

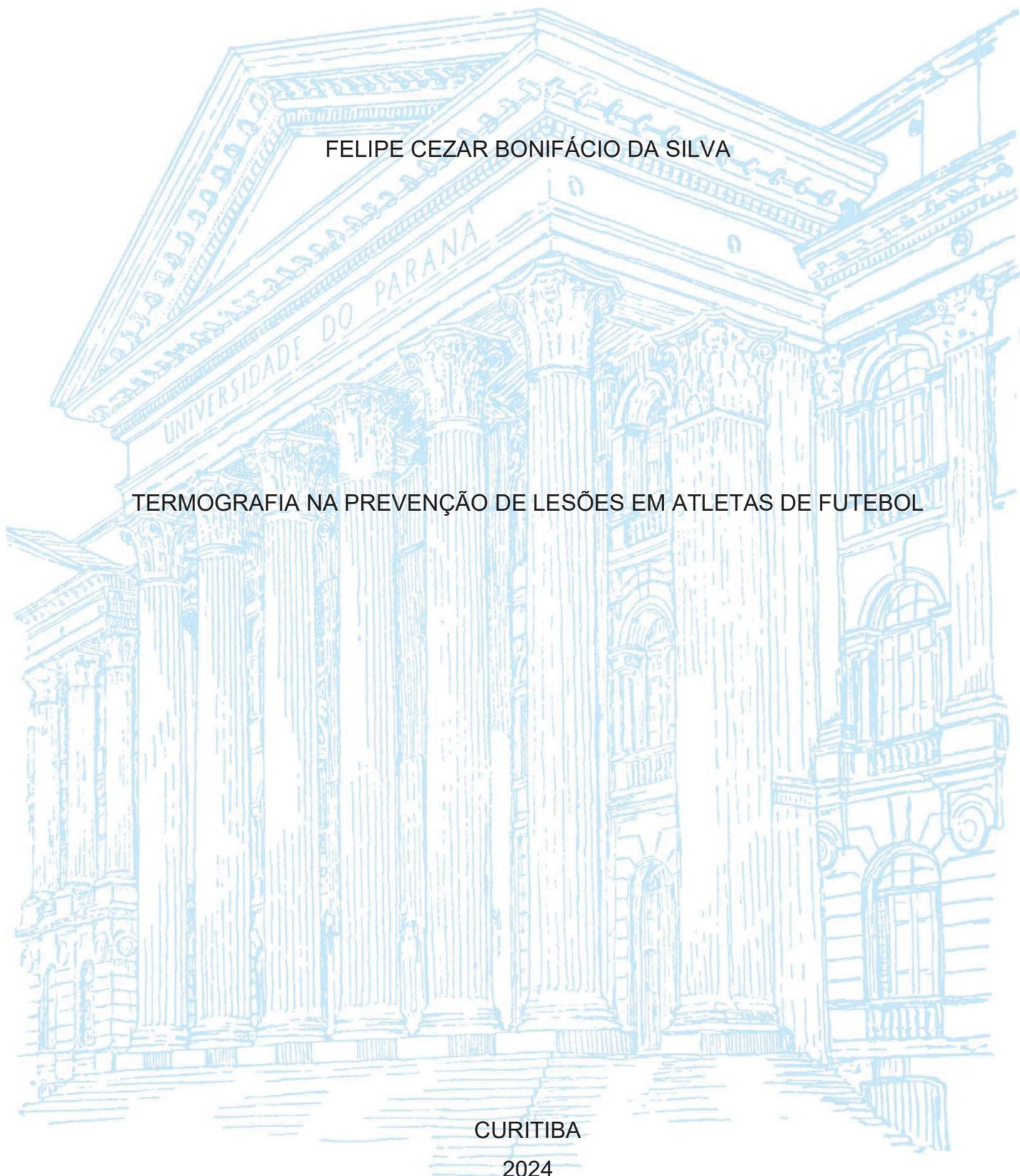
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FELIPE CEZAR BONIFÁCIO DA SILVA

TERMOGRAFIA NA PREVENÇÃO DE LESÕES EM ATLETAS DE FUTEBOL

CURITIBA

2024



FELIPE CEZAR BONIFÁCIO DA SILVA

TERMOGRAFIA NA PREVENÇÃO DE LESÕES EM ATLETAS DE FUTEBOL

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Fisiologia do Exercício, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Fisiologia do Exercício.

Orientador: Prof. Dr. Wagner de Campos

CURITIBA

2024

AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus, que em todos os momentos me dá forças, saúde, paz e acolhimento para o cumprimento de todas as atividades que são destinadas a mim.

Em segundo gostaria de agradecer a universidade, professores e aos colegas que compartilharam momentos de grande crescimento em mais uma etapa da minha vida.

Agradecer aos amores da minha vida, meus pais, minha irmã que são os maiores incentivadores em meus planos e sonhos e que jamais deixaram de acreditar que tudo seria possível de realizar. Enfim chegamos neste grande momento, no qual podemos dizer que sim vencemos mais uma grande etapa em nossas vidas.

A todos que de alguma forma contribuíram e fizeram parte desse processo só tenho a dizer muito obrigado!!

RESUMO

Com o passar dos anos, o futebol teve um grande aumento na intensidade do jogo, o qual se tornou altamente exigente fisiologicamente, o que trouxe consigo o aumento das lesões musculares. A partir daí, começam a surgir novas tecnologias que podem atuar no combate a esse abrupto aumento de lesões. Uma das tecnologias utilizadas para este fim é a termografia infravermelha. A termografia começou a ser utilizada para fins militares, contudo, ao passar do tempo, a sua inserção no mundo do futebol acabou acontecendo. O presente estudo objetivou verificar se a termografia infravermelha pode ser considerada uma ferramenta que pode auxiliar na redução de lesões musculares em atletas de futebol. Por meio da termografia infravermelha é possível identificar a temperatura da pele, em determinadas regiões do corpo. Constatou-se por meio desta pesquisa que a termografia é capaz de auxiliar na redução de lesões musculares, por meio da identificação de assimetrias e pela determinação de padrões térmicos dos atletas. Auxiliando assim a tomada de decisão do departamento de performance dos clubes de futebol.

Palavras-Chave: Termografia; Lesão muscular; Futebol; Diagnóstico.

ABSTRACT

Over the years, football has seen a great increase in the intensity of the game, which has become highly physiologically demanding. It has brought with it an increase in muscle injuries. From then on, new technologies began to emerge that could act to combat this abrupt increase in injuries. One of the technologies used for this purpose is infrared thermography. Thermography began to be used for military purposes, however, over time, its insertion into the football world happened. The present study aimed to verify whether infrared thermography can be considered a tool that can help reduce muscle injuries in football athletes. Using infrared thermography, it is possible to identify the temperature of the skin in certain regions of the body. It was found through this research that thermography is capable of helping to reduce muscle injuries, through the identification of asymmetries and the determination of athletes' thermal patterns. Thus assisting decision-making in the performance department of football clubs.

Keywords: thermography; muscle injury; soccer; diagnosis.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 CAMINHO METODOLÓGICO	9
3 DESENVOLVIMENTO	10
4 CONCLUSÃO	15
REFERENCIAS.....	16

1 INTRODUÇÃO

O futebol é uma modalidade coletiva, que se caracteriza pelo grande esforço físico, nesse sentido, os atletas são expostos a ações intensas, curtas e intermitente, deixando-os susceptíveis a lesões musculares (FERREIRA, ET AL 2015; BARBOSA ET AL 2008). Segundo Menezes et al (2023), durante a fase competitiva entre 8% e 33% dos danos musculares são gerados por uso excessivo, por essa razão, nos últimos anos tem havido uma busca crescente pela otimização do processo de diagnóstico e reabilitação das lesões musculares, isso para que se possa aumentar o tempo de exposição dos atletas em treinos e jogos (VIEGAS, ET AL 2020).

Afonso et al (2022) reforçam que de maneira concorrente com o aumento das lesões, começaram a surgir novas tecnologias que atuam no combate a elas, onde os autores citam que o desenvolvimento e as aplicações de recursos tecnológicos tem sido fundamental no desenvolvimento do rendimento dos atletas nos mais diversos esportes, especialmente no futebol, onde diversos produtos vêm sendo utilizados e implementados não somente com o intuito de potencializar a performance dos atletas, mas também, para otimizar a recuperação e auxiliar na redução de lesões. Sendo assim, um dos exemplos de tecnologia que vem sendo utilizada e estudada para este fim é a termografia infravermelha.

A termografia é uma tecnologia que registra o calor radiante de um corpo por meio da emissão infravermelha, ou seja, qualquer alteração muscular provoca modificações no fluxo sanguíneo, que por sua vez alteram a temperatura da pele, sendo assim, a termografia tem por objetivo identificar essas alterações (EDWARDS ET AL, 2006; MARINS ET AL, 2013; MENEZES ET AL, 2023).

Santi e Bottino (2021), contextualizam que a Termografia foi criada inicialmente para auxiliar em combates militares, onde a tecnologia era utilizada em armamentos, para que os combatentes tivessem uma melhor identificação dos inimigos. Porém, atualmente vem chamando a atenção dos profissionais da área da saúde, os quais também estão inseridos no cenário do futebol de alto rendimento. No futebol especificamente, a termografia tem contribuído bastante com a tomada de decisão dos profissionais. Dessa forma, a termografia permite visualizar a temperatura da pele, a qual pode ser alterada por diversos fatores, como por exemplo, uma lesão muscular, a qual acaba gerando um aumento térmico na área afetada, tendo em vista o maior fluxo sanguíneo na região (SANTI e BOTTINO, 2021). Além de que é tido como um

método indolor, sem radiação ionizante e da praticidade, pois as imagens são disponibilizadas em tempo real. A termografia é um método não invasivo, sem contato físico e que não apresenta risco algum ao atleta avaliado. Essa tecnologia pode ser uma ferramenta de monitoramento e controle que pode contribuir para que o atleta não ultrapasse o seu limite físico, gerando então, um afastamento de treinos e/ou jogos por conta de lesões (VIEGAS et al, 2020; SANTI e BOTTINO, 2021).

A literatura sustenta a ideia de que a termografia infravermelha vem sendo uma ferramenta utilizada para fornecer dados que possam ser relevantes para avaliar as necessidades do atleta, para que assim, os profissionais envolvidos possam ajustar a carga de treinamento, correlacionar as respostas internas e externas das atividades, recuperação, analisar o estado de prontidão e prevenção de lesões (HILDEBRANDT ET AL, 2010; BANDEIRA ET AL, 2012; MARINS ET AL, 2013; MENEZES ET AL, 2018; CAROLINA, 2018; TRINDADE, 2022).

Visto o grande aumento de lesões causadas por não trauma e o surgimento de novas tecnologias no âmbito esportivo, o presente estudo tem como objetivo verificar a aplicabilidade da termografia infravermelha em lesões de atletas de futebol e como esta tecnologia se mostra eficiente na redução de lesões musculares, e caso se mostre eficiente, de que forma isso vem a acontecer. E por fim, investigar se existe relação entre a termografia infravermelha e os níveis séricos de Creatina Quinase (CK).

2 CAMINHO METODOLÓGICO

Este é um estudo de revisão narrativa de literatura, no qual apresenta as seguintes características: tema abrangente; dificilmente parte de uma questão específica bem definida, não exigindo um protocolo rígido para sua confecção; a busca das fontes não é pré-determinada e específica, sendo frequentemente menos abrangente; a seleção dos artigos é arbitrária, obtendo interferência na percepção subjetiva (CORDEIRO et al, 2007; ROTHER, 2007). A busca por artigos foi realizada entre os meses de janeiro e fevereiro de 2024 por meio das bases de dados: Scielo, Redalyc, Pubmed, Lilacs e Google Acadêmico. Para a busca dos artigos utilizou-se as plataformas MESH e DECS e os descritores obtidos foram: “termografia”, “futebol”, “lesão muscular”, “diagnóstico” para encontrar os artigos na língua portuguesa e foram utilizados os descritores “termography”, “soccer”, “muscle injury”, “diagnosis” para encontrar na língua inglesa, para que assim a proposta pudesse abranger a literatura nacional e internacional. Entre os descritores, foi utilizado o operador booleano “AND” para almejar os artigos relacionados ao tema e conectar as variáveis do projeto respectivamente, sendo configurado a página da base de dados para buscar títulos, resumos e palavras-chaves relacionados ao tema. Foram considerados como critérios de exclusão: amostra com idade inferior a 16 anos, paratleta, futebol feminino e qualquer modalidade esportiva que não seja futebol de campo. Já os critérios de inclusão foram: delineamento da pesquisa transversal e longitudinal, pesquisa experimental, amostras do sexo masculino, atletas com idade profissional, futebol amador, pesquisas sem delimitação de tempo e publicações nos idiomas português, inglês e espanhol.

3 DESENVOLVIMENTO

O futebol vem sofrendo várias mudanças com o decorrer dos anos, sendo as principais, o número de informações que os atletas recebem, a densidade das ações dentro dos treinos e jogos e o número de jogos na base e no profissional (BANDEIRA et al., 2012; MAJANO et al., 2023). Em estudo realizado por Barnes et al, (2014 apud SANTI e BOTTINO 2021), foram comparadas sete temporadas da Premier League, entre os anos de 2006/07 à 2012/2013, onde verificou-se que as corridas de alta intensidade tiveram um aumento de 30% (890 ± 299 vs 1.151 ± 337 m), o número de sprints teve um aumento de 85% (31 ± 14 vs 57 ± 20) e a distância percorrida em sprint passou de 232 ± 114 para 350 ± 139 m, representando um aumento de 35%.

Como o Futebol trata-se um esporte que envolve uma alta demanda fisiológica, tendo em vista as ações em alta intensidade, acelerações, desacelerações, mudanças rápidas de direção, entre outras atividades altamente intensas. Esforços estes, que exigem contrações extremamente agressivas a todo sistema humano, ocasionando em um fenômeno conhecido como “agressão muscular”, a qual pode ser causadora pela perda da função neuromuscular, alterações imunológicas, liberação de proteínas citoplasmáticas, stress oxidativo, lesão muscular, alterações na temperatura corporal e sensação de desconforto e dor muscular (SANTI e BOTINNO, 2021).

Para Côrte et al. (2018), as lesões musculares são consideradas as principais causas por privar o atleta de performar no mais alto nível do futebol, representando 20% a 37% de todas as lesões. Sendo que maior parte das lesões musculares ocorrem durante os jogos. Ekstrand et al. (2011), realizaram um estudo com o objetivo de estudar a incidência e a origem das lesões musculares em jogadores de futebol profissionais. Foram utilizados no estudo 54 times de futebol, totalizando 2.299 atletas, os quais foram acompanhados durante oito anos (2001 a 2009). Neste estudo foram registradas 2.908 lesões musculares, sendo que 92% das lesões identificadas, localizaram-se nos principais grupos musculares dos membros inferiores: isquiotibiais (37%), adutores (23%), quadríceps (19%) e os músculos da panturrilha (13%).

Stroppa et al. (2017), também classifica as lesões musculares como sendo as mais frequentes no mundo do futebol, se destacando as lesões musculares na região da coxa e perna, ele ainda cita as lesões ligamentares do joelho como sendo também

uma das lesões mais comuns no esporte estudado.

A evolução do futebol não se deu somente dentro das quatro linhas, houve também uma grande evolução tecnológica, especialmente no que diz respeito a tecnologias que visam aumentar a performance dos atletas, recuperar de estímulos externo, tais como, jogos e treinos, e por fim, mas não menos importante, tecnologias que auxiliam no processo de prevenção de lesões, como por exemplo a termografia (AFONSO et al, 2022).

Em meados de 1950, o exército americano começou a aplicar os princípios da termografia no desenvolvimento de equipamentos militares, com o intuito de capturar informações de temperatura dos oponentes. Nesse momento houve uma grande evolução tecnológica. A vantagem destes dispositivos é a captura instantânea das imagens termográficas. A partir disso, surge a termografia médica infravermelha. A qual tornou-se extremamente eficaz no diagnóstico de patologias. Reconhecida pela American Medical Association como um instrumento de diagnóstico factível no ano de 1987 (CÔRTE e HERNANDEZ, 2016).

Sendo assim, a Termografia infravermelha aparece como uma ferramenta que pode fornecer informações sobre a situação do tecido muscular, podendo desta forma identificar riscos e prevenir lesões (CÔRTE et al., 2018).

A termografia se caracteriza como uma técnica que permite observar o calor emitido pela pele, de modo não invasivo, sem contato físico e sem oferecer qualquer risco ao atleta avaliado. Esta técnica é utilizada para registrar padrões térmicos corporais (SANTI e BOTTINO, 2021).

A termografia é uma técnica que captura em tempo real e com altíssima precisão o calor radiante do corpo (STROPPA et al., 2017).

Bandeira et al., (2012), também considera a termografia como sendo não invasiva e justifica a sua aplicação como diagnóstico de lesões musculares por ser um processo relativamente fácil.

Stroppa et al. 2017, corroboram com a ideia de ser um método não invasivo e sem contato direto com o avaliado, e ainda classificam a termografia como um método seguro e de baixo custo.

A principal vantagem da termografia infravermelha é a sua segurança, contudo é importante ressaltar que ela não substitui o exame clínico (CÔRTE e HERNANDEZ, 2016).

Para Majano et al., (2023), essa tecnologia é utilizada para encontrar a correlação entre a ativação muscular e a temperatura da pele, sendo que a temperatura do músculo esquelético, está diretamente ligada a temperatura da pele.

Côrte et al. (2018), corroboram com a ideia de que o estresse físico gerado pela carga de jogos e treinamentos, desencadeiam alterações no fluxo de sangue em determinadas regiões, refletindo na temperatura da pele. Dessa forma, através das imagens termográficas, é possível identificar o início de um processo inflamatório, que trabalha como uma forma de prevenção (BANDEIRA et al., 2012).

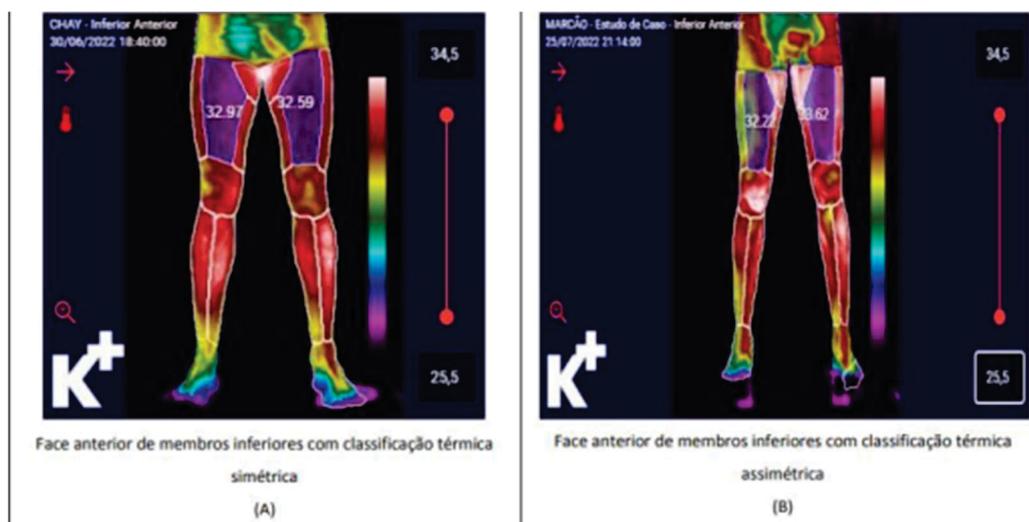
Côrte e Hernandez (2016), classificam a termografia como um instrumento que auxilia na identificação de riscos e na prevenção de lesões. Além de ser uma excelente forma de avaliar a carga de trabalho dos atletas. Eles ainda trazem outros benefícios da termografia, são eles, diagnóstico precoce e a localização da inflamação, o que auxilia na escolha do tratamento.

Para Afonso et al., (2022), a termografia infravermelha quando aplicada ao futebol, pode auxiliar de diferentes maneiras, tais como, auxílio no controle de carga; prevenção de lesões, tendo em vista um diagnóstico precoce de um possível processo inflamatório; auxílio clínico na contratação de um atleta; monitoramento de lesões; e na recuperação de um atleta. Porém, ele relata que para uma avaliação correta da alteração da temperatura da pele do atleta, se faz necessário para traçar o seu perfil térmico, para isto, são essenciais fotos termográficas realizadas de maneira contínua, para entender a resposta térmica de cada atleta, respeitando a individualidade de cada um.

A temperatura da pele deve sempre ser simétrica entre os membros inferiores, visto que, a termorregulação deve ser semelhante em ambos os lados. A termografia Infravermelha vem sendo utilizada no futebol para identificar essas 7 possíveis diferenças de temperatura entre os lados direito e esquerdo (AFONSO et al., 2022).

Para Stroppa et al., (2017), assimetrias acima de $0,5^{\circ}\text{C}$ já são consideradas clinicamente importantes, podendo estarem associadas ou não a alterações fisiológicas e metabólicas.

Figura 01 - Exemplos de perfis térmicos de membros inferiores face anterior considerados simétricos (A) e assimétrico (B) de dois jogadores de futebol profissional.



Fonte: Afonso et al., (2022) Banco de imagens do Laboratório de Performance Humana (UFFJ).

Em estudo realizado por Côrte et al. (2018), com 28 atletas de futebol profissional da primeira divisão, no período de 2015 e 2016. Foram utilizados os seguintes valores de referência de assimetrias seguidos da conduta médica ideal para cada nível de assimetria.

Figura 02 - Diferença de temperatura e sua conduta médica ideal.

DIFERENÇA DE TEMPERATURA	CONDUTA MÉDICA
0,3°C - 0,4°C	Seguindo
0,5°C – 1,0°C	Medidas preventivas
1,1°C – 1,5°C	Alarme (risco de lesão)
+1,5°C	Assimetria severa

Fonte: Côrte et al., (2018).

Neste estudo, foram analisadas 585 imagens no ano de 2016, das quais 26% apresentaram assimetrias acima de 0,4°C. Os atletas com essas assimetrias receberam a devida conduta médica, resultando em uma redução de 64% nas lesões musculares em comparação com 2015.

Um estudo semelhante, conduzido por Gomez et al. (2020, citado por AFONSO et al., 2022), envolveu 33 atletas de futebol profissional, verificando dois métodos de prevenção de lesões em duas pré-temporadas. Na primeira, foi utilizado um programa convencional, enquanto na segunda, a termografia infravermelha foi empregada. A comparação revelou uma significativa redução no número e gravidade das lesões na pré-temporada em que a termografia foi utilizada.

A termografia se mostra uma ferramenta eficaz para monitorar danos musculares decorrentes do treinamento e jogos (SILVA et al., 2022).

Para a realização da termografia corretamente, é importante seguir procedimentos específicos para evitar erros na coleta das imagens. Tais erros podem ser causados por fatores ambientais e biológicos. O controle ambiental envolve manter a temperatura e umidade do local de avaliação estáveis, em torno de 24°C ± 1°C e 50% ± 10% de umidade relativa. Além disso, o atleta a ser avaliado deve permanecer no ambiente por 15 a 30 minutos para aclimação, com a área a ser analisada descoberta. Já o controle biológico inclui evitar o uso de certos medicamentos antes da avaliação, não tocar, coçar ou pressionar a pele, não tomar banho nas duas horas anteriores à avaliação, vestir roupas apropriadas, não usar cremes ou filtros solares, e não ter recebido tratamentos de fisioterapia recentemente (SANTI e BOTTINO, 2021).

Outra ferramenta comum para avaliar lesões musculares é a medição da enzima creatina-quinase (CK), presente em maior quantidade nas células musculares. Após micro lesões, a CK é liberada na corrente sanguínea e seus níveis podem aumentar significativamente. Essas lesões estão ligadas a processos inflamatórios, intimamente relacionados ao aumento da temperatura da pele. A termografia infravermelha pode complementar a medição de CK (BANDEIRA et al., 2012).

Estudos mostram que a CK é um indicador bioquímico comum em pesquisas sobre lesões musculares e sua prevenção (Abreu et al, 2015, citado por CIPRIANO, 2022). O uso combinado da CK e termografia pode ser eficaz para determinar a intensidade e localização das lesões musculares (Bandeira et al., 2012).

Uma pesquisa com atletas de rúgbi masculino concluiu que a termografia, em conjunto com a CK, pode ajudar a determinar a localização das lesões musculares, já que a CK sozinha não é capaz disso (BANDEIRA et al., 2014).

4 CONCLUSÃO

A termografia pode desempenhar um papel essencial na prevenção de lesões musculares em jogadores de futebol. Ao utilizar imagens térmicas para identificar a temperatura da pele, que está diretamente ligada à temperatura do músculo esquelético, você pode analisar padrões de temperatura e assimetrias térmicas. Isso possibilita a detecção precoce de possíveis lesões, mesmo antes de se tornarem clinicamente evidentes, contribuindo significativamente para a manutenção da saúde dos atletas.

Além disso, a combinação da medição da enzima creatina quinase (CK) com a termografia representa uma abordagem promissora e inovadora para a identificação e localização de lesões em atletas. A integração dessas duas técnicas oferece uma maneira mais precisa e detalhada de diagnosticar e monitorar lesões, permitindo uma intervenção precoce e um gerenciamento eficaz da saúde muscular dos esportistas. A pesquisa contínua e os avanços nesse campo são cruciais para aprimorar ainda mais a aplicação dessas ferramentas complementares no universo esportivo, visando maximizar o desempenho e a segurança dos atletas.

Embora os benefícios da termografia sejam claros e promissores como uma ferramenta preventiva, é fundamental realizar mais pesquisas para aprofundar nosso conhecimento sobre sua aplicabilidade no contexto esportivo. Dada a relativa novidade dessa tecnologia nesse campo, é essencial continuar investigando para melhorar sua utilização e compreender plenamente seu potencial no cuidado e na tomada de decisão dos profissionais envolvidos no controle e monitoramento desses atletas.

REFERENCIAS

AFONSO, Anderson et al. A termografia aplicada ao futebol. **Revista brasileira de futebol**, v. 15, n. 5, p. 3 – 16, 2022.

ALMEIDA, Pedro et al. Incidência de lesão musculoesquelética em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte [online]**. 2013, v. 19, n. 2 [Acessado 27 novembro 2023], pp. 112-115.

BANDEIRA, Fábio et al. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte [online]**. 2012, v. 18, n. 4 [Acessado 27 novembro 2023], pp. 246-251. Disponível em: Epub 22 Out 2012.

BANDEIRA, Fábio et al. A termografia no apoio ao diagnóstico de lesão muscular no esporte. *Revista brasileira de Medicina do esporte*, v. 20, n. 1, Jan/Fev, 2014.

BARNES, Chris, et al. The Evolution of Physical and Technical Performance Parameters in the English Premier League. **International Journal of Sports Medicine**. 2014. 35. 10.1055/s-0034-1375695.

Carmona p. influência de la información termográfica infrarroja en el protocolo de prevención de lesiones de un equipo de fútbol profesional español, 2012.

CÔRTE, Ana, et al. Infrared thermography study as a complementary method of screening and prevention of muscle injuries: a pilot study. **BMJ Open Sport & Exercise Medicine**, 2019;5:e000431.

CÔRTE, Ana e HERNANDEZ, Arnaldo. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte [online]**. 2016, v. 22, n. 4.

CIPRIANO, Pedro. **Análise da creatina quinase como preditor de lesão muscular no futebol profissional**. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, p. 8-21, 2022.

EDWARDS, am; clark, nas observações termorregulatórias em partidas de futebol: aplicações de nível profissional e recreativo usando um sistema de pílulas intestinais para medir a temperatura central. **Ir. J. Esporte med**. 2006, 40, 133-138.

EKSTRAND, Jam, et al. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). **Am J Sports Med**. 2011 Jun;39(6):1226-32.

Hildebrandt c, Raschner C, Ammer K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. **sensors** 2010;10:4700–15.

Merla A, Mattei PA, Di Donato L, Romani GL. Imagens térmicas das modificações da temperatura cutânea em corredores durante exercícios graduados. **Ann Biomédica Eng**. 2010;38:158-63

MAJANO, Carlos et al. Relationship between Repeated Sprint Ability, Countermovement Jump and Thermography in Elite Football Players.

OLIVEIRA, Alex. Origem do Futebol na Inglaterra no Brasil. **Revista brasileira de Futsal e Futebol**, v. 4, n. 13, p. 170-174. Set/Out/Nov/Dez, 2012.

SANTI, Thiago e BOTTINO, Altamiro. **Fisiologia do exercício aplicada ao Futebol**, 2021.

SILVA, Alisson et al. Bases fisiológicas da aplicação da termografia para controle de carga no futebol: uma breve revisão. **Revista brasileira de futebol**, v. 15, n. 3, p. 3-19, 2022.

SILVA, Anderson et al. Fisioterapia Esportiva: **Prevenção e Reabilitação de Lesões Esportivas em Atletas do América Futebol Clube**. 8° Encontro de extensão da UFMG. Out, 2005.

STROPPIA, Guilherme. Análise da temperatura da pele em joelhos de jogadoras de futebol profissional. **Revista brasileira de futebol**, p. 36-42. Jan/Jul, 2017.