

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO  
CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

## CURSO DE INSTRUTOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA

ALUNO: **Andrew** Pitaluga Rocha - Cap

ORIENTADOR: Míriam Raquel Meira Mainenti - Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>

MARCADORES INDIRETOS DE LESÃO CELULAR EM ATLETAS DA  
SELEÇÃO BRASILEIRA MILITAR DE FUTEBOL NO INÍCIO E NO FINAL DA  
FASE PREPARATÓRIA DA TEMPORADA PARA OS JOGOS MUNDIAIS  
MILITARES DE 2015

Rio de Janeiro – RJ  
2018

ALUNO: **Andrew** Pitaluga Rocha - Cap

**MARCADORES INDIRETOS DE LESÃO CELULAR EM ATLETAS DA  
SELEÇÃO BRASILEIRA MILITAR DE FUTEBOL NO INÍCIO E NO FINAL DA  
FASE PREPARATÓRIA DA TEMPORADA PARA OS JOGOS MUNDIAIS  
MILITARES DE 2015**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para conclusão da graduação em Educação Física na Escola de Educação Física do Exército.

**ORIENTADOR: Míriam Raquel Meira Mainenti**  
- Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>

Rio de Janeiro – RJ  
2018

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO  
CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

ALUNO: **Andrew** Pitaluga Rocha - Cap

TÍTULO: MARCADORES INDIRETOS DE LESÃO CELULAR EM ATLETAS DA SELEÇÃO  
BRASILEIRA MILITAR DE FUTEBOL NO INÍCIO E NO FINAL DA FASE  
PREPARATÓRIA DA TEMPORADA PARA OS JOGOS MUNDIAIS MILITARES DE 2015

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018

Banca de Avaliação

---

( Avaliador )

---

( Avaliador )

---

( Avaliador )

ROCHA, Andrew Pitaluga. Marcadores indiretos de lesão celular em atletas da seleção brasileira militar de futebol no início e no final da fase preparatória da temporada para os Jogos Mundiais Militares de 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física). Escola de Educação Física do Exército. Rio de Janeiro – RJ, 2018.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** Parece ainda não haver um consenso na literatura quanto ao comportamento de biomarcadores de lesão celular nas diferentes fases do treinamento dos atletas, bem como a influência das posições e funções desempenhadas no time nesses biomarcadores. Portanto, objetivo deste estudo foi analisar as alterações nos marcadores indiretos de lesão celular em jogadores da Seleção Brasileira Militar de Futebol advindas de uma sessão de treino no início e final da fase de preparação, bem como comparar tais marcadores entre jogadores dos setores de jogo (defesa, criação e finalização), especificamente no final da fase de preparação.

**MÉTODOS:** Participaram do estudo 23 atletas da Seleção Brasileira Militar de Futebol, com idade mediana de 26 [24; 31] anos, massa corporal total de 77,35 [72,35; 82,25] Kg e estatura de 1,80 [1,76; 1,82] metros. Foi realizada a coleta de sangue antes e imediatamente após o treino de duas horas no campo de futebol (80% físico e 20% técnico) em ambas as fases de preparação. O trabalho foi dividido em duas abordagens. A primeira com foco nas diferentes fases da temporada, sendo usados o teste de Friedman (para a par com Wilcoxon e correção de Bonferroni, para dados não paramétricos) ou a ANOVA 2 fatores para medidas repetidas. A comparação entre os setores de jogo foi feita com uma ANOVA de 1 fator, apenas no final da preparação (SPSS;  $p < 0,05$ ).

**RESULTADOS:** Comparando antes e pós treino (1ª abordagem), independente da fase da temporada, houve diferença significativa nas concentrações dos diversos marcadores, com exceção da transaminase glutâmico-oxalacética (TGO). Sobre efeito do treinamento, a enzima gama-glutamyltransferase (GGT) foi o único marcador que apresentou alteração significativa de sua concentração, de 26 para 23 U/l (valores pré treino - medianas). Quanto ao efeito da sessão sobre as posições, verificou-se que o setor de criação possui valores médios significativamente maiores para o incremento percentual de lactato desidrogenase (LDH) (31,24% de aumento) em comparação com os demais setores (defesa: 17,45%,  $p < 0,05$ ; finalização: 18,99%).

**CONCLUSÃO:** Foi observado aumento em praticamente todos os marcadores com a sessão de treino, entretanto, apenas a GGT sofreu adaptação com o treinamento, com menores valores para o final da fase de preparação. Quanto à análise por setores de jogo, verificou-se comportamento inconsistente das variáveis, sendo apenas o incremento percentual de LDH estatisticamente diferente entre os grupos.

**Palavras-chave:** biomarcadores; futebol; militares; lactato desidrogenase; gama-glutamyltransferase.

ROCHA, Andrew Pitaluga. Indirect markers of cellular injury in athletes of the Brazilian military soccer team at the beginning and end of the preparatory phase of the season for the Military World Games of 2015. Graduation in Physical Education. School of Physical Education of the Army. Rio de Janeiro - RJ, 2018.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** There is still no consensus in the literature regarding the behavior of biomarkers of cell injury in the different phases of athlete training, as well as the influence of positions and functions performed on the team in these biomarkers. Therefore, the objective of this study was to analyze the changes in the indirect markers of cellular injury in Brazilian Military Soccer players from a training session at the beginning and end of the preparation phase, as well as to compare such markers among players in the game sectors (defense, creation and finalization), specifically at the end of the preparation phase. **METHODS:** Participated in the study 23 athletes of the Brazilian Military Soccer Team, with a median age of 26 [24; 31] years, total body mass of 77.35 [72.35; 82.25] kg and height of 1.80 [1.76; 1.82] meters. Blood collection was performed before and immediately after training for two hours on the soccer field (80% physical and 20% technical) in both phases of preparation. The work was divided into two approaches. The first one focused on the different phases of the season, using the Friedman test (on a par with Wilcoxon and Bonferroni correction for non-parametric data) or the ANOVA 2 factors for repeated measures. The game sectors were compared with a one-way ANOVA at the end of the preparation (SPSS,  $p < 0.05$ ). **RESULTS:** Regardless of the stage of the season, there was a significant difference in the concentrations of the various markers, except for glutamic-oxalacetic transaminase (OGT), before and after training (1st approach). On the training effect, the gammaglutamyltransferase enzyme (GGT) was the only marker that showed a significant change in its concentration, from 26 to 23 U / l (pre - workout - median values). Regarding the effect of the session on the positions, it was verified that the creation sector had significantly higher mean values for the percentage increase of lactate dehydrogenase (LDH) (31.24% increase) compared to the other sectors (defense: 17 , 45%,  $p < 0.05$ , finalization: 18.99%). **CONCLUSION:** It was observed increase in practically all the markers with the training session, however, only the GGT was adapted with the training, with lower values for the end of the preparation phase. Regarding the analysis by game sectors, there was an inconsistent behavior of the variables, being only the percentage increase of LDH statistically different between the groups.

**Keywords:** biomarkers; soccer; military; lactate dehydrogenase; gamma-glutamyltransferase.

## INTRODUÇÃO

O futebol é um esporte coletivo caracterizado pela elevada exigência física e contato dos atletas, promovendo, por este motivo, elevados índices de lesões musculares ao longo de uma temporada regular. Sabe-se que quando os jogadores são expostos a altos volumes de treinamento e (ou) competição intercalada com recuperação insuficiente, eles podem mostrar sinais de fadiga<sup>1</sup>. Adicionalmente, observa-se que maior exposição ao jogo durante a temporada pode influenciar no desempenho físico e esportivo do atleta<sup>2-3</sup>.

Além disso, Coelho *et al.*<sup>4</sup> apontam que as ações excêntricas, que envolvem alteração na tensão e alongamento muscular significativo, são as principais causas de alterações morfofuncionais. Conforme observado por Clarkson e Hubal<sup>5</sup>, os danos musculares são acentuados quando são realizados exercícios com elevado número deste tipo de contrações musculares, predominantes dos movimentos intermitentes cíclicos e principalmente acíclicos do futebol, tais como: travagens, mudanças de direção, saltos, remates, quedas e choques corporais.

Os danos musculares decorrentes deste tipo de ação mostram que o jogo de futebol é lesivo às miofibrilas, estruturas constituintes do sarcômero, causando o seu rompimento e ocasionando alterações na permeabilidade da membrana plasmática, permitindo o extravasamento de enzimas citoplasmáticas para a corrente sanguínea<sup>6</sup>. Corroborando com o exposto acima, Fernandes *et al.*<sup>7</sup> apontam que os marcadores bioquímicos mais citados para diagnosticar desequilíbrio entre a demanda do exercício e a capacidade de recuperação dos atletas são: creatina quinase (CK), cortisol, lactato desidrogenase (LDH), ureia e creatinina. Dentre eles, a CK tem sido descrita como um bom marcador de dano muscular e o pico de concentração de CK tem sido associado a mudanças no pico de força isométrica máxima, bem como às mudanças na amplitude de movimento articular do joelho<sup>8</sup>, desfechos de desempenho relacionados à prática do futebol. Cabe ressaltar que a utilização de valores de referência fixos para a concentração de CK como indicadores de dano muscular grave é dificultado devido à variabilidade inter e intra individual, além da influência do nível de treinamento. Portanto, o uso de um valor de referência fixo pode subestimar ou superestimar a presença de dano muscular<sup>8</sup>.

No tocante às aminotransferases, temos que o incremento da atividade da alanina aminotransferase (ALT), também conhecida como transaminase glutâmico pirúvica (TGP), e da aspartato aminotransferase (AST) ou transaminase glutâmico-oxalacética (TGO), está relacionado à intensidade e duração do esforço físico<sup>9</sup>. A TGP catalisa a transferência do grupo amino da alanina para  $\alpha$ -cetoglutarato e forma piruvato, sendo localizada principalmente no hepatócito. A TGO é encontrada em grande quantidade no músculo esquelético e cardíaco. Sua principal função é catalisar a transferência do grupo amino do aspartato para  $\alpha$ -cetoglutarato com

a formação de oxalacetato e glutamato<sup>10</sup>. Dados da literatura sugerem que o aumento da atividade destes biomarcadores e o crescimento de sua concentração na corrente sanguínea, dentre outros motivos, revelam a ocorrência de possíveis distúrbios no músculo esquelético (TGO), dano hepático (TGP) ou ainda, ataque cardíaco<sup>11-13</sup>. Conjuntamente à análise de TGP e TGO, estudos analisam o comportamento da Gama-GT (GGT), enzima hepática marcadora de dano nesse tipo de tecido<sup>10</sup>.

Quanto à uréia, sabe-se que o aumento dos valores desta substância em atletas de elite é frequente, e que a ocorrência de tal fato durante o treinamento pode estar associada a alguma graduação no processo de proteólise, que leva à degradação de proteínas estruturais ou funcionais. Durante este processo, resíduos metabólicos dos aminoácidos que não são utilizados para fornecimento energético são eliminados principalmente pelos rins após sua metabolização em uréia<sup>14</sup>.

A creatinina, composto nitrogenado produto da desidratação da fosfocreatina, pode ser mensurada no sangue ou na urina, onde sua concentração pouco oscila durante o período de 24h. Está diretamente associada a desidratação, redução da massa corporal e diminuição da massa magra, principalmente do tecido muscular esquelético, local de sua produção<sup>15</sup>.

Na literatura, encontramos alguns estudos relativos à presença de biomarcadores no plasma sanguíneo como preditores de lesão muscular. Nesse sentido, Alves *et al.*<sup>8</sup> analisaram a concentração de CK em jogadores de futebol do Campeonato Brasileiro (primeira divisão) verificaram que as respostas individualizadas das modificações na concentração de CK advindas do treinamento desportivo não indicavam a permanência de lesão celular elevada em todas as fases da temporada. Percebeu-se que as respostas da concentração de CK apresentaram alta variabilidade, o que contribui para que admita-se a premissa de que os jogadores de futebol tenham diferentes limiares<sup>8</sup>.

Em pesquisa realizada com jogadores do Campeonato Acreano de Futebol da Primeira Divisão, Bezerra *et al.*<sup>6</sup> inferiram que o futebol possui elevada capacidade de gerar danos musculares, expressos pela elevação na concentração dos níveis plasmáticos das enzimas CK, LDH e TGO; gera um estado catabólico, observado pelos níveis elevados cortisol e diminuição dos níveis de testosterona; e ainda, aumenta as reações inflamatórias, verificado pelos níveis elevados de Proteína C reativa. Os autores ressaltam que os valores de TGO permaneceram dentro dos limites normais de referência para homens, enquanto que os indicadores CK e LDH apresentaram valores de repouso superiores aos limites de referência.

Mello *et al.*<sup>16</sup>, em estudos com jogadores profissionais de um time da segunda divisão nacional (n=22), apresentaram que muito embora o treino de intensidade moderada aplicado nos jogadores avaliados tivesse aumentado a demanda metabólica, medida pelo aumento na

concentração de lactato e glicose no plasma, ele foi insuficiente para promover lesão excessiva ao músculo esquelético (ausência de aumentos nos níveis de CK).

Adicionalmente, em estudos realizados por Silva *et al.*<sup>17</sup> em sete jogadores profissionais de um time de futebol da Liga Portuguesa de Futebol Profissional após uma partida oficial, verificou-se que houve um incremento significativo na atividade plasmática da enzima CK em 24h e 48h, em relação ao pré-jogo. O comportamento deste marcador e de outros biomarcadores foram analisados e assim ratificou-se a hipótese de que indivíduos menos treinados apresentam maiores níveis de CK pós-exercício, bem como pareceu confirmar o que se supunha: foram encontradas menores alterações fisiológicas em atletas profissionais do que em atletas de baixo nível. Muito embora ocorram tais distúrbios, constatou-se que o desempenho destes atletas nos parâmetros neuromusculares só foi afetado em até 24h de recuperação, o que revela a capacidade dos atletas de lidar com as demandas físicas impostas pelo jogo.

Com base nos dados expostos, parece ainda não haver um consenso na literatura quanto ao comportamento de biomarcadores de lesão celular nas diferentes fases do treinamento dos atletas bem como a influência das posições e funções desempenhadas no time nesses biomarcadores. Interessante ressaltar ainda, que não há registro dessas possíveis diferenças em atletas militares de futebol, especificamente em atletas da equipe de futebol da Comissão de Desportos do Exército (CDE). Tal consolidação será importante na elaboração de planos e periodização de treinamento físico, particularmente no ajuste da dosagem de esforços dispendidos durante as fases básica e específica, que considerem a peculiaridade da posição do jogador, impactando diretamente na melhoria de condicionamento físico, diminuindo assim a ocorrência de lesões musculares. Em especial, contribuirá na adequação da demanda de treinamentos físicos e no monitoramento das condições físicas dos atletas ao longo da temporada, levando em consideração a posição do atleta.

Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo analisar o comportamento de biomarcadores de lesão celular (CK, LDH, Ureia, Creatinina, TGO, TGP e GGT) após uma sessão de treinamento físico em jogadores da Seleção Brasileira Militar de Futebol entre os diferentes setores de jogo (defesa, criação e finalização), verificando o efeito da sessão de treino, do treinamento e o efeito da sessão sobre jogadores de diferentes setores de jogo. A hipótese é encontrar maiores valores no final da fase de preparação e incrementos agudos maiores para os jogadores de criação em relação aos demais (na fase final da preparação). Tal expectativa tem como base a maior quantidade de estímulos predominantemente aeróbicos aos quais jogadores de criação são submetidos pela maior movimentação em campo durante o jogo, característica do referido setor.

## **MÉTODOS**

O presente estudo, de natureza observacional longitudinal faz parte de um projeto mais abrangente previamente aprovado pelo sistema CEP-CONEP, sob o número CAAE: 42533315.5.0000.5235. Os indivíduos foram previamente esclarecidos sobre os propósitos do estudo e procedimentos aos quais foram submetidos, e em seguida assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, Apêndice 1), e com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, Brasil.

### *Amostra*

O estudo ocorreu em dois momentos da fase de preparação para a competição: início (T1) e final (T2) da fase de preparação. A amostra do referente estudo foi composta por 23 atletas da Seleção Brasileira Militar de Futebol, com idade entre 19 e 40 anos. O time de futebol seguiu uma rotina de treinamento de cinco vezes por semana com cada sessão durando de 90 a 240 minutos, conforme pode-se verificar no Apêndice 2.

Adotaram-se como critérios de inclusão: atletas saudáveis, do sexo masculino, selecionados para compor a equipe, de diferentes posições de jogo (laterais, zagueiros, volantes, meio-campos e atacantes), que foram voluntários a participar do estudo, e que assinaram o TCLE. E como critérios de exclusão: atletas acometidos por lesões ou limitações osteomioarticulares que impossibilitaram a realização do programa de treinamento proposto pela comissão técnica.

### *Coleta de Dados*

O agendamento da coleta foi realizado em conjunto com a equipe técnica para evitar que a realização dos testes atrapalhasse o planejamento do treinamento da equipe. Foram passadas na véspera da data marcada para a realização do teste, informações importantes tais como não realizar atividade física extenuante, não ingerir bebidas alcoólicas ou cafeína no dia ou na noite anterior. A coleta foi realizada antes da sessão de treinamento (essa primeira em jejum) e imediatamente após a realização da sessão.

### *Procedimentos*

As coletas foram realizadas com os participantes em posição sentada, com os braços totalmente apoiados. As amostras de sangue (5ml) foram coletadas dos participantes no campo de treinamento por profissionais habilitados, militares do Instituto de Pesquisa e Capacitação Física do Exército (IPCFEx) através de punção venosa após a desinfecção da região cutânea antecubital anterior do braço, com álcool a 95%. O tempo entre a coleta e as análises não excedeu 30

minutos, para todos os testes, tempo máximo de deslocamento entre o local de coleta e o laboratório.

Utilizou-se tubos com gel separador, que foram mantidos em gelo para transporte ao laboratório do IPCFEx para separação soro-plasma sanguíneo. O plasma foi obtido por centrifugação (2500 rpm durante 12 min) e recolhido para utilização imediata.

A análise das concentrações dos biomarcadores (CK, LDH, Ureia, Creatinina, TGO, TGP e GGT) realizou-se através do analisador bioquímico BT3000 (Wiener, Argentina), pelo processo de automação, de acordo com as instruções dos fabricantes (Wiener lab), seguindo as recomendações constantes nos kits de coleta.

### *Análise Estatística*

Foi realizado o teste de aderência à normalidade empregando o teste de Shapiro-Wilk para verificação da distribuição dos dados (paramétricos ou não paramétricos) para as variáveis desfecho: CK, LDH, Ureia, Creatinina, TGO, TGP e GGT. Para caracterização da amostra, foi feita análise estatística descritiva, com cálculo de medidas de tendência central e dispersão de acordo com a distribuição da amostra (média  $\pm$  desvio padrão para dados paramétricos; e mediana; 1º quartil – 3º quartil para dados não paramétricos). As variáveis categóricas foram apresentadas como frequência absoluta (frequência relativa, %).

Na primeira abordagem, aplicou-se uma análise de variância de dois fatores para analisar a influência do fator temporada (início ou final da fase preparatória) e do fator sessão de treinamento (pré ou pós sessão), em caso de dados paramétricos. Em caso de dados não paramétricos, o teste de Friedman foi aplicado com subsequente uso do Wilcoxon para a par (com correção de Bonferroni) em casos de diferenças apontadas pelo Friedman. Na segunda abordagem, foi aplicada uma ANOVA de 1 fator, com subsequente uso do teste t independente par a par (com correção de Bonferroni), em virtude de todas as variáveis dessa abordagem apresentarem distribuição paramétrica, para comparar os jogadores de diferentes setores de jogo (defesa, criação e finalização).

Em virtude do tamanho amostral reduzido, que impossibilitou a classificação dos jogadores conforme as posições de jogo definidas pela FIFA, adotou-se a divisão do grupo em 3 setores de jogo (defesa, criação e finalização). Portanto, com base no que a literatura apresenta e verificada uma relação de maior proximidade dos laterais para com os meias, principalmente os meias que atuam pela lateral do campo, justificou-se assim a formação do setor de criação composto pelos jogadores que atuam nas referidas posições. O setor defensivo foi composto pelos jogadores que atuam como zagueiros e volantes, em virtude de suas funções táticas desempenhadas no jogo, enquanto o setor de finalização foi composto pelos atacantes.

Toda a análise de dados foi realizada no programa SPSS (versão 13.0), adotando-se nível de significância  $\alpha = 0,05$ .

## RESULTADOS

Na primeira abordagem de análise realizada, foram avaliados 16 atletas: 1 goleiro (6,25%), 5 atletas do setor defensivo (31,25%), 8 atletas do setor de criação (50%) e 2 atletas do setor de finalização (12,5%). Eles apresentam idade mediana de 26 [24; 31] anos, massa corporal total (MCT) mediana de 77,35 [72,35; 82,25] Kg e estatura mediana de 1,80 [1,76; 1,82] metros.

Os valores dos marcadores bioquímicos nos dois momentos (início e fim de fase de preparação) estão dispostos na Tabela 1. Os dados para marcadores de Creatinina, CK, LDH e GGT apresentaram distribuição não paramétrica, enquanto que TGO, TGP e Ureia apresentaram distribuição paramétrica. Houve diferença significativa nas concentrações dos diversos marcadores, indicando haver efeito agudo do treino para estes marcadores, com exceção da TGO, conforme notificado na Tabela 1. Ademais, percebeu-se um desfecho particular no que se refere a gamaglutamiltransferase (GGT), que revelou mudanças significativas no sentido de reduzir a sua concentração com o treinamento (Figura 1), fato não observado em nenhuma outra variável.

**Tabela 1 – Marcadores bioquímicos de lesão celular em atletas profissionais no início e no final da fase de preparação da temporada (n=16)**

Biomarcador	Início da temporada		Final da temporada	
	Pré-treino	Pós-treino	Pré	Pós
<b>Creatinina (mg/dL)</b>	1,00 (0,90; 1,08)	1,10 (1,00; 1,25)*	1,00 (0,90; 1,10)	1,30 (1,10; 1,33)*
<b>CK (U/L)</b>	427,00 (154,00; 786,00)	536,00 (246,25; 967,00)*	272,05 (140,10; 465,18)	411,10 (217,93; 640,95)*
<b>TGO (U/L)</b>	30,00 (24,50; 42,75)	31,00 (21,00; 52,50)	29,50 (25,00; 33,00)	33,50 (27,75; 40,00)
<b>TGP (U/L)</b>	26,00 (20,25; 34,00)	24,00 (18,75; 39,50)*	29,00 (23,25; 34,75)	31,50 (29,75; 41,50)*
<b>LDH (U/L)</b>	317,50 (298,00; 364,75)	407,00 (345,50; 463,25)	355,50 (323,75; 377,75)	440,50 (402,25; 524,25)*
<b>Ureia (mg/dL)</b>	32,50 (29,00; 38,00)	39,00 (31,00; 43,75)*	37,00 (29,25; 39,75)	40,00 (33,75; 42,75)*
<b>GGT</b>	26,00 (17,25; 35,00)	23,50 (18,00; 34,00)	23,00 (15,25; 27,75) <sup>#</sup>	20,50 (15,75; 32,00)*

Valores expressos em: Mediana (25% ; 75%)

### Legenda:

CK – creatina-quinase

TGO – transaminase glutâmico oxalacética

TGP – transaminase glutâmico pirúvica

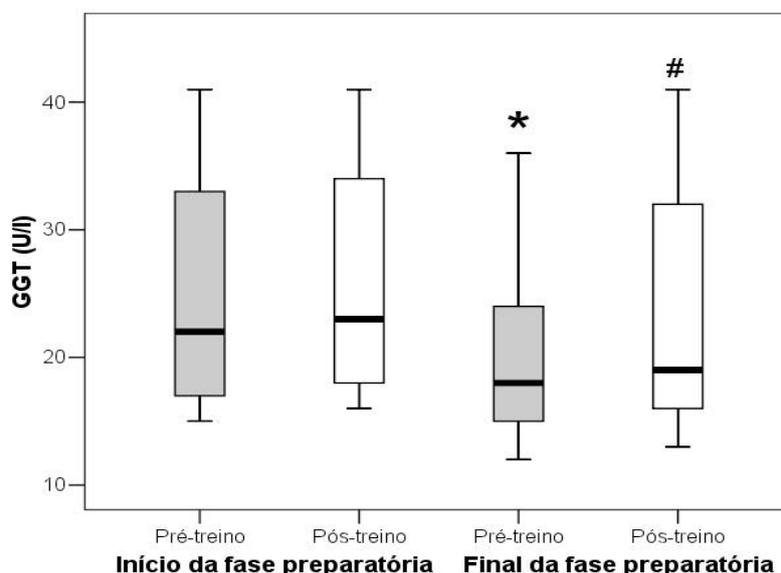
LDH – lactato desidrogenase

GGT - gamaglutamiltransferase

\*Diferença significativa em comparação ao pré treino (p<0,05)

<sup>#</sup>Diferença significativa em comparação ao início da temporada (p<0,05)

Figura 1 – Concentração de gamaglutamiltransferase (U/L) ao longo da temporada



\* Diferença significativa em comparação ao início da temporada ( $p < 0,05$ )

#Diferença significativa em comparação ao pré treino ( $p < 0,05$ )

Na segunda abordagem, mais atletas participaram ( $n=23$ ): 2 goleiros (8,7%), 7 atletas do setor defensivo (30,4%), 10 atletas do setor de criação (43,5%) e 4 atletas do setor de finalização (17,4%). O grupo de atletas como um todo apresentou idade mediana de 26 [24; 31] anos, massa corporal total de 77,35 [72,35; 82,25] Kg e estatura de 1,80 [1,76; 1,82] metros. Para a análise comparativa, foram retirados os goleiros. A ANOVA mostrou não haver diferença entre os grupos defesa, criação e finalização em relação às variáveis de caracterização (idade, MCT e estatura, Tabela 2).

**Tabela 2 – Caracterização da amostra participante da análise por setor de jogo ( $n=21$ )**

Variáveis	Setor		
	Defesa ( $n=7$ )	Criação ( $n=10$ )	Finalização ( $n=4$ )
Idade (anos)	30 [23,25; 36,25]	25 [25; 28]	28 [21; 35]
Estatura (m)	1,82 [1,76; 1,87]	1,80 [1,72; 1,82]	1,80 [1,77; 1,82]
Massa Corporal Total (kg)	79,30 [72,46; 83,67]	76,50 [70,10; 80,35]	78,25 [72,35; 84,15]

Valores expressos em: Mediana (1º quartil ; 3º quartil)

No tocante aos marcadores bioquímicos, foi aplicado o teste ANOVA para comparar jogadores de diferentes setores. Houve diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) somente para a o incremento percentual de LDH, evidenciada entre os jogadores que compõem o setor de defesa e o de criação (maiores valores), conforme apresentado pela Figura 2. Os demais marcadores não

apresentaram diferença segundo o setor (Tabela 3).

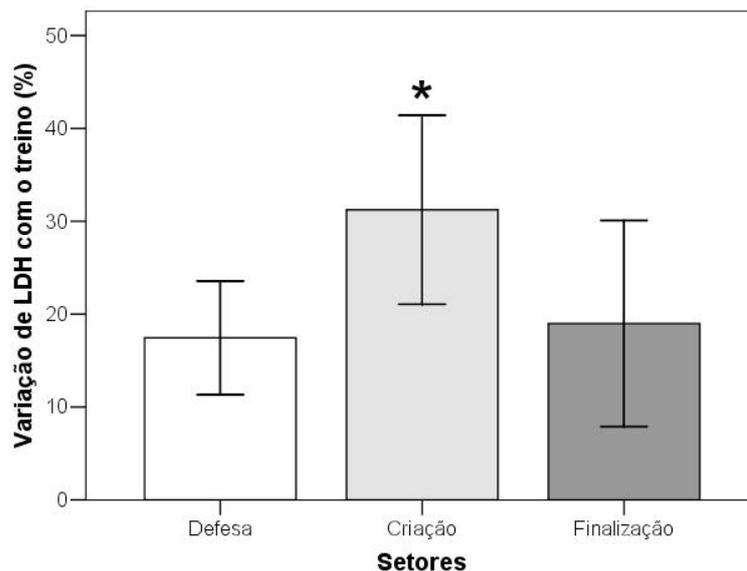


Figura 2 – Incremento percentual de lactato desidrogenase (LDH) com o treino

**Tabela 3 – Marcadores Bioquímicos por Setor de Jogo (n=21)**

Biomarcador	Setor			Geral (n=21)
	Defesa (n=7)	Criação (n=10)	Finalização (n=4)	
Δ% Creatinina	18,19 (9,58; 22,92)	24,75 (11,11; 32,50)	13,89 (10,28; 29,17)	18,19 (10,83; 27,95)
Δ% CK	29,64 (22,63; 72,19)	57,53 (26,94; 65,77)	26,18 (14,90; 43,43)	33,92 (22,87; 62,64)
Δ% TGO	4,76 (0,00; 29,03)	17,03 (13,28; 31,16)	16,93 (-21,00; 20,37)	16,00 (4,76; 21,21)
Δ% TGP	13,10 (-0,83; 37,00)	20,47 (10,23; 26,10)	5,57 (-0,63; 17,69)	15,38 (3,00; 25,37)
Δ% GGT	15,48 (0,00; 20,31)	13,39 (7,02; 25,00)	16,95 (7,64; 22,05)	14,28 (5,55; 23,30)
Δ% Ureia	7,58 (3,75; 14,17)	7,14 (-7,22; 23,94)	9,43 (2,08; 12,77)	9,05 (0,00; 15,09)

Valores expressos em: Mediana (1º quartil ; 3º quartil)

**Legenda:**

CK – creatina-quinase

TGO – transaminase glutâmico oxalacética

TGP – transaminase glutâmico pirúvica

GGT – gamaglutamiltransferase

## DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar o comportamento de biomarcadores de lesão celular (CK, LDH, Ureia, Creatinina, TGO, TGP e GGT) após uma sessão de treinamento físico em jogadores da Seleção Brasileira Militar de Futebol entre os diferentes setores de jogo (defesa, criação e finalização) em momentos distintos de uma temporada (início e final da fase de preparação). Foi observado aumento em praticamente todos os marcadores com a sessão de treino, entretanto, apenas a GGT sofreu adaptação com o treinamento, com menores valores para o final da fase de preparação. Em relação à análise por setores de jogo, também não pode ser observado consistência no comportamento das variáveis, sendo apenas o incremento percentual de LDH estatisticamente diferente entre os grupos (maiores valores para os jogadores do setor de criação).

### *Achados do comportamento bioquímico após sessão de treino de futebol*

Os resultados agudos (em ambas as fases da temporada investigadas) encontrados nos diversos marcadores no presente estudo podem ser explicados pelas características da modalidade: grande quantidade de ações excêntricas, predominantes dos movimentos intermitentes cíclicos e principalmente acíclicos do futebol, tais como paradas abruptas e mudanças de direção. Tais características impõem elevados níveis de pressão biomecânica sobre a musculatura, podendo desencadear microlesões às estruturas constituintes do sarcômero, permitindo o extravasamento de enzimas e outros componentes citoplasmáticos para a corrente sanguínea<sup>5,6,14</sup>.

Um dos marcadores que apresentaram esse comportamento agudo (aumento após o treino) foi a enzima creatina quinase (CK). A creatina quinase (CK) é uma enzima comumente utilizada como marcador de lesão celular e de resposta à intensidade dos treinamentos, pois é encontrada predominantemente no tecido muscular esquelético que catalisa, de forma reversível, a reação de conversão da creatina em fosfocreatina a partir da adenosina trifosfato (ATP)<sup>7,18,19</sup>. Siqueira *et al.*<sup>23</sup> relatam que quando liberada na circulação sanguínea, a CK reflete alterações na permeabilidade da membrana celular com correlação positiva com a duração e a intensidade do exercício físico. Sendo assim, o seu monitoramento revela um importante meio para possibilitar o ajuste da carga de treinamento, diminuindo o desequilíbrio entre o estresse e permitindo a avaliação e interpretação da recuperação do tecido muscular, bem como a verificação diminuição do risco de lesão muscular<sup>19,23,25,26</sup>.

Os achados agudos de aumento nas concentrações séricas de CK pós treino são corroborados pelas pesquisas de Ascensão *et al.*<sup>28</sup>, Fatouros *et al.*<sup>30</sup>, Ispiridis *et al.*<sup>31</sup> e Nunes *et al.*<sup>32</sup>, que também observaram aumento na concentração da CK após um esforço agudo como

uma partida oficial de futebol profissional, sugerindo aumento de dano muscular e significativa responsividade à carga de treino de forma aguda.

Entretanto, ainda não há consenso na literatura que permita a definição de valores de referência diferenciados de CK de atletas para a população saudável não atlética, devido à variabilidade intra e intermuscular de cada atleta/indivíduo<sup>19,24</sup>. Quanto a este aspecto, alguns autores sugerem um limiar mais elevado para o futebol, de até 1200 U/L<sup>14,22</sup>. Silva *et al.*<sup>2</sup> definiram  $337 \pm 283$  U/L como valor médio de CK para essa população atlética. Em seu estudo, Lazarim *et al.*<sup>24</sup> sugeriu valores de aproximadamente 975 U / L de creatinina como o limite superior entre jogadores da primeira divisão do futebol brasileiro. Cascais<sup>20</sup> sugere que valores de CK superiores a 1000 U/L são sugestivos de rabdomiólise, valores esses não encontrados na maioria da amostra do presente estudo (medianas pré treino: 427 e 272 U/l).

Outro marcador que acompanhou o comportamento agudo de aumento pós treino é a LDH (mesmo que de forma significativa apenas no final da fase de preparação da temporada). Ela é uma enzima da classe das oxidoredutases, responsável por catalisar a redução do piruvato para o lactato, sendo liberada quando da ocorrência de dano celular e, sua cinética aponta a intensidade das cargas de treinamento e a duração do esforço<sup>20,25,29</sup>. Bezerra *et al.*<sup>58</sup> apontaram em seu trabalho que a LDH é um marcador de dano celular e muscular menos sensível em comparação a CK, pois enquanto a CK aumentou 157% após o jogo, a LDH apresentou variação de apenas 31% após o jogo. Os valores obtidos nas coletas estavam dentro dos valores de referência propostos por Zoppi *et al.*<sup>26</sup> (450 U/L), assim como Nunes *et al.*<sup>32</sup> e Mashiko *et al.*<sup>40</sup>, entretanto diferiram dos valores sugeridos por Silva *et al.*<sup>2</sup> e Schumann e Klauke<sup>47</sup>: 248 U/L.

O efluxo da proteína CK e LDH do músculo pode ser atribuído ao aumento da permeabilidade da membrana plasmática e/ou da rede vascular intramuscular. A natureza intermitente do futebol e o alto nível de condicionamento dos sujeitos são provavelmente as razões pelas quais esses marcadores costumam atingir o pico de 1 a 2 dias pós-jogo, em comparação com um protocolo de exercício excêntrico em indivíduos desacostumados, o que induz uma resposta mais prolongada<sup>32</sup>. Corroborando com o exposto, Ispirlidis *et al.*<sup>31</sup> em seu estudo verificaram que houve um aumento significativo na concentração de LDH imediatamente após uma partida, atingindo um pico de LDH sérico no 1º dia pós jogo, e perdurando por cerca de 3 dias após o jogo. Ratificando as informações acerca da cinética da enzima LDH, Khan<sup>64</sup> verificou em seu estudo um aumento na concentração de LDH de 68% em relação aos valores basais nas primeiras 24 horas, diminuindo gradualmente para 40,2% e 1% para as 48 e 72 horas subsequentes, respectivamente.

Mello *et al.*<sup>16</sup> apresentaram que após um jogo, os jogadores de futebol apresentaram maiores biomarcadores indiretos de dano muscular, CK e LDH, com maiores respostas

inflamatórias e estresse metabólico em comparação aos demais esportes. A aparente contradição nos níveis de biomarcadores pode estar associada à maior intensidade experimentada pelos atletas a partir de uma partida competitiva que a aplicada durante as sessões de treinamento.

Creatinina acompanhou a CK e a LDH, com aumento pós treino tanto no início quanto no final da fase de preparação da temporada. A creatinina é um composto nitrogenado e proteico proveniente da desidratação da creatina muscular e a sua produção é diretamente proporcional à idade, sexo, estado nutricional e a massa muscular. Pode ser mensurada no sangue ou na urina e sua concentração permanece praticamente inalterada ao longo de 24h. O músculo esquelético é o maior sítio de produção da creatinina, dessa forma, variações em sua produção indicariam alterações diretamente proporcionais na massa muscular<sup>7,18</sup>.

Influenciam significativamente os níveis de creatinina, a ingestão alimentar de proteínas e a diminuição da taxa de filtração glomerular, o que faz com que o seu uso para monitorar efeitos de treinamento no tecido muscular esquelético seja questionado<sup>29</sup>. Neste trabalho, verificou-se que os valores obtidos estão dentro dos limites de referência que conforme Sociedade Brasileira de Nefrologia<sup>65</sup> são de 0,6 a 1,3 mg/dL.

No trabalho de Silva *et al.*<sup>15</sup>, com 18 jogadores de futebol profissional pertencentes a uma equipe da Federação Paulista de Futebol, verificou-se que a concentração de creatinina no soro aumentou significativamente, porém não foi possível relacionar esse aumento com as alterações nas performances aeróbia e anaeróbia alática que também ocorreram no mesmo período do treinamento.

Lehmann *et al.*<sup>35</sup>, não verificaram alterações significativas nas concentrações séricas de creatinina em resposta ao aumento do volume de treinamento em corredores de longa e média distância. O mesmo foi observado por Lehmann *et al.*<sup>36</sup>, em dois grupos de corredores, sendo que em um grupo houve incremento no volume enquanto que no outro, na intensidade.

A disparidade entre nossos achados e os de Silva *et al.*<sup>15</sup>, podem ter ocorrido devido às diferenças entre as modalidades estudadas; ao passo que houve proximidade entre o nosso trabalho e os achados de Lehman, revelando o efeito agudo da sessão de treinamento periodizado de futebol propiciando aumento da creatinina.

Entretanto, Silva *et al.*<sup>15</sup> relataram diferenças significativas entre as concentrações de uréia (mg.dL<sup>-1</sup>) e uréia 24h (mg.kg<sup>-1</sup>.24h<sup>-1</sup>), mas estes resultados são questionáveis, uma vez que há limitação do método de coleta de urina de 24h, que revela-se pouco confiável quando comparado ao método invasivo realizado por meio de coleta de sangue.

A uréia, outro marcador estudado que acompanhou os resultados de aumentar pós treino, é sintetizada no fígado pelo dióxido de carbono e amônia, que são formados como produtos finais do processo de catabolismo das proteínas. Após a síntese, a uréia é transportada pelo

sangue para os rins, onde é filtrada pelos glomérulos e posteriormente excretada pela urina<sup>7,15</sup>. Muitos autores têm associado o aumento das concentrações de uréia com o aumento do catabolismo protéico e da gliconeogênese em resposta a cargas de treinamento intenso<sup>37,38</sup>, podendo explicar o aumento agudo observado. A faixa de variação das concentrações de uréia em todas as fases do treinamento permaneceu dentro dos valores de referência, que segundo a Sociedade Brasileira de Nefrologia<sup>65</sup> varia de 20-40 mg/dl.

As aminotransferases avaliadas apresentaram modificações agudas antagônicas. Enquanto a TGP aumentou após o treino, a TGO não apresentou nenhuma diferença estatística. Aspartato Transferase, também chamada de transaminase glutâmico-oxaloacética, é uma aminotransferase que catalisa a reação para a formação de oxaloacetato e glutamato. Essa reação ocorre entre as mitocôndrias e o citoplasma, provendo energia às células. Localizada no músculo esquelético e no músculo miocárdico, fígado e eritrócitos, é um marcador indireto de lesões ao fígado.

A enzima Alanina Transferase catalisa a transferência do grupo amino da alanina para  $\alpha$ -cetoglutarato e forma piruvato, sendo localizada principalmente no hepatócito. Na lesão muscular crônica, a TGO e a TGP foram ambas aumentadas<sup>43</sup>, enquanto a atividade da TGO raramente é aumentada em indivíduos sem doença e com atividade normal da CK, sugerindo a presença de uma macroenzima TGO<sup>44</sup>. Já é conhecido um aumento de TGO significativamente imediatamente após o esforço muscular, permanecendo aumentado por 24 horas, estando diretamente relacionado com a duração do exercício<sup>41,42</sup>.

No estudo de Ekun *et al.*<sup>66</sup>, observou-se um aumento da atividade da enzima TGO e uma redução da TGP, resultados não reproduzidos no presente estudo. A redução da atividade da TGP poderia explicar as atividades metabólicas críticas em que o fígado está envolvido durante o exercício, já que a TGP é encontrada em grande parte nos hepatócitos com concentrações muito mais baixas do que nos músculos esqueléticos. Dessa forma, a TGP parece ser um dos marcadores mais específicos de lesão hepática; portanto, uma redução significativa na TGP poderia sugerir que o futebol como uma forma de exercício não pode representar nenhum perigo para a função hepática<sup>66</sup>. Corroboram com os achados do estudo, os trabalhos de Bürger-Mendonça *et al.*<sup>45</sup> que estudaram triatletas brasileiros após meio Ironman, e de Ghorbani e Gaeini<sup>46</sup>, que observaram um aumento significativo nos níveis de TGO após a competição, enquanto o valor de TGP não mostrou mudança significativa.

Mello *et al.*<sup>16</sup> verificaram que a sessão de treinamento parece ter causado danos musculares e hepáticos denotados pela elevação, após a atividade física, na concentração de TGP no plasma, que juntamente com a TGO, é importante biomarcador de dano ao músculo esquelético e hepático. Geralmente, ambas as enzimas são usadas como um marcador clínico

para doenças como consequência de hábitos alimentares pouco saudáveis que resultam em acúmulo de gordura no fígado<sup>13</sup>.

A enzima gamaglutamiltransferase (GGT), sintetizada pelos hepatócitos e comumente utilizada como marcador de obstrução e lesões hepáticas, tem sido referida em diversos estudos como um fator de risco independente para o desenvolvimento de síndrome metabólica, diabetes e doença cardiovascular<sup>56,57</sup>. Whitfield *et al.*<sup>53</sup>, ao analisar 3.375 pacientes australianos, observaram que as transferases TGO, TGP e predominantemente a GGT foram associadas a fatores de risco cardiovascular.

Devrnja e Matković<sup>67</sup>, ao analisar um grupo de 43 jovens jogadores de futebol (idade 16,8±1,06; peso corporal: 71,0±6,00 kg; estatura: 181,0±7,00 cm), verificaram que houve um aumento significativo nas concentrações de GGT (pré-jogo: 13,81 ± 3,67 e pós jogo: 14,63 ± 3,73). Bezerra *et al.*<sup>58</sup> compararam 30 jogadores do sexo masculino, com idade entre 18 e 35 anos, separados em dois grupos: um grupo controle de 15 atletas que não realizou jogo de futebol e outro grupo composto por 15 atletas que realizou um jogo de futebol. Como resultado, verificou-se não haver diferença significativa na concentração de GGT quando comparados o grupo de estudo e o grupo controle, indicando que o esforço físico não altera os níveis de GGT pós-esforço.

Celenk, Akil e Kara<sup>51</sup> examinaram os efeitos de uma partida oficial de futebol de duração de 90 minutos nos indicadores de dano muscular sobre uma amostra constituída de 12 jogadores. Em sua análise verificaram que as concentrações de GGT permaneceram inalteradas. Petterson *et al.*<sup>68</sup> submeteram um grupo de 15 homens ativos a uma prática de uma hora de levantamento de peso, analisando os parâmetros clínicos imediatamente antes e depois da prática. Como resultado, verificou-se aumento significativo de CK, LDH, TGO e TGP, porém não foi verificada alteração significativa na GGT. Corroboram ainda com este posicionamento, os trabalhos de Skenderi *et al.*<sup>48</sup>; Schulte-Frohlinde<sup>49</sup>; Giuseppe Lippi *et al.*<sup>50</sup>.

#### *Achados do comportamento bioquímico após fase de preparação da equipe estudada*

Apenas a GGT apresentou modificações significativas como efeito do treinamento. A redução nos valores encontrados em momentos distintos da temporada parece estar relacionada com o “efeito de cargas repetidas”. Como proposto por Clarkson *et al.*<sup>69</sup>, fatores neurológicos e celulares estão envolvidos em um processo de adaptação, em que uma única sessão de exercício excêntrico torna o tecido muscular mais resistente a danos quando submetido a sessões subsequentes de exercícios. Eston *et al.*<sup>70</sup> mostraram que o “efeito de cargas repetidas” pode ser transferido entre diferentes tipos de exercícios que envolvem o mesmo grupo muscular e, portanto, não requer o mesmo tipo de protocolo para o desenvolvimento dessa resistência.

Essa adaptação muscular, que aumenta a proteção do tecido contra lesões, pode explicar a menor concentração plasmática de GGT nas amostras coletadas ao final da temporada.

Em outro estudo, Emdin, Pompella e Paolicchi<sup>52</sup>, conduziram um estudo com mais de 160 mil indivíduos adultos e demonstraram que a GGT pode ser utilizada como marcador de estresse oxidativo, e por este motivo tem sido objeto de estudo de diversos trabalhos correlatos ao futebol, muito embora os mecanismos pelos quais suas concentrações aumentam ainda sejam pouco compreendidos<sup>54</sup>. Alguns autores têm sugerido que a GGT tem um papel central na manutenção do equilíbrio redox, sendo responsável pelo mecanismo de homeostase da glutathione, seja por seu catabolismo e seja pela síntese da glutathione reduzida (GSH), o mais importante antioxidante intracelular<sup>55</sup>.

Mello *et al.*<sup>16</sup>, ao analisar 22 jogadores profissionais de um time de futebol da segunda divisão (massa corporal:  $82,2 \pm 9,5$  kg; idade:  $26,5 \pm 1,9$  anos; estatura:  $174,6 \pm 5$  cm), verificaram que não foram encontradas diferenças significativas na concentração de GGT, quando comparadas as coletas realizadas pré e pós-treinamento.

Entretanto, em nosso estudo, verificou-se que houve redução significativa da concentração de GGT (20 para 19) em comparação ao início da temporada, com valores obtidos dentro dos limites normais de referência estabelecidos por Schumann e Klauke<sup>47</sup>, quais sejam 55 U/L. Tal fato denota haver efeito crônico do treinamento sobre a variável em questão e indica que em sujeitos saudáveis (atletas e pessoas não sedentárias), a lesão do tecido hepático induzida pelo exercício físico é pouco provável, bem como retrata menor risco cardiovascular e provável redução do desequilíbrio redox. Ou seja, a redução de GGT parece indicar que o treinamento pode gerar adaptações, de forma a reduzir o risco hepático e de lesão ao fígado.

Alves *et al.*<sup>8</sup>, ao analisar 17 jogadores (Idade média:  $26,6 \pm 3,7$  anos; Massa corporal  $77,8 \pm 5,6$  kg; Percentual de gordura corporal:  $9,5 \pm 1,4\%$ ; VO<sub>2</sub>max:  $55,5 \pm 3,6$  mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) de um Time da Primeira Divisão do Campeonato Brasileiro; verificou que as concentrações de CK foram menores nos períodos intermediário (média = 66,99%) e final da temporada (média = 60,21%) do que no período inicial (média = 89,33%). Considerando que foram monitorados a intensidade dos jogos e o efeito crônico do treinamento e jogos na resposta da concentração de CK, inferiu-se que jogadores de futebol tiveram adaptações musculares devido aos estímulos infligidos durante a temporada. Tal fato pode ser fundamentado através da ativação de células satélites miogênicas que atuam no reparo de fibras musculares danificadas. Esse fenômeno se repetiu em nosso estudo, uma vez que as concentrações de CK reduziram ao longo da temporada, porém não houve diferença estatística significativa.

Aquino *et al.*<sup>59</sup> avaliaram os efeitos de 22 semanas de treinamento periodizado, com ênfase na capacidade técnico-tática, sobre quinze jogadores (idade  $15,4 \pm 0,2$  anos, altura  $172,8$

$\pm 3,6$  cm; massa corporal  $61,9 \pm 2,9$  kg; percentual de gordura  $11,7 \pm 1,6$ ;  $VO_2$ máx  $48,67 \pm 3,24$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) submetidos a quatro etapas de avaliação (estágio pré-preparatório - T0 ; estágio pós-preparatório - T1; estágio pós-competitivo I - T2 e; estágio pós-competitivo II - T3) e perceberam que em relação à atividade plasmática da CK e da LDH, houve redução significativa ( $p \leq 0,05$ ) ao longo do treinamento de periodização (T0:~ 350 U / L; T3:~ 150 U / L). Diante da redução da atividade nos marcadores bioquímicos relacionados ao dano muscular, também foi observado um aumento no desempenho de alta intensidade no jogo e no desempenho tático dos participantes do estudo.

Outro estudo<sup>71</sup> investigou vinte e sete jogadores masculinos de futebol de um clube integrante da Serie A (Divisão Principal do Futebol Italiano) em quatro momentos críticos durante a temporada de futebol (T0: pouco antes da primeira sessão de treinamento da equipe; T1: no início da temporada; T2: no meio da temporada e T3: no final da temporada). Verificou-se que os níveis de TGP não mudaram durante a temporada de futebol, enquanto a TGO esteve significativamente aumentada em T2 em comparação com T0. A LDH teve sua concentração aumentada em T1 e T2, enquanto retorna ao nível T0 em T3 ( $P < 0,05$ ).

Krefta *et al.*<sup>18</sup> analisou 51 atletas de futebol (idade:  $24,50 \pm 3,80$  anos; estatura:  $1,80 \pm 0,07$ m; massa corporal total:  $77,10 \pm 6,60$  Kg) de um clube profissional de Curitiba, no período de janeiro, maio e agosto de 2015 e janeiro de 2016 e verificou que TGP, creatinina e ureia encontraram-se dentro dos valores de referência. Entretanto, os exames de TGO, CK e LDH se encontraram elevados. A TGO apresentou elevação significativa no mês de maio de 2015 com valores ultrapassando os valores de referência, porém, retornou aos valores de normalidade nas mensurações subsequentes. A CK apresentou-se elevada durante todo o período avaliado, entretanto, nos meses de maio de 2015 e janeiro de 2016, observou-se aumento ainda maior e significativo quando comparados aos resultados dos meses de janeiro de 2015 e agosto de 2015.

Embora alguns autores tenham observado variações nas concentrações de uréia sérica em resposta ao treinamento intenso<sup>37,38</sup>, no presente estudo, assim como nos estudos de Fernandes *et al.*<sup>7</sup>, Silva *et al.*<sup>15</sup> e Halson *et al.*<sup>39</sup> com ciclistas, não houve aumento significativo na concentração de ureia decorrente do treinamento ao longo de uma periodização.

#### *Achados do comportamento bioquímico segundo diferentes setores de jogo*

Em uma segunda abordagem, analisamos os valores dos biomarcadores dos jogadores conforme seu setor de atuação (defesa, criação e finalização) em um mesmo momento (T2 - final de temporada), e percebemos que houve um aumento da concentração destes marcadores, porém não foi estatisticamente significativo, e tampouco houve diferenças entre os setores para grande parte das variáveis, exceção feita ao percentil de variação da enzima lactato desidrogenase.

Ao analisarmos o percentual de variação de LDH, verificou-se que esse percentual foi estatisticamente maior para os jogadores de criação (31,24% de aumento) do que para os jogadores defensores (17,45% de aumento). Os integrantes do setor de finalização não se diferenciaram de nenhum dos grupos, mas apresentaram perfil mais parecido com os defensores (19% de aumento). Tal fato sugere que o treino é mais intenso para os jogadores que compõem o setor de criação (composto por laterais e meio-campos) do que para os demais setores, em virtude do maior número de esforços de sprint a que são submetidos, com recuperação incompleta das reservas de fosfocreatina, exigindo maior participação do sistema anaeróbio láctico, permitindo a formação do lactato.

Corroboram com o pressuposto acima os estudos de Andrzejewski *et al.*<sup>72</sup>, que evidenciou que os meias centrais e os meias externos cobriram uma distância total percorrida maior do que os demais jogadores, respectivamente  $11760 \pm 797$  m e  $11745 \pm 690$  m. Propuseram que os meio-campistas externos cobriam uma distância de corrida mais longa do que os defensores centrais ( $p < 0,05$ ). Uma diferença significativa foi encontrada entre os laterais e os defensores centrais e avançados quanto a este desfecho. O estudo ainda verificou que os atacantes, meias externos e os laterais cobriram distâncias de sprinting estatisticamente mais longas do que os zagueiros centrais e meio-campistas centrais, dados semelhantes aos compartilhados por Lago-Peñas *et al.*<sup>73</sup>.

Djaoui *et al.*<sup>74</sup> evidenciaram que o lateral (FB) cobriu significativamente mais distância de sprint do que o zagueiro (CD) e o volante (CDM) em todos os limiares de alta intensidade (de 21 a 27  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  e superiores) e que não foram encontradas diferenças entre lateral (FB), meia-externo/ponta (WM) e atacante (FW) em todas as intensidades de corrida.

Balikian *et al.*<sup>63</sup> demonstraram que os grupos dos laterais ( $14,33 \pm 0,66\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) e meias centrais ( $14,11 \pm 0,51\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) apresentaram velocidade de corrida correspondente ao limiar anaeróbio fixo maiores ( $p < 0,05$ ) em relação aos grupos zagueiros ( $13,15 \pm 1,56\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) e atacantes ( $13,23 \pm 0,86\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), sendo que não houve diferença estatística entre os grupos quanto ao  $\text{VO}_2\text{max}$ .

O maior deslocamento de meio-campistas e laterais em partida pode ser explicado pelas funções táticas exercidas por estes atletas no futebol moderno, ou seja, tais jogadores têm como função tanto o ataque (armação e finalização de jogadas) como a defesa (marcação aos adversários), ocasionando movimentação ampla e constante pelo campo de jogo<sup>60-62</sup>. Dessa forma, descanso insuficiente significa que qualquer carga de treinamento consecutiva (repetição) vem muito cedo, e que jogadores com um nível mais baixo de fosfocreatina e um nível de lactato mais alto podem não conseguir melhorar suas habilidades de velocidade<sup>72</sup>.

No tocante as transaminases (TGO e TGP), ambos os marcadores não evidenciaram diferenças significativas no que diz respeito as variações de concentração destes quando analisados por setor de jogo. Dessa forma, o treinamento parece não constituir perigo à função hepática dos jogadores.

Citamos como principal fator limitante do estudo a pequena dimensão da amostra, que inviabilizou a análise dos jogadores conforme as posições de jogo definidas pela Federação Internacional de Futebol (FIFA), quais sejam: goleiro, lateral, zagueiro, volante, meio-campo e atacante. Adicionalmente, temos como outro relevante fator limitante ao estudo, a composição irregular da equipe de futebol das Forças Armadas, que realizou diversas convocações e desconvocações de jogadores em decorrência das lesões que por ventura ocorreram, dificultando a análise do efeito do treinamento sobre os marcadores indiretos e sua influência/importância nas posições de jogo. Não foi mensurada a quantidade de massa muscular de cada indivíduo, o que poderia refletir em resultados mais ou menos expressivos, uma vez que este aspecto é fortemente relacionado com a quantidade de biomarcadores extravasados para a corrente sanguínea. Por fim, outra limitação do presente estudo é a ausência de variáveis quantitativas ou qualitativas que pudessem mensurar a intensidade da sessão de treino (Escala de Borg, Percepção Subjetiva de Esforço ou uso do frequencímetro).

Como pontos fortes deste estudo, destacamos o fato desta pesquisa analisar um grande número de marcadores indiretos de lesão celular, bem como apresentar uma análise crítica acerca da influência das posições e funções desempenhadas no time sobre os biomarcadores, uma vez que a literatura apresenta um número reduzido de pesquisas desenvolvidas com tamanha grandeza e aprofundamento. Outro ponto positivo destacado diz respeito ao seu pioneirismo no que diz respeito à análise de jogadores que compõem equipes de futebol militares, cujos registros também são escassos na literatura.

Como sugestão para trabalhos futuros, acreditamos ser relevante monitorar os efeitos da sessão e do treinamento sobre as valências físicas dos jogadores, adicionalmente à análise dos marcadores indiretos, associando-os como forma de determinar quais os métodos mais lesivos e mais adequados para cada posição de jogo.

## CONCLUSÃO

Com este estudo, pudemos convalidar os efeitos (agudos) da sessão e (crônicos) do treinamento de uma equipe de futebol sobre marcadores indiretos de lesão celular (abordagem 1). Verificou-se uma diferença significativa nas concentrações dos diversos marcadores, indicando haver efeito agudo do treinamento para estes marcadores, mas não do efeito temporada. Ao analisar a enzima gamaglutamiltransferase, revelou-se uma redução significativa da sua concentração com o treinamento, dessa forma, temos que a redução de GGT apresentada pode ser um sinal indicativo de adaptação ao treinamento. Na abordagem 2, ao comparar os marcadores dentro dos setores de jogo, verificou-se que houve diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) somente para a variável indicativa de aumento percentual do marcador de LDH, evidenciada entre os jogadores que compõem o setor de criação, que possuem maiores valores do que os jogadores do setor de defesa. Portanto, inferimos que o treino foi mais intenso para os jogadores que compõem o setor de criação (laterais e meio-campos) do que para os demais setores, em virtude do maior número de esforços e movimentação aos quais são submetidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Filaire E, Lac G, Pequinet JM. Biological, hormonal, and psychological parameters in professional soccer players throughout a competitive season. *Percept Mot Skills*. 2003 Dec; 97(3 Pt 2):1061-72.
2. Silva ASR, Papoti M, Santhiago V, Pauli JR, Gobatto CA. Serum and plasma hormonal concentrations are sensitive to periods of intensity and volume of soccer training. *Sci Sports*. 2011;26(5):278-85.
3. Sporis G, Milanović Z, Trajković N, Joksimović A. Correlation between speed, agility and quickness (SAQ) in elite young soccer players. *Acta Kinesiol*. 2011; 5:36–41.
4. Coelho DB, Morandi RF, Melo MA, Andrade RL, da Paixão RC, Silami-Garcia E. Analysis of the trends of creatine kinase levels during the preseason of a professional soccer team. *Rev. bras. cineantropom. desempenho hum*. 2014; 16 (2): 129-135
5. Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil*. 2002 Nov;81(11 Suppl):S52-69.
6. Bezerra JA, Farias NO, Melo SVA., Silva RPM, Castro ACM, Martins FSB et al. Respostas De Indicadores Fisiológicos a Um Jogo De Futebol. *Rev Bras Med Esporte*. 2016 June; 22(3): 200-205.
7. Fernandes BF, Pinheiro TC, Panno MCK. Marcadores bioquímicos na síndrome de overtraining em jogadores de futebol masculino. *Rev Bra Futsal e Futebol*. 2016; 8 (29): 242-247.
8. Alves, A.L; Garcia, E.S; Morandi, R.F; Claudino, J.G; Pimenta, E.M; Soares, D.D. Análise individual das concentrações da creatina quinase em jogadores de elite do futebol brasileiro. *Rev Bras Med Esporte* [online]. 2015, vol.21, n.2, pp.112-116.
9. Chamera T, Spieszny M, Klocek T, Kostrzewa-Nowak D, Nowak R, Lachowicz M, Buryta R, Cieszczyk P. Could biochemical liver profile help to assess metabolic response to aerobic effort in athletes? *J Strength Cond Res*, 2014; 28: 2180-2186
10. Ceriotti F, Henny J, Queraltó J, Ziyu S, Özarda Y, Chen B, Boyd JC, Panteghini M. Common reference intervals for aspartate aminotransferase (ast), alanine aminotransferase (alt) and  $\gamma$ -glutamyl transferase (ggt) in serum: results from an ifcc multicenter study. *Clin Chem Lab Med*. 2010 Nov;48(11):1593-601
11. Lee TH, Kim WR, Poterucha JJ. Evaluation of elevated liver enzymes. *Clin Liver Dis* 16: 183–198, 2012.
12. Gravina L, Ruiz F, Lekue JA, Irazusta J, Gil SM. Metabolic impact of a soccer match on female players. *J Sports Sci* 29: 1345–1352, 2011.
13. Koury JC, Daleprane JB, Pitaluga-Filho MV, de Oliveira CF, Gonçalves MC, Passos MC. Aerobic conditioning might protect against liver and muscle injury caused by shortterm military training. *J Strength Cond Res*. 2016 Feb;30(2):454-60.
14. Meyer T, Meister S. Routine Blood Parameters in Elite Soccer Players. *Int J Sports Med*. 2011 Nov;32(11):875-81
15. Silva ASR, Santhiago V, Papoti M, Gobatto CA. Comportamento das concentrações séricas e urinárias de creatinina e uréia ao longo de uma periodização desenvolvida em futebolistas profissionais: relações com a taxa de filtração glomerular. *Rev Bras Med Esporte*. 2006 Dec; 12(6): 327-332.
16. Mello R, Mello R, Gomes D, Paz GA, Nasser I, Miranda H, Salerno VP. Oxidative stress and antioxidant biomarker responses after a moderate-intensity soccer training session. *Res Sports Med*. 2017 Jul-Sep;25(3):322-332.
17. Silva JR, Ascensão A, Marques F, Seabra A, Rebelo A, Magalhães J. Neuromuscular function, hormonal and redox status and muscle damage of professional soccer players after a high-level competitive match. *Eur J Appl Physiol* (2013) 113:2193–2201
18. Krefta B, Vecchi C, Pinezi FG, Mezzomo TR. Monitoramento de eletrólitos, de marcadores de danos musculares e função renal em atletas de futebol de elite. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, São Paulo*. v. 11. n. 68. Suplementar 2. p.1042-1049.

Jan./Dez. 2017. ISSN 1981- 9927.

19. Koury, J.C.; Buss, C. Indicadores Bioquímicos para Avaliação de Atletas. IN: Biesek, S.; Alves, L.A.; Guerra, I. Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte. 3a edição. Manole. 2015.
20. Cascais, M. J. Exames Laboratoriais em Medicina Desportiva. Revista Medicina Desportiva Informa. Vol. 4. Num. 2. 2013. p. 25-27.
21. Coelho, D.B.; Morandi, R.F.; Melo, M.A.A.; Silami-Garcia, E. Cinética da Creatina Quinase em Jogadores de Futebol Profissional em uma Temporada Competitiva. Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano. Vol. 13. Num. 3. 2011. p. 189-194.
22. Mougios, V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. British Journal of Sports Medicine. Vol. 41. Num. 10. 2007. p. 674-678.
23. Siqueira, L.O.; Muccini, T.; Dall Agnol, I.; Filla, L.; Tibbola, P.; Luvison, A.; Costa, L.; Moreira, J.C.F. Análise de parâmetros bioquímicos séricos e urinários em atletas de meia maratona. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia. Vol. 53. Num. 7. 2009. p. 844-852.
24. Lazarim FL, Antunes-Neto JM, da Silva FO, Nunes LA, Bassini-Cameron A, Cameron LC, et al. The upper values of plasma creatine kinase of professional soccer players during the Brazilian National Championship. J Sci Med Sport 2009;12(1):85-90.
25. Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R, Limongelli FM. Serum enzyme monitoring in sports medicine. Clin Sports Med. 2008;27(1):1-18.
26. Zoppi CC, Antunes-Neto J, Catanho FO, Goulart LF, Motta e Moura N, Macedo DV. Alterações em biomarcadores de estresse oxidativo, defesa antioxidante e lesão muscular em jogadores de futebol durante uma temporada competitiva. Rev Paul Educ Fis. 2003;17:119-30.
27. Smith LL. Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress? Med Sci Sports Exerc. 2000;32(2):317-31.
28. Ascensão A, Rebelo A, Oliveira E, Marques F, Pereira L, Magalhães L. Biochemical impact of a soccer match — analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. Clinical Biochemistry 41 (2008) 841–851
29. Coswig, V.S.; Neves, A.H.S.; Del Vecchio F.B. Efeitos do Tempo de Prática nos Parâmetros Bioquímicos, Hormonais e Hematológicos de Praticantes de jiu-jitsu brasileiro. Revista Andaluza de Medicina del Deporte. Vol. 6. Num. 1. 2013. p. 15-21.
30. Fatouros, I. G. et al. Cell-Free plasma DNA as a novel marker of aseptic inflammation severity related to exercise overtraining. Clinical chemistry, Washington, DC, v. 52, no. 9, p. 1820-1824, 2006.
31. Ispirlidis I. et al. Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. Clinical journal of sport medicine, Calgary, v. 18, no. 5, p. 423-31, 2008.
32. Nunes RT, Coimbra FCADR, Nogueira RA, Pinto AF, Filho MGB. Monitoramento dos efeitos agudos da carga de treinamento no futebol Rev. Educ. Fis/UEM, v. 23, n. 4, p. 599-606, 4. trim. 2012
33. Pizza FX, Davis BH, Hendrickson D, et al. Adaptation to eccentric exercise: effect on CD64 and CD11b/CD18 expression. J Appl Physiol. 1996;80:47–55.
34. Riehl O, Fontana KE, López RFA. Excreção de creatinina como meio de análise da massa magra corporal. Lecturas Educación Física y Deportes. 2004;10:1-8.
35. Lehmann M, Dickhuth HH, Gendrisch G, Lazar W, Thum M, Kaminsky R, et al. Training-overtraining: a prospective, experimental study with experienced middle and long distance runners. Int J Sports Med. 1991;12:444-52.
36. Lehmann M, Wiedland H, Gastmann U. Influence of an unaccustomed increase in training volume vs intensity on performance, hematological and blood-chemical parameters in distance runners. J Sports Med Phys Fitness. 1997;37:110-6.

37. Haralambie G, Berg A. Serum urea and amino nitrogen changes with exercise duration. *Eur J Appl Physiol.* 1976;36:39-48.
38. Hartmann U, Mester J. Training and overtraining markers in selected sport events. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:209-15.
39. Halson SL, Bridge MW, Meeusen R, Busschaert B, Gleeson M, Jones DA, et al. Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in trained cyclists. *J Appl Physiol.* 2002;93:947-56.
40. Mashiko, T. et al. Position related analysis of the appearance of the relationship between post-match physical and mental fatigue in university rugby football players. *British journal of sports medicine, London, v. 38, no. 5, p. 617- 621, 2004.*
41. Lippi G, Schena F, Salvagno GL, Montagnana M, Gelati M, Tarperi C, et al. Acute variation of biochemical markers of muscle damage following a 21-km, half-marathon run. *Scand J Clin Lab Invest* 2008;68:667–72.
42. Kim HJ, Lee YH, Kim CK. Biomarkers of muscle and cartilage damage and inflammation during a 200 km run. *Eur J Appl Physiol* 2007;99:443–7.
43. Nathwani RA, Pais S, Reynolds TB, Kaplowitz N. Serum alanine aminotransferase in skeletal muscle diseases. *Hepatology* 2005;41:380–2.
44. Cabrera-Abreu J, Jain R, Robinson P, Edees S, Staughton T. A case of aspartate aminotransferase macroenzyme. *Ann Clin Biochem* 2008;45:320–2.
45. Bürger-Mendonça M, Bielavsky M, Barbosa FC. Liver overload in Brazilian triathletes after half-Ironman competition is related muscle fatigue. *Ann Hepatol* 2008;7:245–8.
46. Ghorbani P, Gaeini A.A. The effect of one bout high intensity interval training on liver enzymes level in elite soccer players. *J Basic Appl Sci* 2013;5:1191–4.
47. Schumann, G.; Klauke, R. New IFCC reference procedures for the determination of catalytic activity concentrations of five enzymes in serum: preliminary upper reference limits obtained in hospitalized subjects. *Clin Chim Acta.* Vol. 327. Núm. 1-2. 2003. p. 69-79.
48. Skenderi, K. P.; Kavouras, S. A.; Anastasiou, C. A.; Yiannakouris, N.; Matalas, A. L. Exertional Rhabdomyolysis during a 246- km continuous running race. *Med Sci Sports Exerc.* Vol. 38. Núm. 6. 2006. p. 1054-1057.
49. Schulte-Frohlinde, E. [Isolated enhancement of gamma-GT]. *Internist (Berl).* Vol. 49. Núm. 12. 2008. p. 1526.
50. Lippi, G.; Schena, F.; Montagnana, M.; Salvagno, G. L.; Banfi, G.; Guidi, G. C. Significant variation of traditional markers of liver injury after a half-marathon run. *Eur J Intern Med.* 2011. p. 3-6.
51. Celenk, C., Akil, M., & Kara, E. (2013). The level of damage caused by football matches on players. *Life Science Journal*, 10(2), 2836-2839.
52. Emdin, M.; Pompella, A.; Paolicchi, A. Gamma glutamyl transferase, atherosclerosis, and cardiovascular disease: triggering oxidative stress within the plaque. *Journal American Heart Association, Dallas*, v. 112, n. 4, p. 2078- 2080, 2005.
53. Whitfield, J. B.; Zhu, G.; Nestler, J. E.; Heath, A. C.; Martin, N. G. Genetic covariation between serum gamma glutamyltransferase activity and cardiovascular risk factors. *Clinical Chemistry, Washington*, v. 48, n. 9, p. 1426-1431, 2002.
54. Pessoa NG; Figueira FD; Ferreira ARM; Santos Silva LFR; Dichi I, Venturini D. Avaliação dos níveis séricos das enzimas hepáticas e proteína C reativa em indivíduos com sobrepeso com e sem Síndrome Metabólica. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina*, v. 36, n. 1, supl, p. 169-178, ago. 2015.
55. Bo, S.; Gambino, R.; Durazzo, M.; Guidi, S.; Tiozzo, E.; Ghione, F.; Gentile, L.; Cassader, M.; Pagano, G. F. Associations between  $\gamma$ -glutamyl transferase, metabolic abnormalities and inflammation in healthy subjects from a population-based cohort: a possible implication for oxidative stress. *World Journal Gastroenterology, Hong Kong*, v. 11, n. 45, p. 7109-7117, 2005.

56. Jo, S. K.; Lee, W. Y.; Rhee, E. J.; Won, J. C.; Jung, C. H.; Park, C. Y.; Oh, K. W.; Park, S. W.; Kim, S. W. Serum  $\gamma$ -glutamyl transferase activity predicts future development of metabolic syndrome defined by 2 different criteria. *Clinica Chimica Acta*, Netherlands, v. 403, n. 1-2, p. 234-240, 2009.
57. Kunutsor, S. K.; Apekey, T. A.; Seddoh, D. Gamma glutamyltransferase and metabolic syndrome risk: a systematic review and dose-response meta-analysis. *International Journal of Clinical Practice*, Oxford, v. 69, n. 1, p. 136-144, 2014
58. Bezerra JA, Silva RPM, Jácome JG, Costa JMM, Melo SVA, Dos Santos JAR. Respostas de biomarcadores musculares a uma partida de futebol. *Revista Brasileira de Futsal e Futebol*, São Paulo. v.6. n.19. p.58-64. Jan/Fev/Mar/Abril. 2014. ISSN 1984-4956
59. Aquino, R., Gonçalves, L.G, Vieira, L.P., Oliveira, L., Alves, G.F, Santiago, P., Puggina, E. (2016). Periodization Training Focused on Technical-Tactical Ability in Young Soccer Players Positively Affects Biochemical Markers and Game Performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 30. 2723-2732.
60. Reilly T. Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci* 1997;15:257-63.
61. Van Gool D, van Gerven D, Boutmans J. The physiological load imposed on soccer players during real match-play. In: Science and Football Committee. *World Congress of Science and Football*. Liverpool, 1988:52-9.
62. Anjos R. Futebol – Regras, esquemas táticos, posições e funções: do goleiro ao ponta-esquerda. São Paulo: Rumo, 1990.
63. Balikian P, Lourenção A, Ribeiro LFP, Festuccia WTL e Neiva CM. Consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio de jogadores de futebol: comparação entre as diferentes posições *Rev Bras Med Esporte – Vol. 8, No 2 – Mar/Abr, 2002*
64. Khan MA, Moiz JA, Raza S, Verma S, Shareef M.Y., Anwer S, Alghadir A. Physical and balance performance following exercise induced muscle damage in male soccer players. *J. Phys. Ther. Sci.* 28: 2942–2949, 2016
65. Abensur, H. Biomarcadores na Nefrologia. Sociedade Brasileira de Nefrologia. São Paulo. 2011.
66. Ekun OA, Emiabata AF, Abiodun OC, Ogidi NO, Adefolaju FO, Ekun OO. Effects of football sporting activity on renal and liver functions among young undergraduate students of a Nigerian tertiary institution. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2017 Jul 11;3(1)
67. Devrnja, A. and Matković, B.R.: the The effects of a soccer match on muscle damage indicators. *International Journal of Fundamental and Applied Kinesiology* 50(2018)1:112-123
68. Pettersson, J.; Hindorf, U.; Persson, P.; Bengtsson, T.; Malmqvist, U.; Werkstrom, V. Muscular exercise can cause highly pathological liver function tests in healthy men. *Br J Clin Pharmacol.* Vol. 65. Núm. 2. 2008. p. 253-259.
69. Clarkson PM, Kearns AK, Rouzier P, Rubin R, Thompson PD. Serum creatine kinase levels and renal function measures in exertional muscle damage. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38(4):623-7.
70. Eston RG, Finney S, Baker S, Baltzopoulos V. Muscle tenderness and peak torque changes after downhill running following a prior bout of isokinetic eccentric exercise. *J Sports Sci* 1996;14(4):291-9.
71. Becatti M, Mannucci A, Barygina V, Mascherini G, Emmi G, Silvestri E, Wright D, Taddei N, Galanti G, Fiorillo C. Redox status alterations during the competitive season in elite soccer players: focus on peripheral leukocyte-derived ROS. *Intern Emerg Med.* 2017 Sep;12(6):777-788.
72. Andrzejewski M, Chmura J, Pluta B, Konarski JM. Sprinting Activities and Distance Covered by Top Level Europa League Soccer Players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, Vol 10, Number 1. 2015
73. Lago-Peñas C, Rey E, Lago-Ballesteros J, Casais L & Domínguez E. Analysis of

- work-rate in soccer according to playing positions. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2009, 9:2, 218-227.
74. Djaoui L, Wong, DP, Pialoux V, Hautier C, Silva CD, Chamari K, Dellal A. Physical Activity during a Prolonged Congested Period in a Top-Class European Football Team. *Asian journal of sports medicine*. 2014. 5. 47-53.

## Apêndice 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

### *Avaliação fisiológica, bioquímica, nutricional e psicológica em jogadores da Seleção Brasileira Militar de Futebol: acompanhamento da preparação para os 6º Jogos Mundiais Militares do CISM*

**PESQUISADORES RESPONSÁVEIS** - MÍRIAM RAQUEL MEIRA MAINENTI (PESQUISADOR PRINCIPAL); ANGELA NOGUEIRA NEVES BETANHO CAMPANA; CLAUDIA DE MELLO MEIRELLES; DANIELI BRAGA DE MELLO; JOSÉ MAURO MALHEIROS MAIA JUNIOR; NORMA CLAUDIA DE MACEDO SOUZA SANTOS; RODRIGO RICO BINI

**JUSTIFICATIVA:** . EQUIPES PROFISSIONAIS DE FUTEBOL ENFRENTAM UM CALENDÁRIO DE CAMPEONATOS BASTANTE INTENSO, O QUE PREJUDICA A MANUTENÇÃO DO ESTADO GERAL DE SAÚDE E DESEMPENHO DOS JOGADORES. DESSA FORMA, É IMPORTANTE PLANEJAR A ORGANIZAÇÃO DO TREINAMENTO AO LONGO DA TEMPORADA, DISTRIBUINDO ADEQUADAMENTE AS CARGAS AO LONGO DO TEMPO. O PRESENTE PROJETO DE PESQUISA PODERÁ, DESSA FORMA, AUXILIAR NA OTIMIZAÇÃO DO TREINAMENTO, FATO QUE GANHA IMPORTÂNCIA COM A APROXIMAÇÃO DOS 6º JOGOS MILITARES.

**OBJETIVOS:** VERIFICAR O COMPORTAMENTO DE VARIÁVEIS FÍSICAS E PSICOLÓGICAS EM JOGADORES DA SELEÇÃO BRASILEIRA MILITAR DE FUTEBOL, AO LONGO DE UMA TEMPORADA DE TREINAMENTO.

**PROCEDIMENTOS DA PESQUISA:** TODAS AS AVALIAÇÕES SERÃO REALIZADAS NO CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO (CCFEX), NO BAIRRO DA URCA, RIO DE JANEIRO. SERÃO UTILIZADOS O LABORATÓRIO DE BIOCÊNCIAS DA ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO (LABIO - ESEFEX), O LABORATÓRIO DE BIOQUÍMICA (IPCFEX) E AS SALAS DE AULA DA ESEFEX. AS AVALIAÇÕES SERÃO MARCADAS COM ANTECEDÊNCIA, DE ACORDO COM O CALENDÁRIO DE TREINAMENTO DA EQUIPE. A ALTURA E A MASSA CORPORAL SERÃO MEDIDAS COM BALANÇA NO LABORATÓRIO E NO CAMPO; A CAPACIDADE DO CORAÇÃO E DO PULMÃO DE FAZER ESFORÇO SERÁ AVALIADA COM UM TESTE DE ESFORÇO EM ESTEIRA COM AUMENTO DA VELOCIDADE POUCO A POUCO; ANTES E APÓS UM JOGO TREINO SERÃO FEITAS A AVALIAÇÃO SANGUÍNEA E DE HIDRATAÇÃO, SENDO A COLETA FEITA POR UM FARMACÊUTICO EXPERIENTE COM UMA PEQUENA AMOSTRA DE SANGUE E A AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DA URINA FEITA COM COLETA EM RECIPIENTES PREVIAMENTE ENTREGUES AOS AVALIADOS; AS VARIÁVEIS PSICOLÓGICAS (ESTRESSE E ESTADO DE HUMOR) E OS ESTADO NUTRICIONAL SERÃO AVALIADAS COM QUESTIONÁRIOS PREENCHIDOS PELO PRÓPRIO AVALIADO. POR FIM, SERÁ PEDIDO O PREENCHIMENTO DE UM FORMULÁRIO CONTENDO O TIPO, A FREQUÊNCIA, A DURAÇÃO, O HORÁRIO E A INTENSIDADE DOS EXERCÍCIOS QUE COMPÕEM SEU TREINAMENTO FÍSICO HABITUAL, ALÉM DA INFORMAÇÃO SOBRE A POSIÇÃO EM QUE JOGA NO TIME.

**DESCONFORTO E POSSÍVEIS RISCOS ASSOCIADOS À PESQUISA:** AO PARTICIPAR DESTA PESQUISA VOCÊ PODERÁ SENTIR-SE INCOMODADO POR ALGUMAS PERGUNTAS DOS QUESTIONÁRIOS, JÁ QUE AS MESMAS SÃO DE CUNHO PESSOAL. VOCÊ TAMBÉM PODE SENTIR CANSAÇO E/OU TONTEIRA APÓS O TESTE DE EXERCÍCIO NA ESTEIRA. CASOS DE PARADA CARDÍACA SÃO RAROS, MAS O AVALIADOR TOMARÁ AS MEDIDAS NECESSÁRIAS PARA CONTROLAR TAL RISCO, COMO VERIFICAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO CORAÇÃO E DO PULMÃO DURANTE O ESFORÇO, BEM COMO DA PERCEPÇÃO DE CANSAÇO DO PARTICIPANTE DURANTE O EXAME. O LOCAL DE AVALIAÇÃO (CCFEX) CONTA COM UM SETOR MÉDICO QUE SERÁ ACIONADO EM CASO DE EVENTOS ADVERSOS. NA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DESTES DADOS, SUA IDENTIDADE SERÁ MANTIDA EM ABSOLUTO SIGILO. CABE RESSALTAR QUE VOCÊ NÃO CORRERÁ NENHUM RISCO SIGNIFICATIVO QUANTO À SUA INTEGRIDADE FÍSICA, DIFAMAÇÃO, CALÚNIA OU QUALQUER DANO MORAL. EM CASO DE DANO COMPROVADAMENTE PROVOCADO PELO PROJETO DE PESQUISA, O AVALIADO RECEBERÁ A DEVIDA INDENIZAÇÃO.

**BENEFÍCIOS DA PESQUISA:** VOCÊ ESTARÁ CONTRIBUINDO OTIMIZAÇÃO DE SEU PRÓPRIO PROGRAMA DE TREINAMENTO, JÁ QUE AS INFORMAÇÕES DE CADA COLETA DE DADOS PODERÁ AUXILIAR O TÉCNICO A AJUSTAR A CARGA E A INTENSIDADE DO TREINO. NUMA PERSPECTIVA MAIS AMPLIADA, A PRESENTE PESQUISA TRARÁ AVANÇOS PARA A REFLEXÃO ACERCA DO PROCESSO DE TREINAMENTO E COMPETIÇÃO NO FUTEBOL, CONTRIBUINDO PARA O CRESCIMENTO CIENTÍFICO DA MODALIDADE EM NOSSO PAÍS. ADICIONALMENTE, VOCÊ RECEBERÁ UM RELATÓRIO COM OS RESULTADOS INDIVIDUAIS.

**ESCLARECIMENTOS E DIREITOS:** EM QUALQUER MOMENTO VOCÊ PODERÁ OBTER ESCLARECIMENTOS SOBRE TODOS OS PROCEDIMENTOS UTILIZADOS NA PESQUISA E NAS FORMAS DE DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS. TEM TAMBÉM A LIBERDADE E O DIREITO DE RECUSAR SUA PARTICIPAÇÃO OU RETIRAR SEU CONSENTIMENTO EM QUALQUER FASE DA PESQUISA, BASTANDO ENTRAR EM CONTATO COM O PESQUISADOR. **CASO VOCÊ TENHA ALGUMA RECLAMAÇÃO OU QUEIRA DENUNCIAR QUALQUER ABUSO OU IMPROBIDADE DESTA PESQUISA, LIGUE PARA O COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA DA UNISUAM, NO NÚMERO 3882-9797 (RAMAL 1015).**

**CONFIDENCIALIDADE E AVALIAÇÃO DOS REGISTROS:** A SUA IDENTIDADE E DE TODOS OS VOLUNTÁRIOS SERÃO MANTIDAS EM TOTAL SIGILO POR TEMPO INDETERMINADO, TANTO PELO EXECUTOR COMO PELA INSTITUIÇÃO ONDE SERÁ REALIZADO E PELO PATROCINADOR. OS RESULTADOS DOS PROCEDIMENTOS EXECUTADOS NA PESQUISA SERÃO ANALISADOS E ALOCADOS EM TABELAS, FIGURAS OU GRÁFICOS E DIVULGADOS EM PALESTRAS, CONFERÊNCIAS, PERIÓDICO CIENTÍFICO OU OUTRA FORMA DE DIVULGAÇÃO QUE PROPICIE O REPASSE DOS CONHECIMENTOS PARA A SOCIEDADE E PARA AUTORIDADES NORMATIVAS EM SAÚDE NACIONAIS OU INTERNACIONAIS, DE ACORDO COM AS NORMAS/LEIS LEGAIS REGULATÓRIAS DE PROTEÇÃO NACIONAL OU INTERNACIONAL.

#### Consentimento Pós-Informação

Eu, \_\_\_\_\_, portador da Carteira de identidade nº \_\_\_\_\_ expedida pelo Órgão \_\_\_\_\_, por me considerar devidamente informado(a) e esclarecido(a) sobre o conteúdo deste termo e da pesquisa a ser desenvolvida, livremente expressei meu consentimento para inclusão, como sujeito da pesquisa. Recebi uma via desse documento por mim assinado

Assinatura do Participante Voluntário \_\_\_\_\_ Assinatura do Pesquisador Principal \_\_\_\_\_

Contato do Pesquisador principal: (21) 996447951 ou miriam.mainenti@hotmail.com

## Apêndice 2 – Macro ciclo para os jogos do CISM 2015 da Seleção Brasileira Militar de Futebol

PERIODIZAÇÃO FUTEBOL CISM 2015																	
Período	Básico				Preparatório										Competitivo		
Mês	Junho				Julho				Agosto				Setembro				
Micro	I	C	C	O	O	R	CH	O	CH	R	O	CH	R	O	CP	CP	T
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Avaliações			X	X										X			
CORE																	
Coord																	
Próprio																	
Flex																	
Vel																	
RM																	
vol min dia	90	90	180	240	240	200	240	240	240	90	180	240	90	180	120	120	90
int %	50	50	60	70	80	50	90	70	90	60	70	90	50	70	90	90	50

Legenda:

### 1) Microciclos

I – Incorporação

Ch – Choque

T- Transição

C – Controle

R – Regenerativo

O – Ordinário

CP – Competitivo

### 2) Valências

RM – Treinamento de Resistência Muscular

Coord – Treinamento de Coordenação

CORE – Treinamento de Estabilização e Flexibilidade dos músculos que compõem o CORE

Próprio – Treino Proprioceptivo

Flex – Treinamento de Flexibilidade

Vel – Treinamento de Velocidade

### **APÊNDICE 3 - MICROCICLO DA EQUIPE DE FUTEBOL DA SELEÇÃO DE FUTEBOL MILITAR**

- Duração da sessão: cerca de 90 min (15 min aquecimento, 60 min atividade principal, 15 min volta a calma)

- Segunda-feira: trabalho com ênfase na técnica, passe e posse de bola. Utilização de um campo de tamanho médio 60 x 40 m ou 60 x 50 m. 50 a 60 % intensidade.

- Terça-feira: trabalho em campo reduzido, espaços pequenos (20 x 30m, 20 x 20 m....), atividades intensas tendendo ao anaeróbico láctico. Porém, com implementação de situações reais do jogo. Muitas mudanças de direção e frenagem. 90 a 100 % intensidade.

- Quarta-feira: trabalho técnico e tático em dois terços do campo, visando colocar em prática as situações treinadas na terça e na segunda. Exigência de jogo nas características específicas da modalidade futebol. 80 a 90 % intensidade.

- Quinta-feira: Um período destinado ao treinamento das jogadas de bola aérea e finalização. Outro período treinamento de jogadas de bola parada (faltas, escanteios e laterais). 70 a 80 % intensidade.

- Sexta-feira: Jogo Treino. Intensidade 100%.

- Sábado e Domingo: Repouso.

## **TERMO DE CESSÃO DE DIREITOS SOBRE TRABALHO CIENTÍFICO**

Título do trabalho científico: Marcadores indiretos de lesão celular em atletas de futebol ao longo de uma temporada.

Nome completo do autor: Andrew Pitaluga Rocha

1. Este trabalho, nos termos da legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado de minha propriedade.
2. Autorizo a Escola de Educação Física do Exército a utilizar meu trabalho para uso específico no aperfeiçoamento e evolução da Força Terrestre, bem como a divulgá-lo por meio de publicação em revista técnica do Exército ou outro veículo de comunicação.
3. A Escola de Educação Física do Exército poderá fornecer cópia do trabalho mediante ressarcimento das despesas de postagem e reprodução. Caso seja de natureza sigilosa, a cópia somente deverá ser fornecida se o pedido for encaminhado por meio de organização militar, fazendo-se necessária a anotação do destino no Livro de Registro existente na Biblioteca.
4. É permitida a transcrição parcial de trechos do trabalho para comentários e citações, desde que sejam transcritos os dados bibliográficos dos mesmos, de acordo com a legislação sobre direitos autorais.
5. A divulgação do trabalho, em outros meios não pertencentes ao Exército, somente poderá ser feita com a autorização do autor ou da direção de ensino da Escola de Educação Física do Exército.

Rio de Janeiro, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

---

**ANDREW PITALUGA ROCHA - Cap**

**MAURO SANTOS TEIXEIRA – Cel  
Cmt e Dir Ens da EsEFEx**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE TRABALHO DE  
CONCLUSÃO DE CURSO NA BIBLIOTECA DIGITAL DE TRABALHOS  
CIENTÍFICOS**

Na qualidade de titular dos direitos de autor da publicação, autorizo a Escola de Educação Física do Exército a disponibilizar através do site *www.esefex.ensino.eb.br/*, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998 (Lei de Direito Autoral), o texto integral da obra abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso**

Título do TCC: Marcadores indiretos de lesão celular em atletas de futebol ao longo de uma temporada.

Nome completo do autor: Andrew Pitaluga Rocha

Idt: 021781354-2 CPF: 031.967.781-85 email: andrew.pitaluga@hotmail.com

Autorizo disponibilizar e-mail na Base de Dados de Trabalhos de Conclusão de Curso da Biblioteca Digital de Trabalhos Científicos: (X) SIM ( ) NÃO

Orientador: Míriam Raquel Meira Mainenti

Idt: 12782726-9 CPF: 090717977-08 e-mail: miriam.mainenti@hotmail.com

Membro da banca:

\_\_\_\_\_

Membro da banca:

\_\_\_\_\_

Membro da banca:

\_\_\_\_\_

Data de apresentação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Titulação: \_\_\_\_\_

Área de conhecimento: \_\_\_\_\_

Palavras-chave (até seis): \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

**2. Agência de fomento (se for o caso):**

\_\_\_\_\_

Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

\_\_\_\_\_  
**ANDREW PITALUGA ROCHA - Cap**

**MAURO SANTOS TEIXEIRA – Cel  
Cmt e Dir Ens da EsEFEx**