



CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA  
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação – PPGCR  
Mestrado em Ciências da Reabilitação

LEONARDO MATTA PEREIRA

AVALIAÇÃO FISIOLÓGICA PÓS-PARTIDA DE FUTEBOL COMO PARÂMETRO  
PARA VERIFICAÇÃO DOS RISCOS DE LESÕES MÚSCULO-ESQUELÉTICO

RIO DE JANEIRO

2017



**CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA – UNISUAM**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO**

**AVALIAÇÃO FISIOLÓGICA PÓS-PARTIDA DE FUTEBOL COMO PARÂMETRO  
PARA VERIFICAÇÃO DOS RISCOS DE LESÕES MÚSCULO-ESQUELÉTICO**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta como requisito para obtenção do grau de mestre, na linha de pesquisa: Ciências da Reabilitação.

Orientador: Prof. Dr. Alex Souto Maior

Rio de Janeiro – RJ

2017

612.044 Pereira, Leonardo Matta

P436a Avaliação fisiológica pós-partida de futebol como parâmetro para verificação dos riscos de lesões músculo-esquelético / Leonardo Matta Pereira. - Rio de Janeiro, 2017.  
62p.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação). Centro Universitário Augusto Motta, 2017.

1. Fisiologia – Avaliação. 2. Lesões músculo-esquelético. 3. Atletas de Futebol – Lesões. 4. Bioquímica. 5. Termografia. I. Título.

CDD 22 ed.

LEONARDO MATTA PEREIRA

AVALIAÇÃO FISIOLÓGICA PÓS-PARTIDA DE FUTEBOL COMO PARÂMETRO  
PARA VERIFICAÇÃO DOS RISCOS DE LESÕES MÚSCULO-ESQUELÉTICO

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências da Reabilitação, do Centro Universitário Augusto Motta, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em ciências da reabilitação.

Aprovado em: Outubro de 2017

BANCA EXAMINADORA:



---

Prof. Dr. Alex Souto Maior – Orientador  
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM



---

Prof. Dr. Roberto Simão  
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ



---

Prof. Dr. Júlio Guilherme Silva  
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM

RIO DE JANEIRO

2017

“Aqueles que semeiam chorando façam a colheita com alegria! Aqueles que saíram chorando, levando a semente para semear, voltarão cantando, cheios de alegria, trazendo nos braços os feixes de uma colheita.”

(SALMOS, 126:5-6)

“Não te mandei eu? Esforça-te, e tem bom ânimo; não temas, nem te espantes; porque o Senhor teu Deus é contigo, por onde quer que andares”.

(JOSUÉ 1:9)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por sempre ser o auxílio e o sustento em todas as horas e situações. Louvado seja o nome do Senhor, pois na minha dificuldade e luta a sua mão me sustentou, não só a mim, mas a toda minha família.

Agradeço a minha mãe, Marcia Elias Matta, por todo esforço empenhado pela minha educação e formação como homem e profissional. Obrigado por todas as suas lutas em prol do sustento de nossa família, quantas foram às vezes que seus pés se tornaram suporte de pés e suas mãos um pincel que tecia uma grande obra de arte. Do seu trabalho como manicure você formou dois homens de valores e sucesso, Te amo e muito obrigado.

Agradeço ao meu pai, Amauri Pereira, por todo conselho e direcionamento que me foi dado na infância e na adolescência. Embora de pouca formação (ensino fundamental incompleto) os valores morais que o senhor me ensinou, transcenderam e muito que qualquer ambiente acadêmico é capaz de ensinar, obrigado “*meu velho*”!

Agradeço a minha madrinha, Edna Belchior que através do teu auxílio pude construir etapas fundamentais no meu processo de aprendizado. Obrigado por, durante o ensino médio, subsidiar os recursos necessários para meu estudo. Sou eternamente grato a senhora por todo amor e carinho que me amparou em um momento sensível da nossa família. Espero que seu investimento seja recompensado sempre, sou muito grato a tudo, obrigado “*dinda*”!

Professor Afonso, muito obrigado por tudo, afinal quando tudo estava prestes a dar errado, Deus te usou para fornecer algo que jamais esperaria que um Ser Humano pudesse fazer. O senhor me ensinou na prática o verdadeiro sentido do amor fraternal, aquele amor em que se dá, sem esperar nada em troca. Obrigado a ti e a “*mãezona*”, Claudia, por durante um período crucial me permitir ficar junto a sua família e me ensinar o verdadeiro sentido do amor ao próximo.

Nathalia, você está na minha frente, neste exato momento, sequer sabe que eu estou te agradecendo. Muito obrigado por tudo, por me ajudar em todos os aspectos, por através do nosso relacionamento, meus erros e acertos, me transformar em um homem melhor. Obrigado por acreditar em mim, principalmente quando eu menos acreditei. Você exerceu um papel muito importante na minha transformação como pessoa e me ensinou que através dos erros

podemos nos tornar pessoas melhores. Muito obrigado pela oportunidade de viver ao seu lado, “*presente de Deus*”.

Ao amigo Alberto Abraão, muito obrigado. A nossa amizade fortificou e vivificou os princípios de Deus na minha vida. Sua postura, conduta e fé motivam demais a seguir. Obrigado pelas conversas e amizade que se aperfeiçoa a cada dia, fico feliz de ver o quanto agimos em função do bem e por saber que você é assim, te escolhi como “*amigo mais chegado que irmão*”. Irmão, conte sempre comigo!

Por último e posso dizer que não menos importante, e sim, muito importante, Alex Souto Maior (paizão). Obrigado! Não pelo que falou, pelas frases que me incentivou ou pelos conselhos que me deu, mas pela postura que me apresentou e o exemplo que me deu na prática. Sua conduta como homem, pai, esposo e orientador, me fez ver em um cara “*casca grossa*” o coração que Cristo sempre ensinou para a humanidade. Graças a Deus tenho a oportunidade de ver e conviver por alguns momentos com sua família e sua dedicação a ela e a tudo que faz é motivador. Você venceu lutas que te trouxeram ao lugar em que hoje ocupa e obrigado por compartilhar da sua experiência, conhecimento e prática comigo. Saio do mestrado, não como mestre, mas como um discípulo que aprendeu como resistir para se tornar melhor. Obrigado!

## RESUMO

Os esforços de atletas de futebol são caracterizados como um processo repetitivo e sistemático, em que as ações motoras exigidas durante os jogos promovem consecutivas sobrecargas capazes de modificar a função e organização do tecido muscular e expor os indivíduos ao risco de lesões. Analisar diferentes variáveis fisiológicas/psicométricas de forma integrada e verificar os possíveis dos riscos de lesão. A amostra foi composta por 10 atletas de futebol profissional (idade  $26,4 \pm 4,7$  anos; estatura  $178,5 \pm 5,7$  cm; massa corporal  $77,3\text{kg} \pm 7,5$  kg; % de gordura  $10,2 \pm 3,2$  %) sem históricos de lesões no momento da intervenção. Durante a partida oficial todos os atletas foram monitorados por um equipamento de *global position system* (GPS) com acelerômetro para mensuração do volume e intensidade do jogo. Durante os períodos de 24h e 48h pós-partida foram realizadas a análise bioquímica de creatina quinase (CK), as análises termográficas ântero-posterior dos membros inferiores, a análise de condutância da pele (SC) e as avaliações psicométricas através de um questionário de saúde e qualidade de vida. Todas as medidas foram comparadas aos valores basais (basal x 24h x 48h). Os resultados revelaram significativo aumento da percepção de dor muscular e fadiga em 24h e 48h quando comparado aos valores basais. Contudo, a qualidade do sono apresentou diferença significativa em relação aos valores basais apenas com 24h ( $p < 0,05$ ). As concentrações de CK mostraram-se significativamente elevadas em 24h pós-partida quando comparada aos momentos basal e 48h pós-partida ( $p < 0,0004$ ). No que se refere à condutância cutânea, foi observado aumento significativo da atividade eletrodérmica durante o momento 24 horas pós-partida quando comparado aos valores basais ( $p < 0,0001$ ). O perfil termográfico ântero-posterior dos membros inferiores apresentou aumento significativo para valores máximos e médios nos momentos 24h e 48h pós-partida quando comparados aos valores basais ( $p < 0,05$ ). Portanto, conclui-se primeiramente que a avaliação fisiológica pós-partida pode ser adotada através de uma análise integrada dos sistemas fisiológicos/psicométricos, a fim de mensurar o estresse fisiológico do atleta. Além disso, foi observado que o período de 48h pós-partida não se mostra suficiente para uma recuperação plena dos atletas de futebol profissional.

**Palavras-chave:** Futebol. Lesões. Recuperação Muscular. Bioquímica. Termografia. Fisiologia.

## ABSTRACT

The efforts of soccer athletes are characterized as a repetitive and systematic process in which as motor actions required during the games promote consecutive overloads capable of modifying a function and organization of muscle tissue and exposing the risk to the risk of injury. Analyze different physiological / psychometric variables in an integrated way and verify the possible risks. The sample consisted of 10 professional soccer players (age  $26.4 \pm 4.7$  years, height  $178.5 \pm 5.7$  cm, body weight  $77.3 \text{ kg} \pm 7.5 \text{ kg}$ , fat percentage  $10.2 \pm 3$  , 2%) with no history of injuries at the time of the intervention. During the match, all athletes were monitored by a global positioning system (GPS) device with accelerometer to measure the volume and intensity of the game. During the 24h and 48h post-match periods a biochemical analysis of creatine kinase (CK) was performed, such as inferior inferior antero-posterior thermographic analyzes, a skin conductance analysis (SC) and as a psychometric review using a health questionnaire and quality of life. All measurements were compared to baseline values (baseline x 24h x 48h). The results showed a significant increase in the perception of muscle pain and fatigue in 24h and 48h when compared to baseline values. However, sleep quality presented a significant difference from baseline with only 24h ( $p < 0.05$ ). As concentrations of CK were shown to be significantly elevated in 24h post-match compared to baseline and 48h post-match ( $p < 0.0004$ ). No report was found at a distance when compared to baseline values ( $p < 0.0001$ ). The anteroposterior thermophilic profile of the inferiors presented a significant increase to maximum and average values at the 24h and 48h post-match moments when compared to the baseline values ( $p < 0.05$ ). Please consider first that post-match physiological assessment can be adopted through an integrated analysis of the physiological / psychometric systems, in order to measure the athlete's physiological stress. In addition, it was observed that the 48-hour post-match period is not a sample for a full recovery of professional soccer athletes.

**Keywords:** Futebol. Lesões. Recuperação Muscular. Bioquímica. Termografia. Fisiologia.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

**AFL** – *American Football League*

**CBF** - Confederação Brasileira de Futebol

**CI** – Carga Interna

**CK** – Creatina quinase

**CSF** - Confederação Sul-Americana de Futebol

**FC** – Frequência cardíaca

**FC<sub>MÁX</sub>** – Frequência cardíaca máxima

**GPS** – *Global Position System*

**PL** – *Player Load*

**PSE-s** – Percepção subjetiva de esforço por sessão

**RI** – Região de interesse

**SC** - *Skin Conductance*

**TCLE** – Termo de consentimento livre e esclarecido

**TI** – Termografia infravermelho

**TQR** – Questionário de qualidade total de recuperação

**TQR<sub>ACT</sub>** – Qualidade total de recuperação em ação

**TQR<sub>PER</sub>** – Qualidade total de recuperação percebida

**TRIMP** – Impulso de treino

**VO<sub>2</sub>** – Consumo de Oxigênio

## LISTA DE QUADROS E FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Regressão Linear entre a por extenso (FC) e o por extenso VO <sub>2</sub> )	15
<b>Figura 2.</b> Modalidades de imagem médica dentro do espectro eletromagnético	21
<b>Figura 3.</b> Posicionamento do eletrodo nas falanges para análise da condutância de pele.	31
<b>Figura 4.</b> Imagens térmicas anteriores (A) e vistas posteriores (B) das coxas e pernas.	32
<b>Figura 5.</b> Média ± valores de SD do nível sérico de CK e condutância da pele em repouso, 24h e 48h pós-jogo de jogadores profissionais de futebol.	35

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
<b>Tabela 1.</b> Classificação dos tipos de lesões traumáticas.	12
<b>Tabela 2.</b> Escala de Borg.	18
<b>Tabela 3.</b> Modelo de questionário psicométrico de qualidade de vida com suas respectivas classificações a cada nota.	24
<b>Tabela 4.</b> A escala de avaliação de esforço percebido (PSE) para treinamento atlético e a escala de recuperação de qualidade total (TQR)	25
<b>Tabela 5.</b> Modelo de questionário psicométrico de qualidade de vida com suas respectivas classificações a cada nota.	33
<b>Tabela 6.</b> Indicadores de carga externa durante a partida	34
<b>Tabela 7.</b> Valores máximos de temperatura cutânea (°C) das pernas e coxas de jogadores profissionais de futebol.	36 25
<b>Tabela 8.</b> Valores médios da temperatura cutânea (°C) das coxas e pernas em jogadores profissionais de futebol.	37
<b>Tabela 9.</b> Valores de Média ± DP do questionário psicométrico em repouso, 24h e 48 horas pós-partida.	38

## **LISTA DE APÊNDICES**

Termo de consentimento livre e esclarecido .....	51
--	----

## **LISTA DE ANEXOS**

Tabela do questionário psicométrico.....	52
Questionário de Qualidade de Recuperação Total TQR.....	52
Artigo Submetido - <i>Journal of Strength and Conditional Research</i> – JSCR.....	55

# SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b>	9
<b>2. Revisão da Literatura</b>	11
2.1. Epidemiologia das lesões no futebol	11
2.2. Controle da carga interna e externa de treinamento: parâmetros para desempenho físico e prevenção de lesões	14
2.3. Parâmetros bioquímicos, termográficos e qualitativos para prevenção de lesões no futebol.	19
2.3.1. Parâmetros bioquímicos de Creatina Quinase (CK)	19
2.3.2. Parâmetros termográficos	21
2.3.3. Questionários de análise psicométrico e da qualidade de recuperação	23
<b>3. Justificativas</b>	26
<b>4. Objetivos</b>	27
4.1. Objetivo geral	27
4.2. Objetivos específicos	27
<b>5. Hipóteses</b>	27
<b>6. Participantes e Métodos</b>	28
6.1. Delineamento do estudo	28
6.2. Sujeitos e medidas antropométricas	28
6.3. Local de realização do estudo	29
6.4. Cálculo ou justificativa do tamanho amostral	29
6.5. Monitoramento da carga de jogo pelo sistema de posição global (GPS)	29
6.6. Procedimentos de monitoramento de creatina quinase (CK) plasmática	30
6.7. Registro de condutância da pele.	31
6.8. Aquisição das imagens termográficas.	32
6.9. Questionário psicométrico	33
<b>7. Análise estatística</b>	33
<b>8. Resultados</b>	34
9. Discussão	38
10. Conclusão	41
11. Referências	42

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUÇÃO

O futebol é caracterizado como um esporte intermitente de alta intensidade, devido às ações motoras, a demanda energética, o volume e a intensidade da partida (BANGSBO; MOHR; KRUSTRUP, 2006). O controle da carga de trabalho durante as partidas e treinamentos se faz extremamente necessárias como um método de prevenção de lesões e monitoramento do desempenho dos atletas. A avaliação pelo *Global Position System* (GPS) com acelerômetro mostra-se eficiente na quantificação do volume e da intensidade a partir das mudanças de direções, velocidade e padrões de movimento (CUMMINS *et al.*, 2013). Além disso, as avaliações termográficas (MAIOR *et al.*, 2017; MARINS *et al.*, 2014), a verificação dos níveis séricos de Creatina quinase (CK) (SCOTT *et al.*, 2016), escala de percepção subjetiva do esforço (PSE) (BORG) (IMPELLIZZERI *et al.*, 2004; LITTLE; WILLIAMS, 2007) e os questionários psicométricos têm sido utilizados em concomitância ao GPS para mensurar os níveis de estresse fisiológico agudo imediato, agudo crônico e tardio às partidas de futebol. Assim, fornece melhor compreensão dos aspectos específicos e fisiológicos do esporte e a quantificação individual da carga de trabalho nos treinamentos e jogos (AUGHEY, 2011). Desta forma, as respostas fisiológicas relacionadas aos estímulos de uma partida oficial têm despertado o interesse de diversos autores na quantificação das variáveis de uma partida e os métodos de redução dos riscos de lesão no esporte (MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2003; IMPELLIZZERI *et al.*, 2004; ESPOSITO *et al.*, 2004; LITTLE; WILLIAMS, 2007).

A relação entre as demandas fisiológica agudas da partida com as respectivas respostas crônicas é fundamental para a redução dos riscos de lesões e melhora do desempenho. O controle das cargas internas e externas do jogo é fundamental para verificar o impacto da intensidade e volume da partida sobre os parâmetros fisiológico do atleta. A compreensão dos métodos de quantificação das cargas impostas no treinamento é importante, a fim de mensurar o estado de recuperação (HILL-HAAS *et al.*, 2011).

Impellizzeri; Rampinini; Marcora (2005) propuseram um modelo teórico, baseado na premissa de que as alterações fisiológicas são decorrentes do nível de estresse imposto ao organismo (carga interna de treinamento). Segundo este modelo, a magnitude da carga interna seria determinada, principalmente, pela magnitude dos agentes estressores externos, também chamado de *Player Load* (PL) (IMPELLIZZERI; RAMPININI; MARCOR, 2005). O PL está

relacionado à qualidade, à quantidade e magnitude dos deslocamentos e esforços físicos que aumentam durante a partida, sendo também, influenciada pelas características individuais (ex. nível de condicionamento e potencial genético) de cada atleta. Segundo Casamichana *et al.* (2013), há uma forte correlação entre as variáveis de mensuração do PL com as cargas internas de treinamento. Evidenciando que a carga externa determinará a magnitude da carga interna de treinamento e as alterações fisiológicas do indivíduo.

Segundo Fry; Morton; Keast (1992), a adequada distribuição das cargas de treinamento, com suficientes períodos de recuperação tendem a melhorar o desempenho dos atletas, além de prevenir o sobre-treinamento. Sugere-se que a altos valores de PL estejam relacionados ao aumento dos riscos de lesões musculares (FOSTER, 1998). Portanto, o desenvolvimento de meios associados de avaliação PL é fundamental no futebol, uma vez que as respostas extremas de treinamento podem resultar em estresses supra-fisiológicos. Isto pode promover alterações do desempenho e agravar o estresse em função das lesões já presentes (GABBETT, 2004; GABBETT; JENKINS, 2011). As lesões musculares, em atletas de futebol expostos às altas PL, acometem principalmente os membros inferiores. Os mais frequentes são: Isquiotibiais (37%), os adutores (23%), os quadríceps (19%) e as panturrilha (13%) (EKSTRAND; HAGGLUND; WALDEN; 2011). Dentre as classificações das lesões musculares é possível ressaltar as funcionais, menores induzidas por fadiga aguda ou neurogênica, causando redução da flexibilidade muscular. Estruturais mecânicas são rupturas musculares ou estiramento de fibras ou feixes musculares decorrentes da má recuperação do sistema muscular esquelético (MUELLER-WOHLFAHRT; UEBLACKER; HAENSEL, 2013). Embora a quantificação de carga externa e interna seja de fundamental importância para redução dos riscos de lesões. A análise fisiológica/psicométrica se mostra necessária para quantificação/qualificação do estado de recuperação do atleta. No entanto, ainda que, haja pesquisas que envolvam a análise destes parâmetros de forma separada, poucas fundamentam uma avaliação integrada das respostas fisiológicas/psicométricas em jogadores profissionais de futebol. O presente estudo busca analisar diferentes variáveis fisiológicas/psicométricas de forma integrada e verificar os possíveis dos riscos de lesão.

## 2 – REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 – Epidemiologia das lesões no futebol

A heterogeneidade das lesões no futebol está diretamente relacionada às diversas variáveis que envolvem o esporte, sendo elas (ELSNER; PAVAN; WISNIEWSKI, 2007):

1) intrínsecas – inerentes ao esporte em si, como corridas curtas e longas, saltos, mudanças rápidas de direção, cabeceios e situações do jogo;

2) extrínsecas – em que se avaliam as condições do campo, tipo de chuteira, condições físicas e de saúde, sexo, quantidade de jogos, treinos, motivação.

A lesão muscular é a causa mais frequente na interrupção da prática esportiva e podem ser causadas por contusões, estiramentos ou lacerações (JÄRVINEN; LEHTO, 1993). Estima-se que 30 a 50% de todas as lesões no esporte são causadas por comprometimento de tecidos moles (HERRING; NILSON, 1987). O motivo primário está relacionado à força exercida sobre o tecido muscular que contribui com microtraumas e modifica a capacidade funcional do tecido muscular, (ASCENSÃO *et al.*, 2008). Estes microtraumas promovem alterações morfofuncionais através de ruptura na junção miotendínea ou contraturas no ventre muscular (WITVROUW *et al.*, 2003). A lesão mais observada em futebolistas é o estiramento, sendo tipicamente observados nos músculos superficiais biarticulares ou multiarticulares, como os músculos: reto femoral, semitendíneo e gastrocnêmios (RAYMUNDO *et al.*, 2005).

As lesões musculares podem ser classificadas em relação ao nível de comprometimento morfofuncional (PEDRINELLI *et al.*, 2006). As lesões de grau I comprometem um pequeno percentual de fibras musculares associando-se a edema local e desconforto, porém, não limitam a capacidade funcional dos movimentos (HERNANDEZ; CAMANHO, 1996). Por outro lado, as lesões de grau II limitam a funcionalidade do indivíduo associado a hematoma local com eventual equimose no período de dois a três dias (HERNANDEZ; CAMANHO, 1996). A lesão de grau III compromete toda área transversa do músculo, resulta na perda de função muscular e dor intensa. Neste tipo de lesão a equimose costuma ser extensa e se situa, na maioria dos casos, distante ao local da ruptura. (HERNANDEZ; CAMANHO, 1996).

Durante o jogo e treinamento é inevitável o choque e o risco de traumas decorrentes de impactos, como torções, lacerações, luxações e fratura. A tabela 1 caracteriza a heterogeneidade dos diferentes tipos de lesões traumáticas (PANGRAZIO; FORRIOL, 2016).

**Tabela 1.** Classificação dos tipos de lesões traumáticas no futebol.

Tipo de lesão	Classificação
Contusão	Lesão produzida por golpe ou impacto, sem causar dilaceração ou ruptura da pele; traumatismo.
Luxação	O deslocamento parcial ou total das partes ósseas de uma articulação.
Fratura	Perda da solução do tecido ósseo.
Lesão ligamentar	Lesão dos ligamentos articulares devido à distensão ou torção brusca.

Estudos epidemiológicos são necessários para avaliar as regiões anatômicas mais acometidas pelas lesões, e que a utilização de programas de treinamento preventivos, o tipo de recuperação pós-jogos e adoção de hábitos de vida saudáveis são determinantes para alta *performance* e redução dos riscos de lesões. Um estudo com 51 equipes de diferentes ligas de futebol profissional europeia (2299 atletas de futebol) verificou que 92% das lesões estavam relacionadas aos membros inferiores. Segundo EKSTRAND; HAGGLUND; WALDEN (2011) as mudanças de direção e movimentos de aceleração e desaceleração durante jogos e treinamentos são fatores cruciais para o comprometimento dos músculos isquiotibiais e adutores em relação aos músculos do quadríceps e tríceps sural. Sendo a incidência global de lesões por jogos de 6,2 (IC 95% = 5,5 - 7,0) lesões e por treinamento de 2,8 (IC 95% = 2,3, 3,3) a cada 1000 horas de atividade (STUBBE *et al.*; 2015). Estas lesões foram relacionadas ao contato físico (n = 92; 32,9%), aos saltos (n = 33; 11,8%) e a fadiga (n = 32; 11,4%) (STUBBE *et al.*; 2015). Outro estudo conduzido por Falese; Della Valle; Federico (2016) observaram 363 lesões durante a temporada italiana de 2012/2013 e 2013/2014, em que 42% das lesões foram dos músculos do quadríceps e 19% de lesões nos joelhos (FALESE; DELLA VALLE; FEDERICO, 2016). No estudo de Leventer *et al.* (2016) também foi verificado que

embora o alto risco de impacto no futebol, o maior percentual de acometimentos foram por lesões musculares (30,3%) do que traumáticas (16,7%).

Em relação à posição dos jogadores, o estudo conduzido por Dauty; Collon (2011) investigou as lesões mais comuns em atletas profissionais de futebol de acordo com seu posicionamento tático. Neste estudo foram observados 903 acometimentos a cada 1000h (jogos e/ou treinamentos) em 173 atletas profissionais de futebol profissional, sendo a região mais frequente, posterior da coxa. Nenhuma diferença na incidência de lesão foi encontrada de acordo com posicionamento tático. Entretanto o estudo de Rynänen *et al.* (2013) verificaram as mudanças no escore de lesões de acordo com os distintos posicionamentos táticos durante as partidas realizadas em 3 Copas do Mundo. Foram encontradas diferenças significativas em relação ao posicionamento tático, em que os atacantes e meia-atacantes apresentaram maiores valores (85,7/1000 horas de partida, 69,8 a 104,2) quando comparados aos defensores (68,8 / 1000 horas de partida, 58,6 a 80,2) e goleiros (35,6/1000 horas de partida, 22,1 a 54,5). Houve uma relação linear ( $p = 0,043$ ) entre um número crescente de dias de recuperação entre partidas e uma maior incidência de lesão.

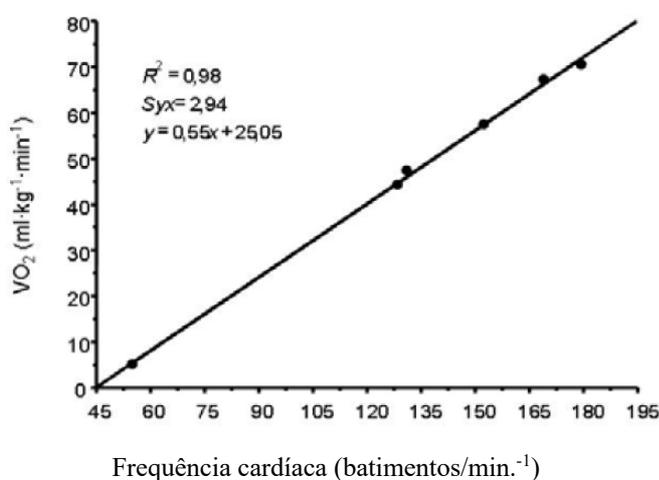
O risco de lesões parece variar substancialmente entre diferentes posições de jogo. Desta forma, identificar os posicionamentos dos jogadores que apresentam maior risco de lesão e avaliar parâmetros de respostas fisiológicas agudas e tardias pode ser de grande importância como medidas preventivas no futebol (LEVENTER *et al.*, 2016). Os estudos sugerem que as estratégias de prevenção de lesões devem ser introduzidas a partir da pré-temporada para reduzir o risco de lesões musculares e avaliar o melhor estado recuperação do atleta, a fim de promover estímulos que promovam melhor adaptação (LEVENTER *et al.*, 2016; FALESE; DELLA VALLE; FEDERICO, 2016; EKSTRAND; HÄGGLUND; WALDÉN, 2011).

## **2.2 - Controle da carga interna e externa de treinamento: parâmetros para desempenho físico e prevenção de lesões**

A relação entre a carga de treinamento e o desempenho esportivo encoraja os atletas a progredirem no volume e intensidade de treinamento em busca de adaptações fisiológicas que potencializam os resultados nas competições (FOSTER *et al.*, 1996.). Assim, quando falamos sobre treinamento desportivo é importante controlarmos as cargas internas e externas do treinamento para potencializar o desempenho físico e minimizar os riscos de lesões (HILL-HAAS *et al.*, 2011). Sendo caracterizada por ações motoras, volume e intensidade de treinamentos ou partidas que são utilizados como critério para investigar ações externas para controle de sobrecarga (DATA, 2008). O controle do PL se faz necessário para avaliar a conformidade da magnitude do esforço em relação a distintos desportos. Este procedimento se torna viável pelo avanço na tecnologia do *global system position* (GPS) que permite o controle da carga externa em tempo real e individualizada. O monitoramento pelo GPS controla as seguintes variáveis:

- **Distância total percorrida:** define-se como a distância individual percorrida ao total de toda sessão de treinamento ou partida, ou seja, representa o volume total de treinamento.
- **Velocidade máxima percorrida:** define-se como a velocidade máxima atingida durante a sessão do treinamento ou partida, ou seja, avaliação quantitativa da potência anaeróbia do atleta durante seu momento de máximo esforço na corrida.
- **Carga total de treinamento:** define-se como a carga de treinamento imposta ao atleta, ou seja, é um indicador da carga externa de grande importância quando o objetivo é avaliar a intensidade de esforço a partir das mudanças de direções durante partidas e treinamentos.
- **Aceleração, Desaceleração e Saltos:** Descreve a variabilidade de mudança de direção dos atletas no sentido anteroposterior, latero-lateral e vertical. As variações e quantificações quanto aos estímulos de produção de força de aceleração, desaceleração e impulso são de fundamentais importâncias para a prescrição de exercícios que aperfeiçoem estes quesitos.
- **Número dos esforços pré-determinados:** Define-se como a quantidade de estímulos superiores a velocidade pré-determinada pelo fabricante de acordo com a característica do esporte.

A FC demonstra uma relação quase linear com o consumo de oxigênio (Figura 1) em uma ampla gama de intensidades de exercício submáximas no estado estacionário (REIS; VAN DEN TILLAAR; MARQUES, 2011). Esta estreita relação entre as medidas de FC e  $VO_2$  torna o monitoramento da FC adequado para quantificar a carga interna (CI) de treinamento durante a maioria das sessões de exercício (CARTER; BANISTER; BLABER, 2003; GILMAN, 1996; ALEXIOU; COUTTS, 2008; BORRESEN; LAMBERT, 2009). A CI de treinamento está associada a respostas fisiológicas agudas e tardias (24 e 48 horas) ao estresse físico e pode ser influenciada pelas características individuais (ex. fatores fenótipos e genótipos) (IMPELLIZZERI; RAMPININI; MARCOR, 2005). Segundo Casamichana *et al.* (2013) há uma forte correlação entre a intensidade de esforço e a CI de treinamento. Três indicadores são comumente usados para a sua mensuração: método de impulso de treino (TRIMP), método *Edwards* e o método percepção subjetiva de esforço (PSE) (SCOTT *et al.*, 2013).



**Figura 1.** Regressão Linear entre a frequência cardíaca e o consumo de oxigênio (REIS; VAN DEN TILLAAR; MARQUES, 2011).

O desenvolvimento de técnicas direcionadas ao uso da FC como medida de CI é validada e comumente utilizada no meio desportivo. O método de impulso de treinamento de *Banister* (TRIMP) usa medições de FC como um marcador direto de intensidade (BANISTER; CALVERT, 1980). Este método baseia-se na duração do exercício (minutos), na FC durante o exercício, na FC repouso e na FC máxima para calcular o TRIMP.

Embora a FC seja um bom marcador de intensidade do exercício, alguns fatores podem ser limitantes. Os fatores que influenciam no comportamento da FC são (LAMBERT; MBAMBO; GIBSON, 1998):

- Ambiente (temperatura e umidade);
- Fisiológico (estado de hidratação, mudança diurna, estado de treinamento);
- Fatores psicológicos.

Outra limitação é o fator de ponderação da equação (descrita abaixo), cujas origens podem ser criticadas. Embora a equação tenha sido investigada em vários estudos, ainda há questões sobre a praticidade e precisão de usar o TRIMP de *Banister* como método para quantificar o treinamento (BORRESEN; LAMBERT, 2008). Contudo é considerada uma ferramenta útil e apropriada para avaliar a carga de treinamento (PYNE; MARTIN, 2011). Para cada categoria, um coeficiente arbitrário de ajuste é atribuído para dar maior peso as sessões de treino com maior intensidade (ou seja, impulso de treinamento) (TAHA; THOMAS, 2003). A equação quantifica a intensidade através de 5 zonas de frequência cardíaca multiplicadas por um coeficiente em relação a cada zona, conforme abaixo:

- 50% -60%  $FC_{max}$  = zona 1;
- 60% -70%  $FC_{max}$  = zona 2;
- 70% -80%  $FC_{max}$  = zona 3;
- 80% -90%  $FC_{max}$  = zona 4;
- 90% -100%  $FC_{max}$  = zona 5.

De acordo com os ajustes do método de Banister foram desenvolvidas algumas variáveis como o método de *TRIMP de Edwards* (EDWARDS, 1993). O método *TRIMP de Edwards* é baseado na soma do tempo gasto nas diferentes zonas arbitrárias de FC e multiplicado por um fator de ponderação baseado na zona % da FC de esforço (em minuto) (EDWARDS, 1993), que quantifica a carga interna de treinamentos a partir da equação:

**Carga de Treinamento:** (Tempo na zona 50 a 60% x 1) + (Tempo na zona 60 a 70% x 2) + (Tempo na zona 70 a 80% x 3)+...+( Tempo na zona 90 a 100% x 5)

Uma estratégia simples para quantificar a carga interna de treinamento é a percepção subjetiva de esforço por sessão (PSE-s) (FOSTER *et al.*, 1998). A PSE é modulada por fatores psicológicos (por exemplo, cognição, memória, experiência anterior, compreensão da tarefa) e fatores situacionais (por exemplo, conhecimento do momento de término do esforço, duração, características temporais da tarefa) (ESTON, 2012). O uso do PSE no esporte, exercício e reabilitação se baseia em suas fortes correlações com a intensidade do exercício (por exemplo, trabalho, velocidade, energia) e fatores fisiológicos (por exemplo, frequência cardíaca, ventilação, absorção de oxigênio, sangue lactato). Estudos corroboram a alta correlação ( $r=0,75$  a  $0,90$ ) entre a PSE-s e o método de quantificação de carga interna proposto por *Edwards* (EDWARDS, 1993; FOSTER, 1998). A tabela 2 representa os valores analógicos de percepção subjetiva de esforço adaptada por Foster (1998) (FOSTER 1998; FOSTER *et al.*, 2001; MORISHITA *et al.*, 2013).

**Tabela 2.** Escala de Borg (BORG, HASSMEN & LAGERSTROM, 1987) adaptado por Foster (1998).

Classificação	Descritor
0	Repouso
1	Muito, Muito fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um pouco difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito difícil
8	-
9	-
10	Máximo

O controle da CI não é claramente a única variável que quantifica e qualifica a carga de treinamento e minimiza os riscos de lesões. A deficiência em controlar a carga de treinamento resulta em limitações físicas, bem como alterações fisiológicas limitantes em atletas (MACKINNON, 2000). O aumento no volume total de treinamento, associado ao aumento de

intensidade de carga e esforço, resulta em respostas inadequadas no estado de recuperação fisiológica do atleta, quando o mesmo não se encontra bem recuperado (RAMPININI *et al.*, 2009). A utilização do cálculo de volume total de treinamento se mostra uma estratégia eficiente quanto à descrição das cargas do treinamento em função da PSE (ALEXIOU; COUTTS, 2008). O volume total de treinamento e a carga de treinamento podem ser descritos pelo produto da PSE-s x tempo total de esforço (minutos). Sendo definida em unidades arbitrárias e diretamente relacionada com o aumento da demanda fisiológica do atleta em resposta ao esforço físico (BORRESEN; LAMBERT, 2009), conforme o cálculo abaixo:

$$\text{Carga de treinamento} = \text{PSE} \times \text{duração da sessão diária (minutos)}$$

A importância da adequada distribuição das cargas de treinamento, com suficientes períodos de recuperação, potencializa a *performance* dos atletas e reduz os riscos de lesões. Sugere-se que a variabilidade de treinamento é uma estratégia fundamental para redução das estabilizações de intensidade e variação dos estímulos, o que permite melhor adaptação dos componentes fisiológicos (ALEXIOU; COUTTS, 2008). A variabilidade de treinamento pode ser definida por um índice calculado com a média da carga de treinamento diária em razão do desvio padrão das cargas calculadas ao longo do período de uma semana (FOSTER, 1998). Este índice é chamado de "monotonia de treinamento", a proposta inicial apresentada por Foster (1998) em torno da Monotonia foi de que ela pudesse diagnosticar estados de *overtraining* e risco de lesões em atletas. (FOSTER, 1998; SUZUKI *et al.*, 2006). FOSTER *et al.* (2005), descrevem que valores de Monotonia acima de 2 unidades arbitrárias (u.a.) contribuem para a redução do desempenho e aumento do risco de lesões. Além disso, sugere-se que o produto da carga e monotonia de treinamento, resulte no valor de *Strain* ou tensão de treinamento. Assim, Delattre *et al.* (2006); FOSTER (1998) e Putlur *et al.* (2004) comentam que um alto valor de monotonia relacionado ao alto valor de *Strain* semanal estão relacionados a redução do desempenho atlético e aumento do risco de lesão. Desta forma, o CI e PL se mostram fundamentais para adaptações fisiológicas inerentes do treinamento desportivo, assim, cooperando com melhor desempenho esportivo e redução das lesões osteomioarticulares.

## 2.3- Parâmetros bioquímicos, termográficos e qualitativos para prevenção de lesões no futebol.

### 2.3.1 – Concentrações plasmáticas de Creatina Quinase (CK)

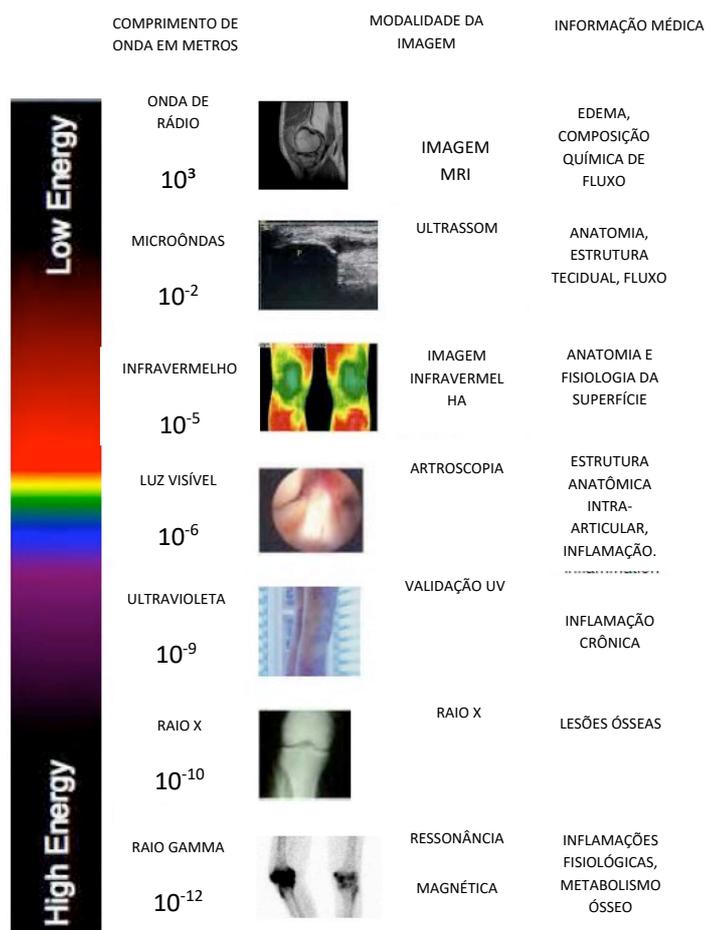
O futebol profissional é considerado um desporto com elevada frequência de esforços em acelerações, as desacelerações e as mudanças de direções durante treinamento e partidas (EKSTRAND, Jan; HÄGGLUND, Martin; WALDÉN, Markus., 2010). A distância total percorrida em um jogo de futebol pode potencializar o risco de lesões, a partir de um estresse metabólico através do volume elevado (9-14 km) (LAGO-PEÑAS, C. et al., 2009; LAZARIM *et al.*, (2009). Além disso, o tempo de recuperação inter-partidas (entre 48h e 72h) também se associa com aumento do risco de acometimentos em competições de futebol profissional (DUPONT *et al.*, 2010; CARLING; LE GALL; DUPONT, 2012). Sendo assim, algumas estratégias de monitoramento vêm sendo utilizada no futebol com intuito de mensurar alterações bioquímicas relacionados a sobrecarga das partidas e/ou treinamentos. A CK é uma enzima encontrada tanto no citosol como na mitocôndria do músculo sendo bastante utilizada como um biomarcador indireto para dano muscular (SCOTT *et al.*, 2016; ROMAGNOLI *et al.*, 2016). O nível sérico de CK pode ser aumentado a partir do dano no tecido muscular como consequência de um intenso treino prolongado ou intenso, seja por causas metabólicas e/ou mecânicas (SCOTT *et al.*, 2016). Assim, as fibras musculares, metabolicamente exauridas, exibem uma diminuição na resistência da membrana após um aumento nos íons de cálcio livres internos. Além disso, o efeito do estresse oxidativo decorrente da atividade metabólica muscular (FINK; LÜTTGAU, 1976; FINK *et al.*, 1983). Contudo, o mecanismo mais provável para o aumento plasmático de CK esta relacionado ao dano tecidual local com degeneração do sarcolema, a partir da fragmentação do disco Z. (LOVERING; DE DEYNE, 2004). Este fatores fisiológicos contribuem com limitações funcionais do pós-esforço, que inclui a mialgia, fadiga, dispneia e dano muscular com elevação das concentrações de CK (FLAHERTY *et al.*, 2001).

Os níveis plasmáticos de CK são dependentes da idade, sexo, etnia, massa muscular, atividade física e condição climática. Os limites de referência para homens não atletas de 35 – 232 U/L<sup>-1</sup> e mulheres não atletas de 21 a 215 U/L<sup>-1</sup>. (STRØMME *et al.*, 2004). Contudo, o grau de recrutamento muscular de alguns esportes contribui com aumento significativo dos

níveis plasmáticos de CK, sendo a variação de homens atletas entre 82–1083 U/L<sup>-1</sup> e mulheres atletas 47–513 U/L<sup>-1</sup> (HORTOBAGYI; DENAHAN, 1989; MOUGIOS, 2007). Por outro lado, a redução dos níveis plasmáticos de CK depende do período de repouso após o esforço físico, uma vez que a inatividade física de curto prazo pode reduzir tanto o transporte linfático de CK quanto a liberação da enzima das fibras musculares (HAVAS; KOMULAINEN; VIHKO, 1997). O acompanhamento dos níveis de CK pós-esforço se mostra como uma ferramenta importantíssima para monitorar o status de recuperação de atletas (RUSSELL *et al.*, 2016).

### 2.3.2 – Avaliação Termográfica

A termografia (TI) é uma ferramenta não radiante e sem contato, usada para monitorar alterações de temperatura na superfície corporal. A eficiência, segurança e baixo custo do TI torna-o uma ferramenta útil para detectar e localizar alterações térmicas caracterizadas por aumentos ou diminuições na temperatura da superfície da pele (HILDEBRANDT *et al.*, 2012) (Figura 2). As câmeras infravermelhas geram imagens térmicas com base na quantidade de calor dissipado na superfície. Aproximadamente 80% da radiação infravermelha emitida da pele humana, tem um comprimento de onda de 8-15 µm (ARFAOUI *et al.*, 2012). A TI opera na região infravermelha de onda longa e é uma forma sofisticada de receber radiação térmica e convertê-la em sinais elétricos. Estes sinais são exibidos e combinados com cores na tela para cálculos sobre a imagem captada. A sensibilidade e a resolução são parâmetros importantes para a avaliação, sendo ajustado de acordo com as características e objetivo da análise (RING *et al.*, 2007).



**Figura 2.** Modalidades de imagem médica dentro do espectro eletromagnético.

A emissão de calor depende da vascularização da pele, do metabolismo celular e do isolamento corporal, além de fatores externos como: umidade relativa, temperatura ambiente e local das avaliações (GARAGIOLA; GIANI, 1990). Contudo, a câmera termográfica selecionada para pesquisas deve apresentar uma alta resolução para garantir a melhor qualidade de imagem e resultados mais confiáveis. A faixa de medição deve ser de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $650^{\circ}\text{C}$  (precisão de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  ou 2%, sensibilidade de  $\leq 0,05^{\circ}\text{C}$ ), uma banda espectral infravermelha de 7,5 a 14 microns, uma taxa de atualização de 60 Hz e uma FPA (Focal Plane Array) de 320 x 240 pixels (MAIOR et al., 2017)

Alguns fatores intervenientes devem ser considerados durante as avaliações, tais como: idade, sexo, estatura e massa corporal. Contudo, é importante considerar fatores como gordura subcutânea, ritmo circadiano, densidade capilar, emissividade da pele, taxa metabólica basal, fluxo sanguíneo da pele, genética e emoções. Além disso, previamente as avaliações são importantes considerar os fatores extrínsecos: ingestão de medicamentos, álcool, tabaco e alimentos, aplicações (pomadas e cosméticos, água, luz solar), terapias (recursos de

eletrotermofotos e exercícios) e atividade física (atividade recente, sudorese, nível de aptidão, domínio das assimetrias, especialização desportiva) (VARDASCA *et al.*, 2014).

As microlesões promovidas pelo esforço físico desencadeiam processos inflamatórios e aumento da temperatura local favorecendo um diagnóstico por imagem como a TI (PYNE, 1994). No âmbito do futebol, as características da modalidade e do treinamento associado aos curtos períodos de recuperação por conta do calendário de competição favorece a exposição do sistema locomotor ao seu limite de esforço e alterações fisiológicas e anatômicas. Os valores basais termográficos dos membros inferiores de cada jogador permite a identificação de qualquer anormalidade com maior precisão na comparação de cada atleta ao seu perfil térmico habitual de repouso (DEL ESTAL *et al.*, 2017). Segundo MAIOR *et al.* (2017), a aplicabilidade prática da TI é de suma importância para análise do estado de recuperação pós esforço dos atletas. O objetivo do estudo foi avaliar o perfil termográfico dos membros inferiores e correlacioná-los com CK plasmática de nível em jogadores de futebol profissional. Embora a pouca correlação do método de TI com níveis de CK plasmático ( $r: 0.14-0.38$ ) há uma forte correlação entre o aumento da temperatura de regiões anteriores e posteriores das coxas, evidenciando a validade do método para análise termográfica de membros inferiores como parâmetro de avaliação do estado fisiológico para prevenção de lesões, em uma perspectiva muscular periférica. A TI tem se mostrado um método validado e confiável na triagem de atletas, para possíveis seleções prévia a partida e na prevenção de lesões por uso excessivo (FERNÁNDEZ-CUEVAS *et al.*, 2015; DEL ESTAL *et al.*, 2017). No entanto, a associação de variáveis bioquímicas de dano muscular e estresse crônico com as medidas de acompanhamento durante a temporada esportiva, podem esclarecer as alterações fisiológicas na superfície da pele.

### **2.3.3 – Questionários de análise psicométrico e da qualidade de recuperação**

- **Questionário Psicométrico de Qualidade de Vida**

O estresse associado ao treinamento e à competição muitas vezes prejudica temporariamente o desempenho físico dos jogadores (NOSAKA; NEWTON, 2002). Quando não há um equilíbrio entre o estresse gerado pelo treinamento/competição frente aos intervalos

insuficientes de recuperação. Dores musculares e alterações no estado de humor, fadiga, sono e estresse podem potencializar os riscos de lesões (PURVIS; GONSALVES; DEUSTER, 2010). Tendo em vista a necessidade de meios que fornecessem informações sobre a situação fisiológica e psicológica do atleta, uma série de ferramentas de monitoramento que podem servir como indicadores válidos do estado de recuperação em atletas. Além das análises bioquímicas, termográficas, componentes de carga interna por método de PSE ou FC, como supracitado nos tópicos anteriores desta revisão, se inclui as escalas subjetivas de bem-estar e questionários (GASTIN; MEYER; ROBINSON, 2013).

Ferramentas como questionários psicométricos se mostram eficiente devido a sua fácil aplicabilidade e interpretação das respostas. O questionário psicométrico vem sendo utilizado como forma de avaliação dos indicadores gerais de bem-estar dos jogadores (HOOPER *et al.*, 1995). Composto por 5 questões relacionadas à percepção da qualidade do sono, dor muscular, fadiga, nível de estresse e humor. Para cada variável do questionário é atribuída uma escala de 5 pontos, em que 5 é considerado estado de total recuperação fisiológica e psicológica, 3 estado de normalidade e 1 estado de total disfunção fisiológica e psicológica, conforme ilustrado na tabela 3. O questionário psicométrico é um dos meios validados de verificação dos indicadores gerais de bem-estar do jogador. Em um estudo conduzido por Thorpe *et al.* (2015), cujo objetivo foi quantificar as relações entre a carga de treinamento diário e uma série de potenciais medidas de fadiga em uma amostra de jogadores de futebol de elite. Verificou-se que há correlação negativa entre altas cargas de treinamento e os resultados de fadiga obtidos através do questionário (IC: -0.62 à -0.39;  $r = -51$ ,  $P < 0,001$ ).

**Tabela 3.** Modelo de questionário psicométrico de qualidade de vida com suas respectivas classificações a cada nota.

	5	4	3	2	1
<b>FADIGA</b>	MUITO DESCANSADO	DESCANSADO	NORMAL	MAIS CANSADO DO QUE O NORMAL	EXTREMAMEN TE CANSADO
<b>QUALIDADE DO SONO</b>	SONO EXCELENTE	BOM	DEMORA PARA DORMIR	SONO INQUIETO	INSÔNIA
<b>DOR MUSCULAR</b>	MUITO BEM	BEM	NORMAL	UM POUCO DE DOR	MUITA DOR
<b>NÍVEL DE ESTRESSE</b>	MUITO RELAXADO	RELAXADO	NORMAL	ESTRESSADO	MUITO ESTRESSADO
<b>HUMOR</b>	EXCELENTE HUMOR	BEM HUMORADO	INDIFERENTE	UM POUCO IRRITADO	IRRITADO

- **Questionário de Qualidade Total de Recuperação (TQR)**

Outro questionário utilizado como meio de verificação da eficiência do intervalo de recuperação entre os treinamentos e ou competições é o questionário de qualidade total de recuperação, em inglês conhecido como *total quality recovery* (TQR). Para esta finalidade, Kentta; Hassmén (1998) sugeriram avaliar o TQR por meio de uma escala similar ao monitoramento da PSE. O principal objetivo do TQR é o monitoramento do processo de recuperação, evitar a ocorrência de sobre-treinamento e assim otimizar o equilíbrio entre treinamento e recuperação, além de reduzir os riscos de lesões e infecções por uso excessivo (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998). A escala TQR sugerida é dividida em 2 subescalas: 1. escala denominada TQR percebida (TQRper) baseada nas respostas da qualidade de recuperação expressa na tabela 4; 2. escala TQR de ação (TQRact). O objetivo dessas escala é integrar aspectos (TQRper) qualitativos e (TQRact) quantitativos do processo de recuperação. Esta escala psicométrica permite aos treinadores e atletas aperfeiçoar o equilíbrio entre treinamento e recuperação e alcançar os melhores desempenhos possíveis.

**Tabela 4.** A escala de avaliação de esforço percebido (PSE) para treinamento atlético e a escala de recuperação de qualidade total (TQR) (KENTTÄ; HASSMEN, 2002.).

Percepção subjetiva de esforço	(PSE)	Qualidade total da recuperação	(TQR)
6 Nada de esforço		6 Sem recuperação	
7		7	
			Recuperação extremamente pobre
8		8	
9 Muito leve		9	Recuperação muito pobre
10		10	
11 Leve		11	Recuperação pobre
12		12	
13 Um pouco difícil		13	Recuperação razoável
14		14	
15 Difícil – pesado		15	Boa recuperação
16		16	
17 Muito difícil		17	Muito boa recuperação
18		18	
19 Extremamente difícil		19	Recuperação extremamente boa
20 Esforço máximo		20	Recuperação máxima

A escala TQR per enfatiza a percepção do atleta de recuperação, como uma classificação psicofisiológica geral para as 24 horas. Faz-se necessário associar as respostas dos atletas com o estado psicofisiológico (estados de humor e sinais corporais, tais como sensações de dor, peso, etc.) (FRY *et al.*, 1994).

A escala TQR act classifica e monitora as ações (ou seja, intervenções de recuperação proativas individuais) que, potencialmente, aperfeiçoam e aceleram o processo de recuperação. Os atletas simplesmente marcam suas ações e acumulam pontos de recuperação ao longo de um período de 24 horas das 4 principais categorias de recuperação (Nutrição e hidratação permite a acumulação de um máximo de 10 pontos de recuperação; Dormir e descansar um máximo de 4 pontos; Relaxamento e apoio emocional um máximo de 3 pontos; alongamento e descanso ativo um máximo de 3 pontos). Com uma pontuação máxima de 20 pontos, sendo a classificação mais alta na escala TQR act (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998). A comparação entre TQR act e TQR per devem apresentar taxas de TQR > 13, se as taxas TQR se apresentarem significativamente menores, principalmente no TQR per em comparação com a escala TQR act, este é um sinal de que há um desequilíbrio entre treinamento e recuperação.

Sugere-se que a percepção de recuperação insuficiente é um marcador para detectar a síndrome de *overtraining* (BISHOP; JONES; WOODS, 2008; UUSITALO, 2001). Essa estrutura (TQR) também permite o estudo das associações entre intensidade de treinamento (RPE), recuperação (TQR), variações no desempenho e outros marcadores fisiológicos como função imunológica, glicogênio muscular, cortisol, etc (FRY *et al.*, 1994). No âmbito do futebol, Brink *et al.* (2010) investigaram a relação entre a carga de treinamento e a recuperação em jovens atletas de elite para desenvolver diretrizes de treinamento e identificar jogadores em risco. Eles concluíram que a mensuração da carga interna pelo PSE-s quanto o TQR podem ser utilizados como indicadores da intensidade do exercício e recuperação para monitorar rotineiramente treinamentos e partidas, a fim de prevenir *overtraining* e possíveis lesões do sistema locomotor.

### **3. – Justificativas**

Tendo em vista a escassa literatura científica sobre parâmetros integrados de avaliação fisiológica – psicométrica em jogadores profissionais de futebol. O presente estudo se justifica por analisar diferentes variáveis fisiológicas - psicométricas de forma integrada para mensuração dos possíveis dos riscos de lesão.

### **4. - Objetivos**

#### **4.1. - Geral/Primário**

Analisar diferentes variáveis fisiológicas/psicométricas de forma integrada e verificar os possíveis dos riscos de lesão.

#### **4.1. - Específicos/Secundários**

1. Analisar o impacto de uma partida de futebol sobre o comportamento da creatina quinase 24 horas e 48 horas pós-jogo;
2. Analisar o impacto de uma partida de futebol sobre o comportamento da condutância cutânea 24 horas e 48 horas pós-jogo;

3. Analisar o impacto de uma partida de futebol sobre o comportamento das variáveis de saúde e qualidade de vida 24 horas e 48 horas pós-jogo;
4. Analisar o impacto de uma partida de futebol sobre a temperatura máxima e média da pele (°C) das coxas e pernas 24 horas e 48 horas pós-jogo;
5. Correlacionar as variáveis do questionário psicométrico com a condutância cutânea dos jogadores;

## **5. Hipóteses**

As características de uma partida de futebol impõem aos atletas uma determinada demanda fisiológica que quando em somação, sem o devido tempo de recuperação, podem resultar em lesões do sistema locomotor (MUELLER-WOHLFAHRT; UEBLACKER; HAENSEL, 2013). Entender sobre as respostas fisiológica/psicométrica como parâmetro de avaliação do estado de recuperação é fundamental. Embora possa não haver relação entre as altas demandas fisiológicas/psicométricas e os riscos de lesões. A hipótese do presente estudo é que a associação dos diversos métodos de avaliação fisiológica pós-jogo possa servir de parâmetro para avaliar o estado de recuperação do atleta e os possíveis riscos de lesão.

## **CAPÍTULO II**

### **6. PARTICIPANTES E MÉTODOS**

#### **6.1 - Delineamento do estudo**

O estudo foi caracterizado como um estudo longitudinal, com as medições realizadas em três momentos (respostas: basal, 24 e 48 horas após uma partida de futebol) com intuito de investigar as respostas fisiológicas/psicométricas a uma partida profissional de futebol e os marcadores relacionados ao maior risco de lesões em atletas.

## 6.2 – Sujeitos e medidas antropométricas

O estudo incluiu 10 jogadores de futebol profissional, saudáveis ( $25,3 \pm 4,6$  anos,  $178,4 \pm 6,3$  cm,  $76,3 \text{ kg} \pm 6,2$  kg, gordura corporal  $10,2 \pm 4,2\%$ ) de um clube da liga de futebol da primeira divisão nacional que participa de competições nacionais e internacionais organizado pela Confederação Brasileira de Futebol (CBF) e Confederação Sul-Americana de Futebol (CSF). A frequência de treinamento foi de  $6,3 \pm 0,7$  dias/semana e os programas de treinamento consistiram em saltos, movimentos específicos com a bola, *sprints*, acelerações e desacelerações. Todos os jogadores de futebol incluídos no estudo participaram de jogos oficiais por  $88,6 \pm 9,1$  minutos.

Os critérios de exclusão incluíram: 1) história de tabagismo nos 3 meses anteriores; 2) presença de qualquer doença cardiovascular ou metabólica; 3) hipertensão sistêmica ( $\geq 140/90$  mmHg ou uso de medicação anti-hipertensiva); 4) uso de esteróides anabolizantes, drogas ou medicação com impacto potencial no desempenho físico (auto-relatado); ou 5) presença recente de lesão musculoesquelética; 6) sintomas de dor em qualquer região do corpo. O estudo foi aprovado pelo Comitê Ético institucional da Universidade Augusto Motta (CAAE: 76189817.0.0000.5235) para experiências humanas e foi realizado de acordo com padrões éticos em pesquisa de esporte e ciência do exercício de acordo com as normas estabelecidas pela CNS Res. 466/16.

A composição corporal foi medida usando uma análise de impedância bioelétrica (InBody 720). O analisador de composição corporal possuía eletrodos de mãos e pés embutidos. Os indivíduos usavam roupas íntimas e adotaram a posição ortostática com os pés descalços na posição vertical. Os pés e as mãos mantiveram-se em contato com os eletrodos durante toda avaliação. Todas as medidas biométricas foram realizadas em uma sala aclimatada ( $21^\circ \text{C}$ ) após 8h de jejum. Não ocorreram problemas clínicos durante o estudo.

## 6.3. Local de realização do estudo

A presente pesquisa foi realizada no Laboratório de Fisiologia do Clube de Regatas do Flamengo, em Vargem Grande, Rio de Janeiro. Todos os participantes do estudo foram convidados a participar do estudo pelos pesquisadores envolvidos na pesquisa e informados sobre o objetivo da pesquisa. Desta forma, estavam cientes sobre os riscos e benefícios mediante ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

#### **6.4. - Cálculo ou justificativa do tamanho amostral**

Não foi utilizado cálculo de tamanho amostral, o critério de seleção foi por conveniência, caracterizando a amostra dos atletas que compõem uma equipe de futebol que estão mais expostos aos esforços decorrentes da partida.

#### **6.5. – Monitoramento da carga de jogo pelo sistema de posição global**

Durante a partida oficial, todos os jogadores de futebol foram monitorados por dispositivos portáteis de sistema de posição global (GPS) (MinimaxX, v.4.0, Catapult Innovations). O dispositivo operava por uma frequência de amostragem de 10 Hz e incorporado a um acelerômetro triaxial de 100 Hz. Cada jogador usava um colete especial que permitia que este dispositivo fosse inserido na parte superior das costas. Os dispositivos GPS foram ativados 10 minutos antes do início de cada partida oficial, de acordo com as instruções do fabricante. Após os registros, os arquivos GPS foram baixados para um computador e analisados com o software fornecido pelo fabricante (Logan Plus, versão 4.2.3, Melbourne, Austrália). Os dados do sujeito foram excluídos da análise se fossem substituídos devido à lesão e/ou substituição durante as partidas.

Os dispositivos GPS utilizados no estudo atual não delinearão direções para frente, para trás ou laterais, sendo todos os movimentos considerados universais. Os indicadores de carga externa foram os seguintes:

- 1) distância total percorrida;

- 2) frequência de esforços  $\geq 18$  km / h);
- 3) frequência de esforços  $\geq 24$  km / h);
- 4) velocidade máxima durante os esforços.

Além disso, as acelerações produzidas em três planos de movimento do corpo por meio de um acelerômetro triaxial de 100 Hz foram utilizadas para classificar a carga de treinamento externo do atleta. A carga do jogador é um indicador da carga externa pelo fato da aceleração ser proporcional à força e poder fornecer uma medida útil da carga total aplicada a um jogador em uma partida. O Player-Load foi calculado pelo *software* Logan Plus através da seguinte equação:

$$(\text{ay1} - \text{ay-1})^2 + (\text{ax1} - \text{ax-1})^2 + (\text{az1} - \text{az-1})^2$$

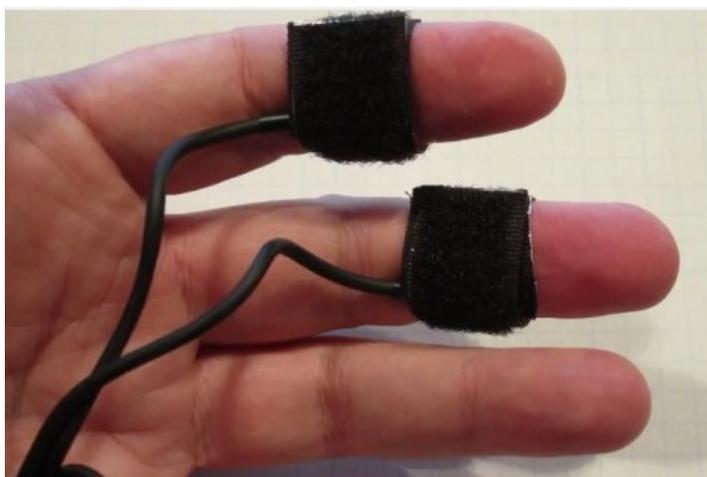
onde ay = aceleração ântero-posterior, ax = aceleração médio-lateral e az = aceleração vertical.

#### **6.6.- Procedimentos Monitoramento CK Plasmática**

O monitoramento de CK de plasma foi avaliado por fotometria de reflectância a 37 ° C usando o *Reflotron Analyzer Plus* (Reflotron Plus, Roche, Alemanha), previamente calibrado. Após a assepsia do dedo, usando um álcool etílico a 70%, utilizou-se um dispositivo de lanceta com um gatilho automático para perfurar o dedo e o sangue foi drenado em tiras para análise específica (tiras capilares heparinizadas). A amostra de sangue (32 µl) foi imediatamente pipetada para uma tira de teste CK sendo inserida no instrumento de análise. Todas as medidas foram realizadas 24h e 48 h após a partida entre as 8:00 e as 9:00 da manhã. Realizadas em um quarto aclimatado com uma temperatura de 21°C e humidade relativa do ar de 65%. Os valores absolutos de CK foram utilizados para análise MALONE, S. *et al.*, 2017).

#### **6.7.- Registro de condutância da pele**

A condutância da pele (SC) foi registrada usando um codificador multi-modalidade ProComp Infiniti da Think Technology (Montreal, Canadá) e um notebook. A SC foi gravado a partir de dois eletrodos Ag-AgCl de 10 mm de diâmetro, anexados com fitas adesivas nas falanges medianas dos dedos indicadores e médios da mão não dominante do participante (Figura 3) (PROUT, B. J., 1967). Uma tensão constante (0,5 V) foi aplicada entre os dois eletrodos e os dados foram amostrados a uma frequência de 256 Hz. O sinal foi exibido em tempo real na tela do computador, como *feedback* visual para o participante e o investigador. Para a filtragem fisiológica o participante utilizou um cinto piezoelétrico em torno da área torácica para mensurar a expansão e contração da cavidade pulmonar em mudanças nas tensões. Essas alterações foram registradas simultaneamente com os dados pelo sistema Pro Comp Infiniti. Todos os registros ocorreram 24h e 48h pós-partida com sujeito em decúbito dorsal à temperatura ambiente normal (21°C) em local calmo com luz fraca com isolamento acústico.



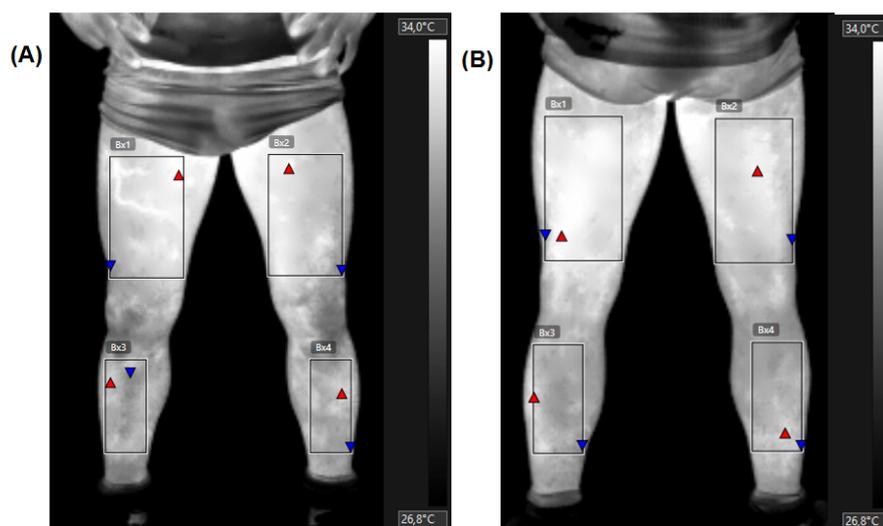
**Figura 3.** – Posicionamento do eletrodo nas falanges para análise da condutância de pele.

### **6.8.- Aquisição de imagens termográficas**

Todas as imagens termográficas foram realizadas 24h e 48h após a partida entre as 8:00 e as 9:00 da manhã. Foram realizadas em um quarto aclimatado com temperatura de 21°C com uma umidade relativa do ar de 65%. O período de aclimação para avaliar a temperatura da pele foi ajustado em 15 minutos. As sequências de imagens térmicas dos membros inferiores (coxas e pernas) foram adquiridas de forma anteroposterior (por exemplo, vistas frontal e

dorsal) por uma Câmera termográfica digital infravermelha (Flir Systems Inc®, modelo T-420, EUA) com uma faixa de medição de 20° C a 650° C (precisão de  $\pm 2^\circ$  C ou 2%, sensibilidade de  $\leq 0,05^\circ$  C), uma banda espectral infravermelha de 7,5 a 14 microns, uma taxa de atualização de 60Hz e uma FPA (Focal Plane Array) de 320 x 240 pixels. A distância entre o sujeito e a câmera foi padronizada a 4 m e o índice de emissividade da pele humana foi ajustado para 0,95.

A análise das regiões do corpo de interesse (RI) foi selecionada por um desenho de áreas retangulares pelo software (Smartview 3.1 - Fluke®, Everett, EUA), que nos forneceu as temperaturas médias e máximas de cada RI analisado (Bouzas et al. , 2014; Toumi et al., 2016; Snyder et al., 2000). A seleção do RI padronizou 5 cm acima da borda superior da patela e da linha da virilha para coxas e para pernas as medidas ocorreram 5 cm abaixo do limite inferior da patela e 10 cm acima do maléolo (Bouzas et al., 2014). A Figura 4 mostra imagens térmicas anteriores e posteriores representativas das coxas e pernas. O consumo de café, chá e álcool foi proibido por 4 horas e os indivíduos evitaram exercícios extenuantes durante 48 horas antes do teste. Os sujeitos foram recomendados a não utilizar produtos cosméticos e não realizar procedimento fisioterapêuticos antes das medidas (por exemplo, massagem, eletroterapia, tratamento térmico, crioterapia, hidroterapia) afim de obter imagens térmicas mais significativas da temperatura da pele. Todos os sujeitos relataram a ausência de qualquer tipo de lesão esportiva de acordo com esses critérios.



**Figura 4.** Imagens térmicas anteriores (A) e vistas posteriores (B) das coxas e pernas.

#### 6.9.- Questionário psicométrico

Um questionário psicométrico foi utilizado 24h e 48h após a partida entre as 8:00 e as 9:00 da manhã, para avaliar indicadores gerais do bem-estar do jogador (BUCHHEIT et al., 2013; THORPE et al., 2015). O questionário compreendeu 5 questões relacionadas à fadiga percebida, qualidade do sono, dor muscular geral, níveis de estresse e humor. Todas as perguntas foram classificadas em um *score* de cinco pontos (pontuação de 1-5, com 1 e 5 representando bem-estar muito pobre e muito bom em que a pontuação 3 representava estado de normalidade) conforme descrito na tabela 5 (BUCHHEIT et al., 2013). O bem-estar geral foi então determinado pela soma das cinco pontuações.

**Tabela 5.** Modelo de questionário psicométrico de qualidade de vida com suas respectivas classificações a cada nota.

	5	4	3	2	1
<b>FADIGA</b>	MUITO DESCANSADO	DESCANSADO	NORMAL	MAIS CANSADO DO QUE O NORMAL	EXTREMAMEN TE CANSADO
<b>QUALIDADE DO SONO</b>	SONO EXCELENTE	BOM	DEMORA PARA DORMIR	SONO INQUIETO	INSÔNIA
<b>DOR MUSCULAR</b>	MUITO BEM	BEM	NORMAL	UM POUCO DE DOR	MUITA DOR
<b>NÍVEL DE ESTRESSE</b>	MUITO RELAXADO	RELAXADO	NORMAL	ESTRESSADO	MUITO ESTRESSADO
<b>HUMOR</b>	EXCELENTE HUMOR	BEM HUMORADO	INDIFERENTE	UM POUCO IRRITADO	IRRITADO

## 7. – Análise estatística

Todos os dados foram apresentados como média  $\pm$  DP. A análise estatística foi realizada inicialmente utilizando o teste de normalidade de *Shapiro-Wilk* e o teste de homocedasticidade (critério de Bartlett). Comparações intra-grupos para variáveis fisiológicas e questionário psicométrico foram realizadas com medidas repetidas através da ANOVA seguidas de testes post hoc de *Tukey*. A correlação entre variáveis foi avaliada utilizando coeficientes de correlação de Pearson e correspondentes intervalos de confiança de 95%. O

nível de significância foi definido em  $p < 0,05$  para todas as comparações estatísticas e o *software* utilizado foi GraphPad® (Prism 6.0, San Diego, CA, EUA).

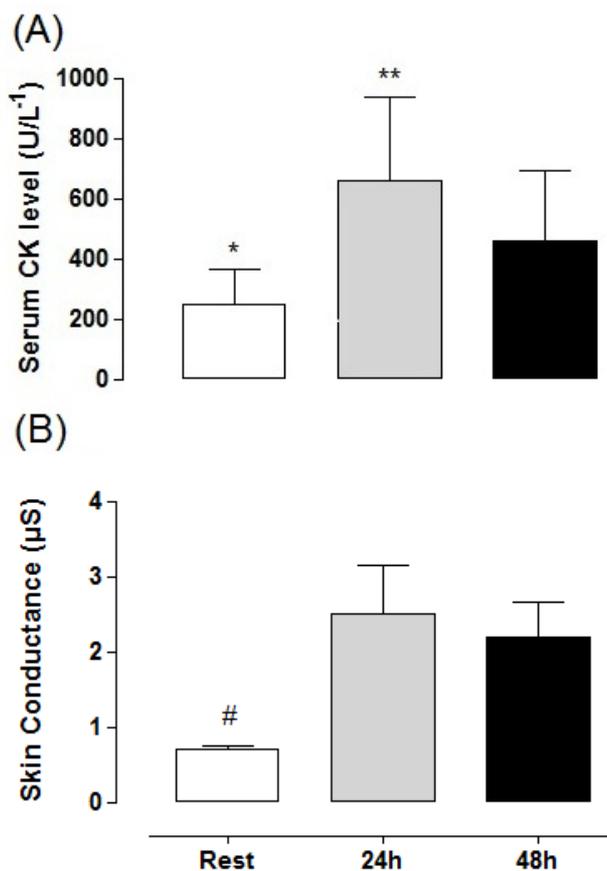
### CAPÍTULO III

#### 8. – RESULTADOS

A Tabela 6 descreve os indicadores de carga externa durante a partida. O nível de CK mostrou diferenças significativas ( $p < 0,0004$ ) entre basal, 24h e 48h após a partida (Figura 5A). Por outro lado, o registro SC mostrou uma diferença significativa ( $p < 0,0001$ ) apenas entre o basal vs. 24h pós-partida (Figura 5B).

**Tabela 6.** Indicadores de carga externa durante a partida.

<b>Variáveis</b>	<b>Média ± DP</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
<b>Distância total percorrida (m)</b>	8740 ±1516	10489	5605
<b>Velocidade Horizontal (m/min)</b>	103,1 ±13	119	80
<b>Frequência de esforços ≥18 km/h</b>	48,7 ± 19	77	17
<b>Frequência de esforços ≥24 km/h</b>	7,3 ± 5	14	0
<b>Velocidade máxima (km/h)</b>	28,75 ± 2	31,1	25,5
<b>Player Load (U.A.)</b>	878,3 ±167	1132	536
<b>Player Load por minuto (U.A.)</b>	10,5 ± 1	11	10
<b>Total em minutos</b>	88,6 ± 9	95	70



**Figura 5.** Média  $\pm$  valores de SD do nível sérico de CK e condutância da pele em repouso, 24h e 48h pós-jogo de jogadores profissionais de futebol.

\*  $p < 0,0004$  - Basal vs. 24h e 48h pós-partida;

\*\*  $p < 0,0004$  - 24h vs. 48h pós-partida;

# $p < 0,0001$  - Basal vs. 24h pós-partida.

Nenhuma diferença significativa ( $p > 0,05$ ) foi encontrada entre os lados esquerdo e direito das medidas anterior e posterior das coxas e pernas para valores máximos (tabela 7) e média (tabela 8) da temperatura da pele. No entanto, ambos os valores (valores máximos e médios) da temperatura da pele mostraram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em repouso quando comparado às 24h e 48h após a partida.

**Tabela 7.** Valores máximos de temperatura cutânea (°C) das pernas e coxas de jogadores profissionais de futebol.

<b>Regiões de interesse</b>	<b>Repouso</b>	<b>24 horas pós-partida</b>	<b>48 horas pós-partida</b>	<b>Δ 24h Pós-partida</b>	<b>Δ 48h Pós-partida</b>
<b>Coxa anterior direita</b>	33,25 ± 0,62*	34,60 ± 0,63	34,44 ± 0,52	1,4 ± 0,96	1.2 ± 0,58
<b>Coxa posterior direita</b>	33,04 ± 0,49*	34,00 ± 0,54	34,27 ± 0,70	1,15 ± 0,89	1.25 ± 0,71
<b>Perna anterior direita</b>	32,38 ± 0,73*	33,80 ± 0,44	33,87 ± 0,62	1,3 ± 0,69	1.2 ± 0,67
<b>Perna posterior direita</b>	32,43 ± 0,45*	33,74 ± 0,86	33,41 ± 0,67	1,15 ± 0,91	1.15 ± 0,75
<b>Coxa anterior esquerda</b>	33,18 ± 0,72*	34,73 ± 0,62	34,60 ± 0,56	1,45 ± 1,09	1.3 ± 0,57
<b>Coxa posterior esquerda</b>	33,13 ± 0,52*	34,09 ± 0,53	34,34 ± 0,54	1,15 ± 0,87	1.1 ± 0,65
<b>Perna anterior esquerda</b>	32,37 ± 0,68*	33,59 ± 0,86	33,92 ± 0,69	1,3 ± 1,3	1.65 ± 0,65
<b>Perna posterior esquerda</b>	32,45 ± 0,60*	33,26 ± 0,89	33,49 ± 0,86	0,75 ± 0,83	1 ± 0,74

\*p<0,05 - Repouso vs. 24h e 48h pós-partida. Os valores de Δ foram calculados em relação ao repouso.

**Tabela 8.** Valores médios da temperatura cutânea (°C) das coxas e pernas em jogadores profissionais de futebol.

<b>Regiões de Interesse</b>	<b>Repouso</b>	<b>24 horas pós-partida</b>	<b>48 horas Pós-partida</b>	<b>Δ 24h Pós-partida</b>	<b>Δ 48h Pós-partida</b>
<b>Coxa anterior direita</b>	32,12 ± 0,81*	33,32 ± 0,49	33,28 ± 0,55	1,06 ± 0,9	1 ± 0,47
<b>Coxa posterior direita</b>	32,16 ± 0,47*	33,03 ± 0,63	33,36 ± 0,63	1,03 ± 0,6	1 ± 0,77
<b>Perna anterior direita</b>	31,28 ± 0,94*	32,78 ± 0,42	32,77 ± 0,90	1,4 ± 1,10	1,5 ± 0,81
<b>Perna posterior direita</b>	31,23 ± 0,31*	32,88 ± 0,59	32,53 ± 0,66	1,5 ± 0,78	1,35 ± 0,67
<b>Coxa anterior esquerda</b>	31,98 ± 0,75*	33,26 ± 0,56	33,26 ± 0,43	1,13 ± 1	1,15 ± 0,46
<b>Coxa posterior esquerda</b>	32,16 ± 0,46*	33,16 ± 0,62	33,40 ± 0,68	1,25 ± 0,90	1,25 ± 0,78
<b>Perna anterior esquerda</b>	31,11 ± 0,78*	32,78 ± 0,42	32,81 ± 0,66	1,6 ± 0,94	1,6 ± 0,66
<b>Perna posterior esquerda</b>	31,34 ± 0,43*	32,39 ± 0,73	32,46 ± 0,70	1,25 ± 1,13	1,15 ± 1,02

\*p<0,05 - Repouso vs. 24h e 48h pós-partida. Os valores de Δ foram calculados em relação ao repouso.

Os escores para as variáveis como fadiga, sono e dor foram significativamente menores em 24h e 48h após a partida quando comparados ao repouso (Tabela 8). Os scores para a variável sono mostrou diferença significativa entre repouso e 24h perdurando até 48h após a

partida ( $p < 0,05$ ). Além disso, SC apresentou correlação significativa com a fadiga ( $r = 0,73$ ;  $p < 0,01$ ) e o sono ( $r = 0,65$ ;  $p < 0,04$ ).

**Tabela 9.** Valores de Média  $\pm$  DP do questionário psicométrico em repouso, 24h e 48 horas pós-partida.

Questionário psicométrico	Repouso	24 horas Pós-partida	48 horas Pós-partida
<b>Fadiga (U.A.)</b>	4,4 $\pm$ 0,1*	2,9 $\pm$ 0,31	3,4 $\pm$ 0,51
<b>Sono (U.A.)</b>	4,5 $\pm$ 0,52*	2,4 $\pm$ 0,51**	3,5 $\pm$ 0,97
<b>Dor (U.A.)</b>	4,4 $\pm$ 0,51*	2,9 $\pm$ 0,56	3,5 $\pm$ 0,7
<b>Estresse (U.A.)</b>	4,4 $\pm$ 0,51	3,6 $\pm$ 0,96	3,9 $\pm$ 0,99
<b>Humor (U.A.)</b>	4,9 $\pm$ 0,31	4,1 $\pm$ 1,1	4,3 $\pm$ 0,05

\*p<0,05 - Repouso vs. 24h e 48h pós-partida

\*\*p<0,05 - 24h vs. 48h pós-partida

## 9. DISCUSSÃO

Poucos estudos avaliaram a resposta fisiológica após a partida dos jogadores de futebol de elite, o que significa uma estratégia essencial para a recuperação pós-esforço. Os resultados obtidos no presente estudo relataram diferença significativa entre o repouso e até 48 horas após a partida, o que mostrou que os atletas não apresentaram recuperação plena. A literatura científica observa que o tempo de recuperação entre as 48h e às 72h após a partida pode ser insuficiente para restaurar a homeostase normal de atletas de futebol (NÉDÉLEC et al., 2012). No presente estudo, não encontramos uma alta correlação entre as variáveis fisiológicas, possivelmente porque essa variável apresentar características individuais para cada atleta. No entanto, o uso da termografia por infravermelho e o nível de plasmático de CK podem, em conjunto, determinar a magnitude do dano muscular. Além disso, a SC também parece ser bastante importante para a avaliação autonômica, mostrando uma correlação significativa com a fadiga e o sono descritos no questionário psicométrico.

A intensidade do exercício contribui com danos à estrutura das células do músculo esquelético ao nível do sarcolema, incluindo danos à membrana, desorganização do miofilamento e perda da integridade do disco Z, o que resulta em um aumento da CK total (BRANCACCIO; MAFFULLI; LIMONGELLI, 2007; MAGAL et al., 2010). Nossos resultados mostraram aumento significativo do nível de CK no soro 24h pós-esforço, possivelmente por um maior recrutamento de fibras de contração rápida no exercício de alta intensidade durante a partida (MAGAL et al., 2010; PAL et al., 2017). Alguns estudos sugeriram que alguns movimentos específicos em esportes de campo (acelerações, desacelerações e contrações excêntricas) e velocidades > 25 km/h parecem ter uma forte correlação com os níveis de CK (YOUNG; HEPNER; ROBBINS, 2012; CIPRYAN; TSCHAKERT; HOFMANN, 2017). Um estudo recente mostrou um aumento significativo no nível sérico de CK após mais de 4 repetições superiores a 20 km/h em atletas de velocidade, quando comparados aos atletas de resistência (CIPRYAN; TSCHAKERT; HOFMANN, 2017). No presente estudo, apesar da baixa correlação entre o nível CK e os esforços > 24 km / h ( $r = 0,14$ ), foram realizadas  $7,3 \pm 5$  repetições > 24 km / h. Além disso, aumentar as repetições e a intensidade dos esforços repercutiu em maiores danos as células musculares acarretando no aumento plasmático de CK fato que pode apresentar relação ao tempo decorrido da inflamação (BAIRD et al., 2012). Esse dano muscular induzido pela alta intensidade de esforço altera a permeabilidade das células musculares e leva a vazamento de proteína celular, aumentando a atividade sérica de muitas enzimas (BAIRD et al., 2012; PAULSEN et al, 2005). Assim, a resposta do nível de CK no soro observada, após o dano muscular induzido pelo exercício, pode ser causada por leucócitos infiltrados, desestabilizando a membrana celular durante o processo de reparo (BAIRD et al., 2012; PAULSEN et al, 2005).

Considerando que os níveis de CK aumentam após o treinamento ou partidas de futebol, aplicar dois ou mais métodos de avaliação fisiológica tornam-se imprescindível para avaliar o estado de recuperação dos atletas. Assim, o uso da termografia infravermelha e do nível de plasma CK podem, em conjunto, determinar o dano muscular, pois apenas os marcadores bioquímicos não mostram a localização anatômica da lesão muscular. Um estudo recente publicado por nosso grupo de pesquisa mostrou que a simetria térmica do corpo humano é similar entre os lados do corpo em repouso sendo de forma e tamanho idênticos (MAIOR et al., 2017). Por outro lado, não foram observados estudos que avaliaram perfil de termografia infravermelha em jogadores de futebol de elite 24h e 48h pós-jogo. Alguns estudos mostram que diferenças >  $0,7^{\circ} C$  entre os membros contralaterais ou as áreas do corpo foram

associadas a anormalidades estruturais ou fisiológicas em atletas (MAIOR et al., 2017; HILDEBRANDT; RASCHNER; AMMER, 2010.; CHUDECKA; LUBKOWSKA, 2012). Além disso, um aumento de temperatura entre 0,25° C a 0,9° C em uma lesão profunda no músculo está associado à inflamação, mas uma diminuição da temperatura entre -0,2° C a -0,5° C é considerada isquemia local (BHARGAVA; CHANMUGAM; HERMAN, 2014). Nossos resultados mostraram valores máximos e médios > 0.7°C 24h e 48h pós-esforço nos membros inferiores em sua porção anterior e posterior, em que um aumento na imagem térmica (> 0.7°C) pode contribuir para diminuir a força muscular do quadríceps em 7.9% (HADŽIĆ et al., 2015). Propomos que um RI abaixo de 27° C possa estar relacionado a uma condição de hipotermia causada pelo fluxo sanguíneo local reduzido, enquanto um RI acima de 35° C pode sugerir um processo inflamatório. Esta resposta térmica pode estar relacionada com várias mudanças fisiológicas (por exemplo, aumento do metabolismo muscular, reserva de energia anaeróbica, densidade de capilares e taxa de condução nervosa) mostrando uma relação entre a mudança de temperatura da pele muscular e a fadiga muscular (MAIOR et al., 2017; HADŽIĆ et al., 2015; ABATE et al., 2013).

O estresse perturba o funcionamento fisiológico ou psicológico normal de um indivíduo. Há uma relação entre estresse e atividade simpática, embora a mudança elétrica sozinha não identifique qual emoção específica está sendo provocada (JOSHI; KIRAN; SAH, 2017). No entanto, SC pode identificar alterações simpáticas autônomas através do suor e fluxo sanguíneo (PUSENJAK et al, 2015). Mas é importante comentar que nenhum estudo até agora usou SC como método para avaliar a recuperação de jogadores de futebol de elite. No presente estudo observou-se alta correlação entre SC, fadiga e sono. Nós acreditamos que, no pós-partida de 24h (pontuação <3 no questionário psicométrico para a fadiga e o sono), os jogadores de futebol de elite ainda mostraram efeito do estresse gerado na partida. Conseqüentemente, o aumento do risco de lesões aumenta o estado de vigília, assim, o sistema nervoso autônomo é ativado e reflete-se na atividade de condutância da pele (JOSHI; KIRAN; SAH, 2017; WIDYANTI et al., 2017). Assim, sob uma condição estressante pré-sono, o aumento da atividade eletrodérmica durante o sono pode ser um subproduto de um mecanismo inibidor do sono, que se associa ao aumento do estado de vigília, conseqüentemente, maior atividade simpática e aumento do estado de fadiga (WIDYANTI et al., 2017).

Uma limitação desta investigação poderia ser faixa etária, posição específica dos jogadores de futebol e condição climática durante a partida, pois estes parâmetros poderiam

influenciar o nível sérico de CK, a temperatura da pele e a resposta autonômica. No entanto, nossa amostra mostrou-se bastante homogênea, embora o tamanho da amostra representasse o número de atletas presentes em uma partida, acredita-se que não tenha sido suficientemente elevado para fornecer condições fisiológicas separadas a uma posição específica de jogadores de futebol. Pesquisas futuras devem elucidar a influência da carga de treinamento externo nos marcadores bioquímicos durante treinamento e/ou esforços em jogadores de futebol de elite em uma perspectiva de análise integrada das variáveis fisiológicas, nervosa e psicométrica.

## **10. CONCLUSÃO**

Portanto, observou-se que a avaliação integrada das variáveis fisiológicas, autonômica e psicométricas dos atletas, podem servir como uma metodologia útil para mensuração do estado de recuperação após o esforço físico da partida, os possíveis riscos de lesões, como estratégia profilática e avaliação do desempenho físico. A análise separada de uma ou mais variável descrita no presente estudo se mostra sustentada na literatura científica. O presente estudo busca avaliar de maneira integrada os diferentes sistemas em função da resposta ao atleta ao esforço e seus mecanismos de recuperação.

## REFERÊNCIAS

- ABATE, M. *et al.* Comparison of cutaneous thermic response to a standardised warm up in trained and untrained individuals. *Age (years)*, v. 26, n. 53, p. 18-37, 2013.
- ALEXIOU, H.; COUTTS, A. J. A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 3, n. 3, p. 320-330, 2008.
- AMMER, K. The Glamorgan Protocol for recording and evaluation of thermal images of the human body. *Thermology International*, v. 18, n. 4, p. 125-144, 2008.
- ANDERSEN, H. *et al.* Decreased muscle strength in patients with alcoholic liver cirrhosis in relation to nutritional status, alcohol abstinence, liver function, and neuropathy. *Hepatology*, v. 27, n. 5, p. 1200-1206, 1998.
- ARFAOUI, A. *et al.* Infrared thermography in sports activity. *InTech*, p. 141-168, 2012.
- ASCENSÃO, A. *et al.* Biochemical impact of a soccer match—analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. *Clinical biochemistry*, v. 41, n. 10, p. 841-851, 2008.
- AUGHEY, R. J. Applications of GPS technologies to field sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 6, n. 3, p. 295-310, 2011.
- BAIRD, M. F. *et al.* Creatine-kinase-and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *Journal of Nutrition and Metabolism*, v. 2012, 2012.
- BANGSBO, J. Energy demands in competitive soccer. *Journal of Sports Sciences*, v. 12, p. 5-12, 1993.
- BANGSBO, J.; MOHR, M.; KRUSTRUP, P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, v. 24, n. 07, p. 665-674, 2006.
- BANISTER, E. W. Modeling elite athletic performance. In *Physiological testing of elite athletes*, Champaign, IL: Human Kinetics, p. 403-424, 1991.
- BANISTER, E. W.; CALVERT, T. W. Planning for future performance: implications for long term training. *Canadian journal of applied sport sciences*, v. 5, n. 3, p. 170-176, 1980.
- BHARGAVA, A.; CHANMUGAM, A.; HERMAN, C. Heat transfer model for deep tissue injury: a step towards an early thermographic diagnostic capability. *Diagnostic Pathology*, v. 9, n. 1, p. 36, 2014.
- BISHOP, P. A.; JONES, E.; WOODS, A. K. Recovery from training: a brief review. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 22, n. 3, p. 1015-1024, 2008.

BORG, G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, v. 2, n. 2, p. 92, 1970.

BORG, G.; HASSMÉN, P.; LAGERSTRÖM, M. Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, v. 56, n. 6, p. 679-685, 1987.

BORRESEN, J.; LAMBERT, M. I. Quantifying training load: a comparison of subjective and objective methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 3, n. 1, p. 16-30, 2008.

BORRESEN, J.; LAMBERT, M. I. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, v. 39, n. 9, p. 779-795, 2010.

BRANCACCIO, P.; MAFFULLI, N.; LIMONGELLI, F. M. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*, v. 81, n. 1, p. 209-230, 2007.

BRINK, M. S. *et al.* Monitoring stress and recovery: new insights for the prevention of injuries and illnesses in elite youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, v. 44, p. 809-815, 2010.

BUCHHEIT, M. *et al.* Monitoring fitness, fatigue and running performance during a pre-season training camp in elite football players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 16, n. 6, p. 550-555, 2013.

CARLING, C.; LE GALL, F.; DUPONT, G. Are physical performance and injury risk in a professional soccer team in match-play affected over a prolonged period of fixture congestion? *International Journal of Sports Medicine*, v. 33, n. 01, p. 36-42, 2012.

CARTER, J. B.; BANISTER, E. W.; BLABER, A. P. Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. *Sports Medicine*, v. 33, n. 1, p. 33-46, 2003.

CASAMICHANA, D. *et al.* Relationship between indicators of training load in soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 27, n. 2, p. 369-374, 2013.

CHUDECKA, M.; LUBKOWSKA, A. The use of thermal imaging to evaluate body temperature changes of athletes during training and a study on the impact of physiological and morphological factors on skin temperature. *Human Movement*, v. 13, n. 1, p. 33-39, 2012.

CIPRYAN, L.; TSCHAKERT, G.; HOFMANN, P. Acute and Post-Exercise Physiological Responses to High-Intensity Interval Training in Endurance and Sprint Athletes. *Journal of Sports Science and Medicine*, v. 16, p. 219-229, 2017.

CROSS, M. J. *et al.* The influence of in-season training loads on injury risk in professional rugby union. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 11, n. 3, p. 350-355, 2016.

CUMMINS, C. *et al.* Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review. *Sports Medicine*, v. 43, n. 10, p. 1025-1042, 2013.

DATA, W. R. The Role of Motion Analysis in Elite Soccer. *Sports Medicine*, v. 38, n. 10, p. 839-862, 2008.

DAUTY, M.; COLLON, S. Incidence of injuries in French professional soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, v. 32, n. 12, p. 965-969, 2011.

DEL ESTAL, A. *et al.* Thermal asymmetries in striking combat sports athletes measured by infrared thermography. *Science & Sports*, v. 32, n. 2, p. e61-e67, 2017.

DELATTRE, E. *et al.* Objective and subjective analysis of the training content in young cyclists. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 31, n. 2, p. 118-125, 2006.

DUPONT, G. *et al.* Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *American Journal of Sports Medicine*, v. 38, n. 9, p. 1752-1758, 2010.

EDWARDS, S. High performance training and racing. In: *The Heart Rate Monitor Book*, S. Edwards (Ed.). Sacramento, CA: Fleet Feet Press, p.113-123, 1993

EDWARDS, S. The heart rate monitor book. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 26, n. 5, p. 647, 1994.

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.

ELSNER, V. R.; PAVAN, F. J.; WISNIEWSKI, M. S. W. Lesões desportivas no futsal: principais agravos e sua importância para os profissionais da área da saúde. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 13, p. 148-53, 2007.

ESPOSITO, F. *et al.* Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, v. 93, n. 1-2, p. 167-172, 2004.

ESTON, R. Use of ratings of perceived exertion in sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 7, n. 2, p. 175-182, 2012.

FALESE, L.; DELLA VALLE, P.; FEDERICO, B. Epidemiology of football (soccer) injuries in the 2012/2013 and 2013/2014 seasons of the Italian Serie A. *Research in Sports Medicine*, v. 24, n. 4, p. 426-432, 2016.

FERNÁNDEZ-CUEVAS, I. *et al.* Validity, Reliability, and Reproducibility of Skin Temperature in Healthy Subjects Using Infrared Thermography. In: Humbert P., Fanian F., Maibach H., Agache P. (eds) *Agache's Measuring the Skin*. Springer, Cham, p. 1311-1318, 2015.

FINK, R. *et al.* The effect of cellular energy reserves and internal calcium ions on the potassium conductance in skeletal muscle of the frog. *Journal of Physiology*, v. 336, n. 1, p. 211-228, 1983.

FINK, R.; LÜTTGAU, H. C. An evaluation of the membrane constants and the potassium conductance in metabolically exhausted muscle fibres. *Journal of Physiology*, v. 263, n. 2, p. 215-238, 1976.

FOSTER, C. *et al.* A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 15, n. 1, p. 109-115, 2001.

FOSTER, C. *et al.* Athletic performance in relation to training load. *Wisconsin Medical Journal*, v. 95, n. 6, p. 370-374, 1996.

FOSTER, C. *et al.* Effects of specific versus cross-training on running performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, v. 70, n. 4, p. 367-372, 1995.

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 30, p. 1164-1168, 1998.

FRY, R. W. *et al.* Psychological and immunological correlates of acute overtraining. *British Journal of Sports Medicine*, v. 28, n. 4, p. 241-246, 1994.

FRY, R. W.; MORTON, A. R.; KEAST, D. Periodization and the prevention of overtraining. *Canadian Journal of Sport Sciences*, v. 17, n. 3, p. 241-248, 1992.

GABBETT, T. J. Reductions in pre-season training loads reduce training injury rates in rugby league players. *British Journal of Sports Medicine*, v. 38, n. 6, p. 743-749, 2004.

GABBETT, T. J.; JENKINS, D. G. Relationship between training load and injury in professional rugby league players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 14, n. 3, p.204-209, 2011.

GARAGIOLA, U.; GIANI, E. Use of telethermography in the management of sports injuries. *Sports Medicine*, v. 10, n. 4, p. 267-272, 1990.

GASTIN, P. B.; MEYER, D.; ROBINSON, D. Perceptions of wellness to monitor adaptive responses to training and competition in elite Australian football. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 27, n. 9, p. 2518-2526, 2013.

GILMAN, M. B. The use of heart rate to monitor the intensity of endurance training. *Sports Medicine*, v. 21, n. 2, p. 73, 1996.

HADŽIĆ, V. *et al.* Can infrared thermography be used to monitor fatigue during exercise? A case study. *Journal of Sport and Health Science*, 2015.

HAVAS, E.; KOMULAINEN, J.; VIHKO, V. Exercise-induced increase in serum creatine kinase is modified by subsequent bed rest. *International Journal of Sports Medicine*, v. 18, n. 08, p. 578-582, 1997.

HERNANDEZ, A. J.; CAMANHO, G. L. Distensões e rupturas musculares. *Patologia do joelho*. São Paulo: Sarvier, p. 132-8, 1996.

HERRING, S. A.; NILSON, K. L. Introduction to overuse injuries. *Clinics in Sports Medicine*, v. 6, n. 2, p. 225-239, 1987.

HILDEBRANDT, C. *et al.* The application of medical infrared thermography in sports medicine. *Ultrasound*, v. 10, n. 2, 2012.

HILDEBRANDT, C.; RASCHNER, C.; AMMER, K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors*, v. 10, n. 5, p. 4700-4715, 2010.

HILL-HAAS, S. V. *et al.* Physiology of small-sided games training in football. *Sports Medicine*, v. 41, n. 3, p. 199-220, 2011.

HOOPER, S. L. *et al.* Markers for monitoring overtraining and recovery. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 27, n. 1, p. 106-112, 1995.

HORTOBAGYI, T.; DENAHAN, T. Variability in creatine kinase: methodological, exercise, and clinically related factors. *International Journal of Sports Medicine*, v. 10, n. 02, p. 69-80, 1989.

IMPELLIZZERI, F. M. *et al.* Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 36, n. 6, p. 1042-1047, 2004.

IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; MARCORA, S. M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Sciences*, v. 23, n. 6, p. 583-592, 2005.

JÄRVINEN, M. J.; LEHTO, M. U. K. The effects of early mobilisation and immobilisation on the healing process following muscle injuries. *Sports Medicine*, v. 15, n. 2, p. 78-89, 1993.

JOSHI, A.; KIRAN, R.; SAH, A.N. Stress monitoring through non-invasive instrumental analysis of skin conductivity. *Work*, v. 57, n. 2, p. 233-243, 2017.

KENTTÄ, G.; HASSMÉN, P. Overtraining and recovery. *Sports Medicine*, v. 26, n. 1, p. 1-16, 1998.

LAGO-PEÑAS, C. *et al.* Analysis of work-rate in soccer according to playing positions. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, v. 9, n. 2, p. 218-227, 2009.

LAMBERT, M. I.; MBAMBO, Z. H.; GIBSON, A. S. C. Heart rate during training and competition for longdistance running. *Journal of Sports Sciences*, v. 16, n.1, p. 85-90, 1998.

LAMBERT, M. I.; BORRESEN, J. Measuring training load in sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 5, n. 3, p. 406-411, 2009.

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.

LEVENTER, L. et al. Injury patterns among elite football players: a media-based analysis over 6 seasons with emphasis on playing position. *International Journal of Sports Medicine*, v. 37, n. 11, p. 898-908, 2016.

LITTLE, T.; WILLIAMS, A. G. Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 21, n. 2, p. 367-371, 2007.

LOVERING, R. M.; DE DEYNE, P. G. Contractile function, sarcolemma integrity, and the loss of dystrophin after skeletal muscle eccentric contraction-induced injury. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, v. 286, n. 2, p. C230-C238, 2004.

MACKINNON, L. T. Overtraining effects on immunity and performance in athletes. *Immunology and Cell Biology*, v. 78, n. 5, p. 502-509, 2000.

MAGAL, M. et al. Relationship between serum creatine kinase activity following exercise-induced muscle damage and muscle fibre composition. *Journal of Sports Sciences*, v. 28, n. 3, p. 257-266, 2010.

MAIOR, A. S. et al. Profile of infrared thermography in elite soccer players. *Motriz: Revista de Educação Física*, v. 23, n. 2, p. 1-6, 2017.

MARINS, J. C. B. et al. Thermographic profile of soccer players' lower limbs. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, v. 7, n. 1, p. 1-6, 2014.

MORISHITA, S. et al. Rating of perceived exertion for quantification of the intensity of resistance exercise. *International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, v. 1, n. 172, p. 2, 2013.

MOUGIOS, V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *British Journal of Sports Medicine*, v. 41, n. 10, p. 674-678, 2007.

MUELLER-WOHLFAHRT, H-W.; UEBLACKER, P.; HAENSEL, L. *Muscle injuries in sports*. Stuttgart: Thieme, 2013.

NÉDÉLEC, M. et al. Recovery in soccer. *Sports Medicine*, v. 42, n. 12, p. 997-1015, 2012.

NOSAKA, K.; NEWTON, M. Concentric or eccentric training effect on eccentric exercise-induced muscle damage. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 34, n. 1, p. 63-69, 2002.

PANGRAZIO, O.; FORRIOL, F. Epidemiology of soccer players traumatic injuries during the 2015 America Cup. I, v. 6, n. 1, p. 124, 2016

PAULSEN, G. et al. Delayed leukocytosis and cytokine response to high-force eccentric exercise. I, v. 37, n. 11, p. 1877-1883, 2005.

PEDRINELLI, A. *et al.* Lesão muscular—ciências básicas, fisiopatologia, diagnóstico e tratamento. *Programa de atualização em traumatologia e ortopedia (PROATO)*. Porto Alegre: Artmed, p. 10, 2006.

PROUT, B. J. Independence of the galvanic skin reflex from the vasoconstrictor reflex in man. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, v. 30, n. 4, p. 319-324, 1967.

PURVIS, D.; GONSALVES, S.; DEUSTER, P. A. Physiological and psychological fatigue in extreme conditions: overtraining and elite athletes. *Pm&r*, v. 2, n. 5, p. 442-450, 2010.

PUSENJAK, N. *et al.* Can biofeedback training of psychophysiological responses enhance athletes' sport performance? A practitioner's perspective. *The Physician and Sportsmedicine*, v. 43, n. 3, p. 287-299, 2015.

PUTLUR, P. *et al.* Alteration of immune function in women collegiate soccer players and college students. *Journal of Sports Science & Medicine*, v. 3, n. 4, p. 234-43, 2004.

PYNE, D. B.; MARTIN, D. T. Fatigue-Insights from individual and team sports. *Regulation of fatigue in exercise*. New York: Nova Science, p. 177-85, 2011.

PYNE, D. B. Exercise-induced muscle damage and inflammation: a review. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 26, p. 49-49, 1994.

RAMPININI, E. *et al.* Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 12, n. 1, p. 227-233, 2009.

RAYMUNDO, J. L. P. *et al.* Perfil das lesões e evolução da capacidade física em atletas profissionais de futebol durante uma temporada. *Revista Brasileira de Ortopedia*, v. 40, n. 6, p. 341-8, 2005.

REIS, V. M.; VAN DEN TILLAAR, R.; MARQUES, M. C. Higher precision of heart rate compared with VO<sub>2</sub> to predict exercise intensity in endurance-trained runners. *Journal of Sports Science & Medicine*, v. 10, n. 1, p. 164, 2011.

RING, E. F. J. *et al.* Quality assurance for thermal imaging systems in medicine. *Thermology International*, v. 17, n. 3, p. 103-106, 2007.

ROMAGNOLI, M. *et al.* Changes in muscle damage, inflammation, and fatigue-related parameters in young elite soccer players after a match. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 56, n. 10, p. 1198-1205, 2016.

RUSSELL, M. *et al.* Relationships between match activities and peak power output and Creatine Kinase responses to professional reserve team soccer match-play. *Human Movement Science*, v. 45, p. 96-101, 2016.

RYYNÄNEN, J. *et al.* The effect of changes in the score on injury incidence during three FIFA World Cups. *British Journal of Sports Medicine*, v. 47, p. 935-936, 2013.

SCOTT, A. *et al.* The relationship between physical match performance and 48-h post-game creatine kinase concentrations in English Premier League soccer players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, v. 11, n. 6, p. 846-852, 2016.

SCOTT, B. R. *et al.* A comparison of methods to quantify the in-season training load of professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 8, n. 2, p. 195-202, 2013.

STRØMME, J. H. *et al.* Reference intervals for eight enzymes in blood of adult females and males measured in accordance with the International Federation of Clinical Chemistry reference system at 37 C: part of the Nordic Reference Interval Project. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, v. 64, n. 4, p. 371-384, 2004.

STUBBE, J. H. *et al.* Injuries in professional male soccer players in the Netherlands: a prospective cohort study. *Journal of Athletic Training*, v. 50, n. 2, p. 211-216, 2015

SUZUKI, S. *et al.* Program design based on a mathematical model using rating of perceived exertion for an elite Japanese sprinter: a case study. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 20, n. 1, p. 36-42, 2006.

TAHA, T.; THOMAS, S. G. Systems modelling of the relationship between training and performance. *Sports Medicine*, v. 33, n. 14, p. 1061-1073, 2003.

THORPE, R. T. *et al.* Monitoring fatigue during the in-season competitive phase in elite soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 10, n. 8, p. 958-964, 2015.

UUSITALO, A. L. T. Overtraining: making a difficult diagnosis and implementing targeted treatment. *The Physician and Sportsmedicine*, v. 29, n. 5, p. 35-50, 2001.

VARDASCA, R. *et al.* A template based method for normalizing thermal images of the human body. In: The 12th International Conference on Quantitative Infrared Thermography, at Bordeaux, France, 2014.

WIDYANTI, A. *et al.* The sensitivity of Galvanic Skin Response for assessing mental workload in Indonesia. *Work*, v. 56, n. 1, p. 111-117, 2017.

WITVROUW, E. *et al.* Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. *American Journal of Sports Medicine*, v. 31, n. 1, p. 41-46, 2003.

YOUNG, W. B.; HEPNER, J.; ROBBINS, D. W. Movement demands in Australian rules football as indicators of muscle damage. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 26, n. 2, p. 492-496, 2012.

## APÊNDICE

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### AVALIAÇÃO FISIOLÓGICA PÓS-PARTIDA DE FUTEBOL COMO PARÂMETRO DE PREVENÇÃO DE LESÃO

Nome do participante: \_\_\_\_\_

Este é um projeto de pesquisa realizado pelo laboratório do programa de Pós-graduação *stricto sensu* em Ciências da Reabilitação, no Centro Universitário Augusto Motta, *campus* Bonsucesso (RJ), sob a responsabilidade do pesquisador Leonardo Matta Pereira.

**Objetivos do estudo** Investigar as variáveis fisiológicas tardias após uma partida de futebol como parâmetro de prevenção de lesão.

**Como será feito o estudo** Se você aceitar participar deste estudo será preenchido um questionário com informações pessoais e sobre a realização de atividades do dia a dia. Em seguida será realizada análises de composição corporal através do método de bioimpedância (indolor e não incisivo), através de uma balança. Após análise da composição corporal, ocorrerá a obtenção de diferentes parâmetros de avaliação do estado de fisiológico, termográfico e bioquímico do participante. A análise acontecerá em três dias (basal, 24 horas e 48 horas após a partida).

**Desconfortos e riscos** O método para analisar níveis de CK pode apresentar dor devido a obtenção do sangue através de uma pequena perfuração cutânea. Com pequenos riscos de inflamações caso não haja assepsia adequada do pesquisador.

A obtenção das imagens termográficas podem colocar o participante em situação de desconforto devido a necessidade de menor vestimenta possível e exposição à temperaturas de 21° C. Embora o risco seja baixo de qualquer eventual anormalidade da coleta de dados, a exposição após esforços máximos podem aumentar a suscetibilidade de queda da função imune.

O método de Condutância Cutânea não apresenta riscos evidentes aos participantes. Trata-se de dois eletrodos aderidos as falanges medianas do dedo indicador e dedo médio, uma corrente de baixa voltagem avalia o impulso elétrico, a fim de mensurar o impacto sobre sistema nervoso autônomo simpático (mais elevado) e parassimpático (mais baixo), com o objetivo de mensurar o efeito do esforço sobre a recuperação do sistema nervoso.

O questionário psicométrico será utilizado para mensurar o estado e a qualidade de recuperação dos participantes. Este questionário não apresenta risco evidente à integridade física ou saúde do atleta. No entanto, trata-se de um questionário subjetivo, mas já validado pela literatura. Seu objetivo é verificar o quão bem recuperado o atleta está.

**Benefícios esperados** Você terá acesso aos resultados quanto aos parâmetros fisiológicos de recuperação. Esses resultados servirão de parâmetros para avaliação do estado de recuperação e possíveis estratégias para melhorar o desempenho após o esforço físico.

**Liberdade de recusar** A participação no estudo é totalmente voluntária e você pode deixar de participar a qualquer momento da coleta.

**Confidencialidade** Todas as informações obtidas neste estudo são confidenciais, uma vez que seu nome não será associado às análises a serem realizadas. Os dados serão divulgados de forma a não possibilitar sua identificação. Os resultados serão divulgados em apresentações ou publicações com fins científicos ou educativos.

#### **Ressarcimento**

O presente estudo será elaborado em consonância com a Resolução CNS 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. O seu desenvolvimento terá início somente após a sua aprovação. Todos os participantes terão direito ao ressarcimento financeiro caso haja algum intercorrência, mediante aos riscos do estudo. Sendo de responsabilidade do pesquisador, Leonardo Matta Pereira (CPF: 141.099.377-95).

**Em caso de dúvidas** O participante poderá acessar o profissional responsável, Leonardo Matta Pereira (CPF: 141.099.377-95) no telefone (21) 98052-7521, sob orientação do Prof.Dr. Alex Souto Maior. Se tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): Praça das Nações, nº 34 - Bonsucesso, Rio de Janeiro – RJ, Tel.: (21) 3882-9797 (ramal 1015), e-mail: [comitedeetica@unisuam.edu.br](mailto:comitedeetica@unisuam.edu.br).

Responda as perguntas a seguir, circulando a resposta SIM ou NÃO:

- 1- O senhor (a) leu o termo de consentimento? SIM NÃO
- 2- Foram respondidas todas as suas perguntas sobre o estudo? SIM NÃO
- 3- O senhor (a) se sente completamente esclarecido (a) sobre o estudo? SIM NÃO

Se concordar em participar deste estudo, por favor, assine o seu nome abaixo:

---

Assinatura do Participante

---

Assinatura do profissional responsável

## ANEXO

### QUESTIONÁRIO PSICOMÉTRICO - HOOPER

Modelo de questionário psicométrico de qualidade de vida com suas respectivas classificações a cada nota (HOOPER *et al.*, 1995).

	5	4	3	2	1
FADIGA	MUITO DESCANSADO	DESCANSADO	NORMAL	MAIS CANSADO DO QUE O NORMAL	EXTREMAMENTE CANSADO
QUALIDADE DO SONO	SONO EXCELENTE	BOM	DEMORA PARA DORMIR	SONO INQUIETO	INSÔNIA
DOR MUSCULAR	MUITO BEM	BEM	NORMAL	UM POUCO DE DOR	MUITA DOR
NÍVEL DE ESTRESSE	MUITO RELAXADO	RELAXADO	NORMAL	ESTRESSADO	MUITO ESTRESSADO
HUMOR	EXCELENTE HUMOR	BEM HUMORADO	INDIFERENTE	UM POUCO IRRITADO	IRRITADO

### TQR – TOTAL QUALITY RECOVERY

A qualidade de recuperação total (TQR) é um conceito que analisa a recuperação como uma combinação de ações de recuperação e as percepções de recuperação do atleta. Ao avaliar as notas em uma escala de 20 pontos, dá aos treinadores e atletas uma lista de verificação simples e efetiva de ações que levam ao TQR sem usar testes mais complicados ou invasivos (Kentta and Hassmen, 2002).

#### Pontos de Recuperação

##### Nutrição (10 pontos)

Pequeno-almoço - 1 ponto; Almoço - 2 pontos; Ceia - 2 pontos; Snacks entre as refeições - 1 ponto; Recarga de carboidratos após a prática - 2 pontos (Isso assume refeições saudáveis e não saudáveis).

Hidratação adequada - ao longo do dia - 1 ponto; durante / pós-treinos - 1 ponto

Os fatores ambientais afetarão muito quanto é uma ingestão adequada de fluidos.

##### Dormir e descansar (4 pontos)

Boa noite de sono de qualidade - 3 pontos; Soneca diária (20-60 minutos) - 1 ponto

A qualidade do sono seria medida usando a percepção individual. Soneca durante o dia deve ser curto e leve - muito tempo vai deixar o atleta com lentidão. Nesta categoria, podem ser obtidos 4 pontos de "bônus" e dias extra de descanso (2 para meio dia) para facilitar a

recuperação e prevenir o excesso de treino. Isso permite aos atletas um dia de folga com uma consciência limpa.

### **Relaxamento e apoio emocional (3 pontos)**

Relaxamento mental / muscular completo ASAP após a prática - 2 pontos; Manter um estado relaxado ao longo do dia - 1 ponto

Aqui, o objetivo é usar uma variedade de técnicas de relaxamento (respiração, meditação, etc.) para relaxar as metades físicas e psicológicas do ser humano. Além disso, o apoio da família, amigos e colegas de trabalho pode ajudar a lidar com o estresse da vida, tanto atlético quanto de outra forma.

### **Alongamento e aquecimento (3 pontos)**

Aquecimento adequado após cada período de treinamento - 2 pontos; Alongamento de todos os grupos musculares exercitados - 1 ponto;

O aquecimento é muitas vezes o pobre primo negligenciado do aquecimento. Um aquecimento sólido deve ser pensado como recuperação ativa para o corpo, levando a um relaxamento muscular mais rápido após o treinamento.

### **Classificações de Percepção de esforço**

As classificações da PSE são uma maneira qualitativa e simples de medir a intensidade do treinamento. Ele leva em consideração fatores mentais e físicos que fornecem o estresse do treinamento. As PSE geralmente são medidas em uma escala de 10, mas se você usa uma escala de 20, então você pode relacioná-los ao TQR - ou relacionar a recuperação com o treinamento, como mostrado na tabela abaixo. A principal vantagem é que qualquer um pode usá-los e pode ser feito diariamente com um esforço mínimo.

Ratings of Percieved Exertion (RPE)		Total Quality Recovery (TQR)	
6	No exertion at all	6	No recovery at all
7	extremely light	7	extremely poor recovery
8		8	
9	very light	9	very poor recovery
10		10	
11	Light	11	poor recovery
12		12	
13	somewhat hard	13	reasonable recovery
14		14	
15	hard (heavy)	15	good recovery
16		16	
17	very hard	17	very good recovery
18		18	
19	extremely hard	19	extremely good recovery
20	Maximum exertion	20	Maximal Recovery



## ANEXO

## PARECER DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA INSTITUCIONAL



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO FISIOLÓGICA PÓS-PARTIDA DE FUTEBOL COMO PARÂMETRO DE PREVENÇÃO DE LESÃO

**Pesquisador:** LEONARDO MATTA PEREIRA

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 76189817.0.0000.5235

**Instituição Proponente:** SOCIEDADE UNIFICADA DE ENSINO AUGUSTO MOTTA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.439.547

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_979758.pdf	11/12/2017 23:07:03		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETOFUTEBOLCOMITE.pdf	11/12/2017 23:06:09	LEONARDO MATTA PEREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	11/12/2017 23:05:46	LEONARDO MATTA PEREIRA	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	11/09/2017 14:57:35	LEONARDO MATTA PEREIRA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**ARTIGO SUBMETIDO A JOURNAL OF STRENGTH CONDITIONAL RESEARCH**

**Journal of Strength and Conditioning Research**  
**PHYSIOLOGICAL EVALUATION POST-MATCH AS IMPLICATIONS TO PREVENT**  
**INJURY IN ELITE SOCCER PLAYERS**  
 --Manuscript Draft--

<b>Manuscript Number:</b>	
<b>Full Title:</b>	PHYSIOLOGICAL EVALUATION POST-MATCH AS IMPLICATIONS TO PREVENT INJURY IN ELITE SOCCER PLAYERS
<b>Short Title:</b>	recovery in soccer players
<b>Article Type:</b>	Original Research
<b>Keywords:</b>	recovery; physiological evaluation; soccer players
<b>Corresponding Author:</b>	ALEX SOUTO MAIOR, Ph.D Centro Universitario Augusto Motta RIO DE JANEIRO, RIO DE JANEIRO BRAZIL
<b>Corresponding Author Secondary Information:</b>	
<b>Corresponding Author's Institution:</b>	Centro Universitario Augusto Motta
<b>Corresponding Author's Secondary Institution:</b>	
<b>First Author:</b>	ALEX SOUTO MAIOR, Ph.D
<b>First Author Secondary Information:</b>	
<b>Order of Authors:</b>	ALEX SOUTO MAIOR, Ph.D
	Matt Rhea, Ph.D
	Leonardo Matta, Master in Rehabilitation Sciences