2018). Como preditoras finais para a análise de correlação da CK ficaram as variáveis: idade, a capacidade aeróbia e o número de jogos.

A necessidade de estudar as variáveis que influenciam a CK é relevante, uma vez que usar um valor de referência fixo não parece confiável (MACEDO; NUNES; BREZIKOFER, 2010). No entanto, intervalos de referência para biomarcadores normalmente são baseados em dados de grupos (HECKSTEDEN *et al.*, 2016), embora a análise generalizada de uma determinada população possa gerar valores inadequados, já que o indivíduo apresenta variações biológicas específicas (MACEDO; NUNES; BREZIKOFER, 2010). Dessa forma, uma equação de predição para o indivíduo de acordo com suas particularidades é interessante nesse contexto, principalmente quando estamos falando de atletas de alto rendimento, uma vez que esses dados influenciariam tanto para na performance, quanto na prevenção de lesões desses atletas.

Características individuais como a idade do jogador é descrita como fator importante a ser considerado ao avaliar a CK, levando em consideração que ela altera os níveis totais dessa enzima (BRANCACCIO et al., 2008). No estudo de Neal et al. (2009), de quatro ensaios clínicos norte-americanos, que avaliou 11.346 pessoas de diferentes etnias, sexo e idades,



encontrou uma diminuição dependente da idade nos níveis de CK nos homens (NEAL et al., 2009). Nos nossos dados observamos que houve variabilidade maior nos valores da CK nos jogadores entre 19 a 29 anos (FIGURA 2A) em comparação com a faixa etária de 30 a 36 anos, além de uma diminuição nos valores séricos da CK com o aumento da idade.

O T-CAR fornece uma estimativa confiável em relação a potência aeróbica (SILVA et al., 2011). O desempenho na corrida aeróbica deve ser considerado em esportes coletivos de alta intensidade, uma vez que com desempenho aeróbico baixo, maior será o desgaste físico e conseqüentemente mais elevados os valores CK no organismo. De acordo com nossos dados houve uma tendência inversamente proporcional entre as variáveis PV.TCAR e CK, ou seja, com o aumento da PV.Tcar menores foram os valores de CK nos jogadores. No estudo de Fernandes-da-Silva et al. (2016), que analisou jogadores juvenil de futebol masculino, observaram que aqueles com melhor desempenho no teste T-CAR obtiveram também maior desempenho nas atividades de alta intensidade, corridas de alta intensidade e distância percorrida (FERNANDES-DA-SILVA et al., 2016). No futebol de elite australiano, Hunkin; Fahrner e Gatin (2014), encontraram que os jogadores com desempenho de corrida aeróbica inferior apresentaram uma elevação dos valores da CK (HUNKIN; FAHRNER; GASTIN, 2014).

Entender cada jogador e sua individualidade é importante para não retirar do treino um jogador que não precisa ou se preocupar com uma sobrecarga que não existe. De igual modo valores excessivos para os respondentes baixos podem passar despercebidos se não for realizada uma análise individual (FIGURA 3). A partir da fórmula e de sua análise mesmo um jogador que não atuou pelo clube pode ter a individualização de seus valores a partir da idade e de sua capacidade aeróbia.

O futebol induz aumento nas concentrações séricas da CK, resposta essa, atribuída à sua alta intensidade, onde movimentações rápidas e bruscas com mudanças repentinas de direção

predominam durante os jogos (RUSSELL et al., 2015). Cada jogo por sua peculiaridade, exigência e o seu acúmulo é um fator que influencia diretamente a CK. Além disso, as concentrações da CK em atletas profissionais variam de acordo com a carga de treinamento, frequência e duração das competições e treinamentos (BRANCACCIO et al, 2008). Dessa forma incluímos jogadores com mais de 20 jogos por temporada. O que torna importante ferramentas válidas para monitoramento desses atletas e orientações dos futuros treinamentos (HUNKIN; FAHRNER; GASTIN, 2014).

Embora o CMJ também tenha apresentando boa correlação com a CK, optamos por uma equação sem sua presença, uma vez que, o PV.Tcar apresentou melhor resultado final. Mas, como já é consenso a quantidade de massa muscular de um atleta está diretamente relacionada com a expressão da CK.

Uma limitação desse estudo foi a não padronização das coletas da CK, já que foram coletadas entre 24 e 48 horas após os jogos, que embora suficientes para observar as alterações após o exercício, pode ter influenciado nas suas variações. A análise foi realizada dessa forma porque o Brasil é um país muito grande e no retorno dos jogos a logística de viagens impede a padronização das horas das coletas. Assim, este estudo realizou a análise como comumente é realizada no dia a dia do futebol profissional no Brasil.

#### 4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Análises da CK em grupos são normalmente citadas na literatura como forma de monitorização das lesões em jogadores de futebol profissional. No entanto, uma análise individual é uma forma de acompanhar esses atletas com maior segurança e especificidade, uma vez que, as variações biológicas do indivíduo tais como a idade e capacidade aeróbica por exemplo influenciam diretamente no valor das concentrações da CK no organismo. Dessa forma, uma equação de predição para a monitorização do atleta pode influenciar de forma

positiva os programas de treinamento para realização de uma abordagem mais eficaz e robusta quanto a prescrição da intensidade e periodização do treinamento desses jogadores.

### **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradecemos também, a UNIEDU/FUMDES e a FAPESC pelo apoio através de bolsas de estudo.

### **Declaração de conflito de interesse**

Não há conflito de interesse associado a esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, A. L. et al. Individual analysis of creatine kinase concentration in Brazilian elite soccer players. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 21, n. 2, p. 112–116, 2015.
- ANDERSON S. TEIXEIRA, JULIANO F. DA SILVA, LORIVAL J. CARMINATTI, NAIANDRA DITTRICH, CARLO CASTAGNA, L. G. A. G. Reliability and Validity of the Carminatti's Test For Aerobic Fitness in Youth Soccer Players. n. 7, p. 3264–3273, 2014.
- BARNES, C. et al. The evolution of physical and technical performance parameters in the english premier league. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 13, p. 1095–1100, 2014.
- BISCIOTTI, G. Return to sports after ACL reconstruction: a new functional test protocol. **Muscles, Ligaments and Tendons Journal**, n. February 2016, 2016.
- BRANCACCIO, P. et al. Serum Enzyme Monitoring in Sports Medicine. **Clinics in Sports Medicine**, v. 27, n. 1, p. 1–18, 2008.
- CARMINATTI, L. J.; LIMA-SILVA, A. E.; R.DE OLIVEIRA, F. Aptidão Aeróbia em Esportes Intermitentes - Evidencias de validade de construto e resultados em teste progressivo com pausas. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 3, p. 120, 2004.
- CETOLIN, T. et al. Training loads and RSA and aerobic performance changes during the preseason in youth soccer squads. **Journal of Human Kinetics**, v. 65, n. 1, p. 235–248, 2018.
- DA SILVA, J. F. et al. Validity and reliability of a new field test (carminatti's test) for soccer players compared with laboratory-based measures. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 15, p. 1621–1628, 2011.
- EKSTRAND, J.; HÄGGLUND, M.; WALDÉN, M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). **American Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 6, p. 1226–1232, 2011.
- FERNANDES-DA-SILVA, J. et al. The peak velocity derived from the Carminatti Test is related to physical match performance in young soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 24, p. 2238–2245, 2016.
- HECKSTEDEN, A. et al. Blood-borne markers of fatigue in competitive athletes - Results from simulated training camps. **PLoS ONE**, v. 11, n. 2, p. 1–13, 2016.
- HUNKIN, S. L.; FAHRNER, B.; GASTIN, P. B. Creatine kinase and its relationship with match performance in elite Australian Rules football. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 17, n. 3, p. 332–336, 2014.
- INMAN, L. A. G. et al. Reference values for the creatine kinase response to professional Australian football match-play. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 8, p. 852–857, 2018.
- ISPIRLIDIS, I. et al. Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 18, n. 5, p. 423–431, 2008.
- JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497–504, 1978.

- JIMENEZ-REYES, P. et al. Load that maximizes power output in countermovement jump. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 22, n. 1, p. 13–16, 2016.
- JONES, M. R. et al. Match play performance characteristics that predict post-match creatine kinase responses in professional rugby union players. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 6, n. 1, p. 1–7, 2014.
- JUNGE, A.; DVORAK, J. Injury surveillance in the world football tournaments 1998-2012. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 782–788, 2013.
- KNOBLAUCH, M. A.; O'CONNOR, D. P.; CLARKE, M. S. F. Capillary and Venous Samples of Total Creatine Kinase Are Similar After Eccentric Exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 12, p. 3471–3475, 2010.
- MACEDO, D. V.; NUNES, L. A. S.; BRENZIKOFER, R. Reference change values of blood analytes from physically active subjects. **European Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 1, p. 191–198, 2010.
- NASSIS, G. P. et al. Elite football of 2030 will not be the same as that of 2020: Preparing players, coaches, and support staff for the evolution. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 30, n. 6, p. 962–964, 2020.
- NEAL, R. C. et al. Relationship of Ethnic Origin, Gender, and Age to Blood Creatine Kinase Levels. **American Journal of Medicine**, v. 122, n. 1, p. 73–78, 2009.
- NOWAKOWSKA, A. et al. Blood Biomarkers of Recovery Efficiency in Soccer Players. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 18, p. 3279, 2019.
- PETROSKI EL. **Antropometria: técnicas e padronizações**. [s.l.: s.n.].
- RODRÍGUEZ-ROSELL, D. et al. **Traditional vs. Sport-specific vertical jump tests: Reliability, validity, and relationship with the legs strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players**. v. 31, 2017.
- RUSSELL, L. et al. Between-Match Variability Of Peak Power Output And Creatine Kinase Responses To Soccer Match-Play. **Recovery From Soccer Match-Play**, v. 29, n. 8, p. 2079–2085, 2015.
- SILVA, J. F. DA et al. Validity and reliability of a new field test (carminatti's test) for soccer players compared with laboratory-based measures. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 15, p. 1621–1628, 2011.
- SILVA, J. R. et al. **Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and Meta-analysis**. [s.l.] Springer International Publishing, v. 48, 2018.
- VENTURELLI, M. et al. Injury risk factors in young soccer players detected by a multivariate survival model. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 14, n. 4, p. 293–298, 2011.

## 5 CONCLUSÃO

Estudos que investiguem fatores de risco e métodos de monitorização específicos para lesões nos jogadores de futebol profissional brasileiro ainda são escassos. A identificação das demandas físicas do treinamento e de estratégias seguras que tenham objetivos de evitar possíveis lesões são necessárias.

As informações obtidas nesses estudos podem auxiliar em estratégias para prevenção de novas lesões nessa população (Artigo 1).

Nossos dados permitirão que os clubes e principalmente os profissionais desenvolvam estratégias preventivas para guiar a prescrição desses jogadores e conseqüentemente reduzir os prejuízos socioeconômicos envolvidos com a ausência de um atleta em campo (Artigo 2 e 3).

## ANEXO 1 – COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** ESTUDO DAS LESÕES NO FUTEBOL PROFISSIONAL

**Pesquisador:** Alessandro Haupenthal

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 74253617.5.0000.0121

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Santa Catarina

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.308.464

**Apresentação do Projeto:**

O presente projeto de pesquisa, intitulado ESTUDO DAS LESÕES NO FUTEBOL PROFISSIONAL, foi submetido pelo Prof. Alessandro Haupenthal, que assina a folha de rosto como pesquisador responsável juntamente com o Prof. Rafael Cypriano Dutra, subchefe do Departamento de Ciências da Saúde (DCS)/Campus Araranguá/UFSC. Este estudo pode ser caracterizado como longitudinal de acompanhamento e pretende analisar a lesão no futebol profissional. Serão recrutados 40 participantes do Figueirense Futebol Clube para participarem deste estudo através de amostragem não probabilística de conveniência. Serão coletados os dados do prontuário clínico, de acompanhamento fisioterápico e fisiológico dos jogadores, o que será feito pelos profissionais do clube durante a rotina de trabalho. Dos prontuários serão coletados os dados das avaliações iniciais no período da pré-temporada e das lesões que ocorreram durante a temporada competitiva. Os dados coletados nas avaliações iniciais serão os dados antropométricos, os testes físicos, os testes funcionais, concentração de CK e escala subjetiva de função muscular. Durante a temporada, considerando-se as sessões de treinamento e os jogos oficiais, os atletas serão monitorados quanto a variável desfecho que é o surgimento de lesões. Essas serão diagnosticadas com exame complementar a partir de ultrassom ou ressonância magnética de acordo com o encaminhamento do médico. Os critérios de inclusão são: ter passado pela avaliação médica e fisioterápica para ser considerado apto a prática do futebol competitivo e ter completado a

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.308.464

temporada anterior jogando. Os critérios de exclusão são: transferência para outro clube e não ter jogado no mínimo de seis jogos durante o ano.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

Estudar as lesões e os fatores associados ao seu desenvolvimento no futebol profissional.

Objetivo Secundário:

- a) Verificar a incidência de lesões no futebol profissional.
- b) Verificar a prevalência de lesões no futebol profissional.
- c) Analisar quais dentre os fatores de acompanhamento do jogador anualmente tem relação com a incidência de lesão.
- d) Analisar a curva de sobrevivência dos jogadores de futebol profissional em relação aos fatores associados a lesão no futebol.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

De acordo com o que foi citado no TCLE apresentado:

**DESCONFORTOS E RISCOS ESPERADOS:** Os riscos de qualquer exposição para sua você é praticamente inexistente devido ao seu dado ser catalogado em forma de número e seu nome não aparecerá em qualquer instante. Este cuidado de nunca expor seu nome será tomado para que o seu bem estar não seja prejudicado. Mesmo com a não identificação, se por algum motivo você quiser se retirar do estudo, sua participação será interrompida caso você apresente essa vontade.

**BENEFÍCIOS:** Os benefícios em participar deste estudo poderão repercutir na melhora do entendimento dos testes que são aplicados rotineiramente pelo clube e no futuro pela escolha de alguns que melhor representem a relação com as lesões que ocorrem no futebol.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pode contribuir para o conhecimento generalizável sobre o tema.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

**Recomendações:**

- 1) Ler atentamente a Resolução CNS 466/12 e elaborar TCLE que contemple todas as suas exigências, com especial atenção àquelas descritas a seguir:

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br



Continuação do Parecer: 2.308.484

- 2) Incluir a justificativa do estudo (item IV.3.a)
- 3) Refazer a análise de risco, uma vez que a análise apresentada refere-se somente à quebra de sigilo. Relatar os possíveis riscos aos quais os participantes estarão expostos e incluí-los aos TCLE. A presença de risco é uma característica inerente às pesquisas em seres humanos. Este risco pode ser individual, coletivo, imediato, tardio, físico, psíquico, dentre outros, contudo sempre existirá em menor ou maior grau (item IV.3.b).
- 4) Incluir a forma de acompanhamento e assistência (item IV.3.c).
- 5) Incluir a informação que o participante receberá uma via do TCLE (item IV.3.f).
- 6) Incluir a informação de que o TCLE foi elaborado em duas vias, rubricadas e assinadas, e que as duas assinaturas devem estar na mesma página (item IV.5.d).
- 7) Explicitar que, no âmbito desta pesquisa, o pesquisador cumpre as exigências da Resolução/466 e não que o TCLE foi feito de acordo com esta Resolução.

#### Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

ender a todas as recomendações explicitadas no item "Recomendações" e para responder a estas pendências o pesquisador deverá elaborar uma "carta resposta" respondendo a todos os questionamentos e solicitações deste parecer.

Sugerimos a leitura do documento disponível no site:

- <http://cep.ufsc.br/orientacoes-para-evitar-que-seu-projeto-fique-em-pendencia-3/>
- item: Orientações para evitar que seu projeto fique em pendência.

#### Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_983426.pdf	23/08/2017 16:09:04		Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRostoAH.pdf	23/08/2017 15:56:21	Alessandro Hauptenthal	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Concordancia_Fisiologia_Tiago.pdf	22/08/2017 11:43:37	Alessandro Hauptenthal	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Concordancia_Dep_Medico_Fisio_Sergio.pdf	22/08/2017 11:43:01	Alessandro Hauptenthal	Aceito

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
 Bairro: Trindade CEP: 88.040-400  
 UF: SC Município: FLORIANOPOLIS  
 Telefone: (48)3721-6094 E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 2.308.464

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	AH_LERER_2017_FUTEBOL_projeto.pdf	22/08/2017 11:42:05	Alessandro Haupenthal	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEAH.pdf	22/08/2017 11:41:05	Alessandro Haupenthal	Aceito

**Situação do Parecer:**

Pendente

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

FLORIANOPOLIS, 02 de Outubro de 2017

---

**Assinado por:**  
**Ylmar Correa Neto**  
**(Coordenador)**