

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Michael Douglas da Silva Martins

**PADRÃO TERMOGRÁFICO DE LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS EM  
ATLETAS - REVISÃO NARRATIVA**

Belo Horizonte

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Michael Douglas da Silva Martins

**PADRÃO TERMOGRÁFICO DE LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS EM  
ATLETAS – REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Pós-Graduação em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fisioterapia Esportiva.

Orientador: Alysson Zuin

Belo Horizonte

2019

M386p Martins, Michael Douglas da Silva  
2019 Padrão termográfico de lesões musculoesqueléticas em atletas. [manuscrito] /  
Michael Douglas da Silva Martins – 2019.  
22 f.: il.

Orientador: Alysson Zuin

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de  
Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 22-22

1. Atletas – Ferimentos e lesões. 2. Termografia. I. Zuin, Alysson. II.  
Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e  
Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 615.8

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Sheila Margareth Teixeira, CRB 6: n° 2106, da  
Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

FIGURA 1 - Fluxograma de inclusão e exclusão dos estudos .....	12
--	----

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Síntese dos estudos incluídos.....	14
TABELA 2 – Escala para nível de atenção em relação aos valores de assimetria térmica proposto por Marins <i>et al.</i> (2013).....	20

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

TI – Termografia Infravermelha

CK – Creatina Quinase

## RESUMO

**Introdução:** A Termografia Infravermelha é uma tecnologia utilizada com o intuito de monitorar e mensurar as alterações da temperatura da pele em tempo real. Ela se caracteriza por ser indolor, não invasiva e inofensiva aos tecidos biológicos. As lesões causam alterações na perfusão sanguínea e logo podem alterar a temperatura da pele, deste modo, a termografia pode ser valiosa para detectar e diagnosticar lesões. **Objetivo:** O objetivo do presente estudo foi investigar o padrão de referência e as alterações termográficas antecedentes às lesões musculoesqueléticas em atletas. **Metodologia:** Foi realizada uma seleção de estudos com busca nas bases de dados Medline, Scielo, Portal Capes e Lilacs no período de abril a junho de 2018. **Resultados:** Foram encontrados no total 101 artigos onde cinco preencheram os critérios de inclusão para a análise. Os estudos selecionados apresentavam atletas de ambos os sexos sem lesões prévias. **Conclusão:** Este estudo demonstrou que o padrão e as alterações térmicas antecedentes às lesões musculoesqueléticas em atletas estão relacionados à assimetrias térmicas em relação ao lado contralateral ou aos valores de base.

**Palavras-chave:** Termografia. Lesões. Atletas. Diagnóstico.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Infrared Thermography is a technology used to monitor and measure changes to skin temperature in real time. It is characterized by being painless, noninvasive and harmless to biological tissues. The injuries cause changes in the blood perfusion and may soon alter the skin's temperature, so thermography can be valuable in detecting and diagnosing lesions. **Objective:** The objective of the present study was to investigate the reference pattern and the thermographic changes previous to musculoskeletal injuries in athletes. **Methodology:** A selection of studies was searched with Medline, Scielo, Portal Capes and Lilacs databases from April to June 2018. **Results:** A total of 101 articles were found where five met the inclusion criteria for the analysis. The selected studies had athletes of both sexes without previous injuries. **Conclusion:** This study demonstrated that the pattern and the thermal changes previous to the musculoskeletal injuries in athletes are related to the thermal asymmetries in relation to the contralateral side or to the base values.

**Keywords:** Thermography. Injuries. Athletes. Diagnosis.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>11</b>
2.1 Design .....	11
2.2 Procedimentos.....	11
2.3 Critérios de inclusão e exclusão .....	11
2.4 Extração e análise dos dados .....	11
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>12</b>
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>23</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Termografia Infravermelha (TI) é um método tecnológico não invasivo e indolor, capaz de monitorar em tempo real as funções fisiológicas do corpo através da mensuração da temperatura da pele (HIDELBRANDT, RASCHNER e AMMER, 2010; HIDELBRANDT *et al.*, 2012; BANDEIRA *et al.*, 2014). As imagens térmicas são extraídas pela radiação infravermelha emitida pela pele, sendo essa energia não ionizante, ou seja, inofensiva para os tecidos biológicos e também invisível aos olhos humanos (HIDELBRANDT, RASCHNER e AMMER, 2010; HIDELBRANDT *et al.*, 2012).

De forma geral, as lesões causam alterações na perfusão sanguínea afetando diretamente a temperatura da pele (BANDEIRA *et al.*, 2014). A TI vem ganhando destaque, pois é uma ferramenta útil para a prevenção e/ou diagnóstico de lesões através das mudanças da temperatura (HIDELBRANDT, RASCHNER e AMMER, 2010; HIDELBRANDT *et al.*, 2012; ESTAL *et al.*, 2017). Na presença de alguma lesão, pode haver aumento ou diminuição do metabolismo local, causando alterações na perfusão sanguínea, conseqüentemente, afetando a temperatura local (BANDEIRA *et al.*, 2014). Em caso de lesões agudas, ocorre vasodilatação, aumento do fluxo sanguíneo e logo, elevação da temperatura da pele. Já em lesões crônicas pode existir redução da perfusão sanguínea e também redução da temperatura da pele (HIDELBRANDT, RASCHNER e AMMER, 2010; HIDELBRANDT *et al.*, 2012; DEL ESTAL *et al.*, 2017).

A TI é realizada com o auxílio de câmeras infravermelhas e um software que, por condução, geram imagens visíveis com cores equivalentes à quantidade de energia dissipada (BARCELOS *et al.*, 2014; USAMENTIAGA *et al.*, 2014). Basicamente, essas cores são representadas em um espectro e o padrão termográfico da região corporal pode ser classificado como hipertérmico e hipotérmico de acordo com a cor emitida. Essa análise é de caráter qualitativo (HIDELBRANDT, RASCHNER e AMMER, 2010). No ponto de vista quantitativo, as imagens podem ser analisadas de acordo com o valor da temperatura da pele (HIDELBRANDT, RASCHNER e AMMER, 2010; BARCELOS *et al.*, 2014; FERNANDES *et al.*, 2017). Marins *et al.* (2014) sugerem que temperatura com valor abaixo de 27° C pode ser consideradas hipotermia, enquanto valor acima de 33°C, hipertermia.

O uso da TI é antigo, porém ganhou uma atenção especial nos últimos anos. (BARCELOS *et al.*, 2014). Na medicina, sua utilização é ampla no que diz respeito às disfunções ortopédicas, reumatológicas e oncológicas (RING e AMMER, 2012). Já na área

esportiva, sua aplicação vem ganhando espaço importante na detecção precoce e prevenção de lesões (HIDELBRANDT, RASCHNER e AMMER, 2010; MARINS *et al.*, 2014; DEL ESTAL *et al.*, 2017; FERNANDES *et al.*, 2017). No esporte, a TI é reconhecida como uma ferramenta valiosa na identificação de fatores de risco e monitoramento da carga de treino, tendo seu maior benefício, a prevenção de lesões. Desde modo é de grande importância determinar os locais de maior sobrecarga e monitorar mudanças no padrão termográfico no decorrer da temporada, visto que o estresse físico pode causar alterações na temperatura da pele devido às mudanças morfológicas e bioquímica nos tecidos (BANDEIRA *et al.*, 2012; HIDELBRANDT, RASCHNER e AMMER 2010; CÔRTE e HERNANDEZ, 2016).

Em relação à análise qualitativa da termografia, os padrões hipertérmicos e hipotérmicos não estão necessariamente relacionados à lesão, visto que as cores representadas nas imagens podem variar entre os indivíduos devido à idade, excesso de gordura, nível de atividade física, uso de determinados medicamentos, proximidade ao centro do corpo e fatores técnicos (MARINS *et al.*, 2014; CÔRTE e HERNANDEZ, 2016; ESTAL *et al.*, 2017). Devido a esse viés na análise qualitativa, as alterações teciduais devem ser consideradas e analisadas juntamente com outras informações clínicas (CORTEZ e HERNANDEZ, 2016).

Na literatura, apesar da importância, há poucos estudos observacionais que utilizaram a termografia na detecção de lesões musculoesqueléticas em atletas (MANGINE, SIQUELAND e NOYES, 1987; BANDEIRA *et al.*, 2014; HIDELBRANDT, RASCHNER e AMMER, 2010; FERNANDES *et al.*, 2017; ESTAL *et al.*, 2017). Existem algumas pesquisas que traçaram o perfil termográfico no futebol, porém não realizaram uma análise prospectiva nesses atletas (MARINS *et al.*, 2014; MAIOR *et al.*, 2017). Outro fato é que não há um padrão de referência sobre normalidade nos termogramas em atletas.

Atualmente, os estudos publicados possuem limitações na interpretação das imagens termográficas a respeito da presença ou ausência de lesões e não apresentam um padrão de normalidade térmica em atletas. Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi investigar o padrão de referência e as alterações termográficas antecedentes às lesões musculoesqueléticas em atletas.

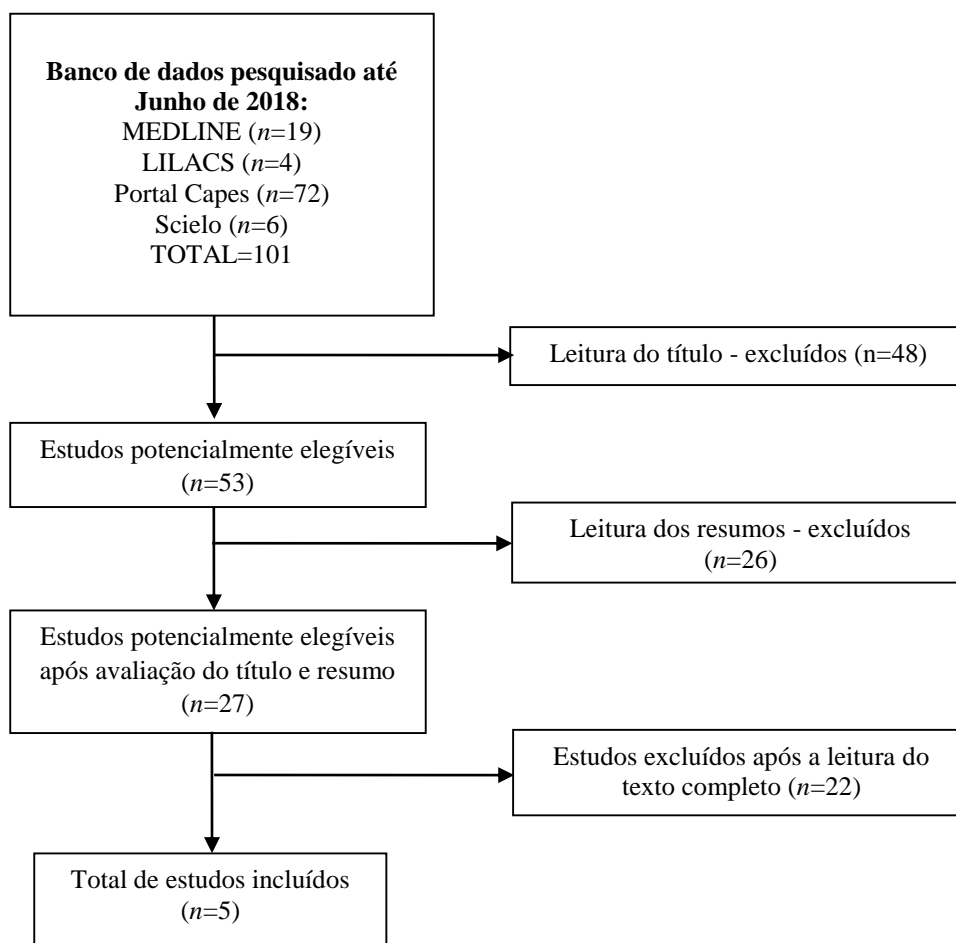
## 2 METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma revisão narrativa da literatura. Foi realizada uma seleção de estudos com busca nas bases de dados Medline, Scielo, Portal Capes e Lilacs no período de abril a junho de 2018. Para a pesquisa, foram utilizados os seguintes descritores: *Thermography, thermal images, thermography infrared, injury, athletes e diagnosis*. Os critérios de inclusão foram estudos observacionais disponíveis na íntegra que utilizaram a termografia na detecção precoce de lesão ou na busca de alteração termográfica em lesões musculoesqueléticas em atletas amadores ou profissionais de qualquer modalidade esportiva publicados em português e inglês. Os estudos selecionados não tiveram restrição quanto à data de publicação. Foram excluídos estudos que não avaliaram atletas, não reportaram os dados qualitativos e quantitativos das imagens termográficas, não investigaram lesões e apresentaram atletas já lesionados. Os estudos não observacionais também foram excluídos.

### 3 RESULTADOS

A estratégia de busca para os artigos selecionados para análise está representada na Figura 1. Os descritores foram usados de forma combinada (“*Thermography*” and “*athletes*”, “*thermography*” and “*athletes*” and “*injury*”, “*thermography*” and “*diagnosis*” and “*athletes*”) nas bases de dados, onde foram obtidos 101 títulos de artigos que supostamente atendiam os critérios de inclusão. Desses, 22 foram removidos por serem duplicados, restando 79 estudos para a análise. Após a leitura dos títulos e resumos, 27 estudos foram coletados para revisão de texto completo. Vinte e dois estudos foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão, em que três não reportaram os dados qualitativos e quantitativos, sete não havia atletas na amostra, quatro não avaliaram lesões, sete não se tratavam de estudos observacionais e um os atletas já apresentavam lesão diagnosticada. Por fim, cinco estudos foram incluídos para esta análise.

**Figura 1.** Fluxograma de inclusão e exclusão dos estudos.



Os estudos selecionados foram do tipo observacional com amostra composta por atletas amadores e profissionais de ambos os sexos praticantes de diferentes modalidades esportivas. Em todos os estudos, os atletas não apresentavam lesões previamente diagnosticadas. A termografia foi realizada nos atletas nas regiões corporais de acordo com o padrão de uso de modalidade esportiva. Três estudos incluíram a avaliação da concentração sérica de creatina quinase (CK). Detalhes dos estudos são fornecidos na Tabela 1.

**Tabela 1:** Síntese dos estudos incluídos.

<b>Autores</b>	<b>Amostra</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Intervenção</b>	<b>Instrumentos de avaliação</b>	<b>Resultados</b>
Bandeira <i>et al.</i> , (2014)	21 atletas de Rúgbi, sexo masculino, idade entre 19 a 31 anos.	Correlacionar a variação da temperatura da pele níveis de CK em lesões musculares.	Imagens térmicas e coleta de sangue realizadas 48 horas pós-treino e pós-jogo.	Câmera infravermelha (FLIR 320x240 pixels).	Correlação significativa para peitoral maior esquerdo (p=0,037), reto femoral esquerdo (p=0,05) e semitendíneo esquerdo (p=0,045). Diferença térmica entre 0,21°C e 0,83°C
Bandeira <i>et al.</i> , (2012)	18 atletas de futebol, sexo masculino, idade entre 15 a 17 anos.	Verificar a utilização da termografia para o diagnóstico de lesão muscular.	Imagem termográfica e coleta de sangue adquirida pré e pós treino aeróbico e anaeróbico.	Câmera infravermelha (FLIR 320x340 pixels); software ThermaCam Research Pro 2.9.	Não houve relação entre níveis de CK e temperatura da pele. Maior níveis de temperatura (hipertermia) para os atletas que praticaram exercício anaeróbico.
Hidelbrandt, Raschner e Ammer, (2010)	35 esquiadores do sexo feminino e 52 do sexo masculino.	Verificar se a termografia pode prever sintomas	Aquisição de imagens termográficas em todos os planos cardinais do joelho.	Câmera infravermelha (TVS500EX); software iReport 2007.	Sete atletas apresentaram hipertermia no tendão patelar com assimetria térmica de 1,4°C entre os membros.
Fernandes <i>et al.</i> , (2017)	1 atleta profissional de futebol, sexo masculino, idade: 27 anos.	Analisar a relação entre a temperatura da pele e resposta da creatina quinase.	Aquisição das imagens dos membros inferiores nas vistas anterior e posterior.	Câmera infravermelha (FLIR 320x240 pixels); Software FLIR Tools, FLIR Systems Inc.	Aumento da temperatura pós jogo em anterior da coxa, perna e tornozelos e posterior de coxa sem recuperação total. Posterior da coxa e perna com aumento de 0,4°C e 0,7°C, respectivamente.
del Estal <i>et al.</i> , (2017)	15 lutadores de kickboxing e muay thai, sexo masculino, idade média de 23,3 anos.	Analisar o perfil térmico de atletas de kickboxing e muay thai e relacionar as assimetrias.	Atletas com roupa íntima e aquisição de imagens de todo corpo comparando os lados anterior e posterior.	Câmera infravermelha (FLIR System 320x240 pixels); Software ThermaCam Reporter 8.	Diferenças significativas nas temperaturas lombares (p=0,02), tibia (p=0,02), panturrilha (p=0,04) e articulações metacarpofalangeanas e interfalangeanas (p=0,05). Assimetria de 0,4° a 0,5°C

## 4 DISCUSSÃO

Essa revisão narrativa teve o objetivo de investigar o padrão e as alterações termográficas de lesões musculoesqueléticas em atletas. Foram selecionados cinco estudos observacionais onde a amostra foi composta por atletas amadores e profissionais de diversas modalidades esportivas que não apresentavam lesões prévias. Entre os estudos, três agregaram a avaliação da concentração sérica de CK.

O estudo de Bandeira *et al.* (2014) avaliou 21 atletas profissionais de rúgbi com idade entre 19 e 31 anos com o objetivo de correlacionar as variações da temperatura corporal e variações da concentração de CK e avaliar a utilização da TI no apoio ao diagnóstico de lesões musculares. As imagens termográficas e a coleta de sangue foram adquiridas 48 horas pós-treino e 48 horas pós-jogo. Para a realização da TI, os atletas foram posicionados de pé com roupa íntima durante 30 minutos em uma sala climatizada com temperatura entre 22° e 23°C e umidade entre 45 e 50%. Foram extraídas imagens nas vistas anterior e posterior dos membros superiores e membros inferiores de cada atleta. Esses autores não encontraram diferença estatisticamente significativa entre o momento de menor e maior concentração de CK e aumento da temperatura devido a limitação de não controlar a rotina de treino e recuperação dos atletas e também a individualidade de cada um, entretanto houve tendência de maior temperatura com os níveis de CK elevados. Além disso foi encontrada diferenças térmicas maiores do lado esquerdo nas regiões do peitoral maior, reto femoral e semitendíneo com variação entre 0,21°C e 0,83°C, podendo ser explicado pela demanda do esporte que exige ataques sobre o lado esquerdo.

O segundo estudo realizado por Bandeira *et al.* (2012) teve o objetivo de verificar a possibilidade do uso da termografia no diagnóstico de lesões musculares. Foram avaliados 18 atletas de futebol do sexo masculino com idade entre 15 e 17 anos. A amostra foi dividida em um grupo experimental e controle. O grupo controle foi submetido a um treino aeróbico de baixa intensidade, enquanto o experimental foi submetido a um treino anaeróbico de alta intensidade para membros inferiores. Os grupos foram avaliados com a termografia, entretanto apenas o grupo experimental foi submetido a avaliação dos marcadores biológicos. As imagens térmicas foram adquiridas antes e 24 horas após a intervenção e a coleta de sangue foi feita imediatamente e 24 horas após o treino. Na realização da termografia, os atletas foram colocados em uma sala climatizada a 23° durante 15 minutos onde foram extraídas imagens da região anterior da coxa. Os autores não informaram o vestuário e nem a umidade do ar. Como resultados não foi encontrada

diferença estatisticamente significativa entre os níveis de CK e variação da temperatura, houve diferença estatisticamente significativa para maior variação de temperatura para cada músculo no grupo experimental e houve diferença significativa para entre os grupos entre a variação de temperatura. Baseado nesses achados pode-se concluir que o grupo que realizou atividades anaeróbicas com ativações excêntricas teve maior elevação da temperatura pós-exercício, sugerindo a ocorrência de microlesões musculares e conseqüentemente um processo inflamatório. Além disso, embora os autores não tenham especificado de maneira clara as assimetrias e diferenças térmicas é possível observar, em caráter qualitativo, um padrão hipertérmico na região dos músculos quadríceps e adutores. As limitações desse estudo é o baixo rigor metodológico, mal organização dos dados e a baixa quantidade de voluntários.

Fernandes *et al.* (2017) avaliaram um atleta de futebol profissional, defensor, de 27 anos com o objetivo de analisar a variação da temperatura média dos membros inferiores e a relação com a resposta da CK após uma partida de futebol. O atleta não apresentava nenhum histórico recente de lesão e participou de seis sessões de treinamento e uma partida na semana. Os dados foram obtidos 24 horas antes e 24 e 48 horas após a partida, sendo esses a termografia e coleta de sangue. Para a termografia, o atleta foi orientado a permanecer de pé com os membros inferiores expostos durante 10 minutos em uma sala climatizada a 24,2°C e umidade do ar de 55%. Os autores encontraram aumento da temperatura variando entre 2,1° e 2,5°C 24 horas após a partida, onde a maior temperatura foi observada nas regiões posterior da coxa e adutora. Regiões como anterior da coxa direita, anterior da perna esquerda, anterior dos tornozelos e posterior da coxa não recuperaram a temperatura basal 48 horas após o jogo, onde as porções posteriores da coxa e perna apresentaram aumento da temperatura de 0,4° e 0,7°C, respectivamente. Qualitativamente, observa-se padrão hipertérmico assimétrico nas regiões adutora da coxa direita e posterior da coxa direita quando comparado ao lado contralateral, sendo essas as mais susceptíveis à lesão no futebol, entretanto os autores não reportaram os dados quantitativos específicos dessas regiões.

A pesquisa de Hidelbrandt, Raschner e Ammer (2010) teve o objetivo de verificar se a termografia seria capaz de prever sintomas em esquiadores alpinos. Para isso, os autores avaliaram 87 atletas, sendo 35 mulheres e 52 homens submetidos a um programa de treino que incluía saltos excessivos. Cada indivíduo foi submetido a uma avaliação musculoesquelética a respeito dos aspectos funcionais da articulação dos joelhos. Na realização da termografia, os atletas permaneceram por 20 minutos para climatização em

uma sala com temperatura entre 21,5° A 22,3° C e umidade de 35 a 38% onde imagens térmicas em todas as vistas em ambos os joelhos foram feitas. Além disso, as imagens foram tiradas em dois momentos, ou seja, pré e pós-temporada. No total, apenas sete atletas apresentaram hipertermia significativa com diferença média de temperatura de 1,4°C sugerindo uso excessivo. Dentre esses, quatro relataram dor, enquanto o restante era assintomático, entretanto o exame físico do joelho mostrou que o padrão hipertérmico estava diretamente relacionado com baixo limiar de dor à pressão. Os atletas não lesionados apresentaram variações de temperatura de 0,3°C comparando os dois lados. Nesse estudo, as limitações foram a falta de detalhe sobre a rotina de treinamento e o tempo de duração da temporada.

Del Estal *et al.* (2017) analisaram o perfil e assimetrias térmicas de 15 lutadores amadores e profissionais de Kickboxing e Muay Thai. Os atletas tinham idade entre 18 e 30 anos e cerca de 5 anos de experiência. Para a termografia, os atletas permaneceram de 10 a 15 minutos com roupa íntima em uma sala a 18,3°C para climatização, onde imagens de todo o corpo foram adquiridas. Os resultados indicaram diferença estatisticamente significativa nas temperaturas das regiões lombar, abdominal, tíbia e panturrilha com variações térmicas entre 0,4° e 0,5°C. Conforme os autores, essas alterações encontradas se caracterizam hipertermia e as assimetrias são devido ao padrão de uso e pelos golpes recebidos durante os combates. Além disso, a região da tíbia possui maior taxa de lesão. As limitações desse estudo são o número insuficiente de participantes, baixo rigor metodológico e a falta de acesso à rotina de treino de cada atleta.

A TI é utilizada na medicina tradicional com várias aplicabilidades dentro da oncologia, neurologia, reumatologia, ortopedia e cardiologia. Já no campo do esporte, sua utilização ganhou importante visibilidade na prevenção de lesões (HIDELBRANDT *et al.*, 2012; RING e AMMER, 2012). Durante a temporada, os atletas são submetidos a estresse físico durante os treinos e competições, envolvendo altas sobrecargas em atividades como saltos, mudanças de direção, desacelerações, corrida, entre outros. Nessas tarefas, a ativação muscular excêntrica é exigida e portanto, essa ação provoca alterações morfológicas e bioquímicas nas fibras musculares desencadeando um processo inflamatório (BANDEIRA *et al.*, 2012; HIDELBRANDT, 2012). O diagnóstico precoce de lesões musculares impactam no sucesso do tratamento, ou seja permite determinar o tratamento apropriado e atuar antes do problema se instalar ou agravar. Atrasos no diagnóstico e tratamento de disfunções miofasciais podem acarretar na não recuperação total do tecido bem como um pior prognóstico (BRIOSCHI, ABRAMAVICUS e

CORREA, 2005; HIDELEBRANDT *et al.*, 2012). Na ocorrência da lesão, pode haver hipertermia devido ao aumento fluxo sanguíneo e do metabolismo local, como é o caso de lesões agudas, ou pode ocorrer a redução da temperatura causada por redução do fluxo sanguíneo mediada por alterações degenerativas, danos neurais ou alterações no sistema nervoso autônomo (BANDEIRA *et al.*, 2012; HIDELEBRANDT *et al.*, 2012; BANDEIRA *et al.*, 2014; MARINS *et al.*, 2014). Diante disso, o uso da TI é importante para monitorar a carga de treinamento e identificar potenciais desgastes e sobrecargas musculoesqueléticas pré, intra e pós-temporada através das alterações da temperatura da pele (HIDELEBRANDT *et al.*, 2012; CORTEZ e HERNANDEZ, 2016).

De acordo com os estudos analisados pode-se observar um padrão hipertérmico em regiões com maior susceptibilidade e sobrecarga conforme cada modalidade esportiva. Três estudos (BANDEIRA *et al.*, 2012; BANDEIRA *et al.*, 2014; FERNANDES *et al.*, 2017) avaliaram o efeito do estresse físico e adquiriram as imagens termográficas pelo menos 24 horas após o exercício e encontraram hipertermia nos locais expostos, sugerindo a ocorrência de microlesões musculares e conseqüentemente, um processo inflamatório. Esse tipo de alteração se caracteriza por lesão muscular Grau 0 de acordo com a Classificação Britânica, ou seja, dor muscular de início tardio (DMIT) que se inicia de 24 até 72 horas após a prática de exercício. (POLLOCK *et al.*, 2014; MCARDLE, KATCH e KATCH, 2016). Entretanto, esses estudos focaram na análise qualitativa, que realizada sozinha não é capaz de caracterizar a presença de lesão, visto que vários elementos podem interferir no exame e causar resultados inconclusivos. Tais interferências incluem os fatores ambientais (como umidade do ar, temperatura e tamanho da sala), fatores técnicos (como qualidade da câmera, software e o protocolo utilizado) e fatores pessoais (como sexo, idade, composição corporal e até mesmo a proximidade do local avaliado em relação ao centro do corpo, como é o exemplo da região adutora) (BANDEIRA *et al.*, 2012; MARINS *et al.*, 2014; CÔRTEZ e HERNANDEZ, 2016).

Essa análise se torna um desafio, pois para conseguir uma interpretação relevante dos dados termográficos, é fundamental um perfil térmico normal em indivíduos não lesionados e estudos como esses são escassos. (MARINS *et al.*, 2014). O que se sabe até o momento é que a distribuição simétrica da temperatura é apontada como normal (HIDELEBRANDT *et al.*, 2012). Para determinar se existe assimetria deve-se comparar o valor da temperatura com o lado contralateral ou até mesmo com a linha de base do atleta.

De acordo com dois estudos analisados (HIDELEBRANDT, RASCHNER e AMMER, 2010; DEL ESTAL *et al.*, 2017), a assimetria térmica foi mencionada e

relacionada a lesões em atletas onde foram encontradas assimetrias de 1,4°C com padrão hipertérmico no lado sintomático em atletas esquiadores e assimetrias em regiões lombares, abdominais, tíbia e panturrilha com diferenças térmicas de 0,4° a 0,5°C em lutadores. Essas regiões com hipertermia assimétrica condizem com áreas de uso excessivo e maior sobrecarga em cada modalidade esportiva citada. Entretanto, o estudo de Hidelbrandt, Raschner e Ammer (2010) encontrou assimetria de 0,3°C em atletas não lesionados. Esses dados corroboram com os achados de Marins *et al.* (2014) que afirmou que pequenas assimetrias, principalmente no lado dominante com variações térmicas que não ultrapassam os 0,3° C, são consideradas normais, visto que o membro dominante é o que sofre maior estresse físico. Marins *et al.* (2014) constataram que atletas jovens de futebol apresentaram um padrão termográfico hipertérmico simétrico com variação de temperatura inferior a 0,2°C e que esse padrão não foi relacionado à nenhum dano, visto que nenhum atleta teve diagnóstico de lesão. Outros dois casos são relatados por Hidelbrandt *et al.* (2012) que encontrou assimetria hipotérmica de 1,7°C em um jogador de futebol de 26 anos com sensação de rigidez matinal na junção musculotendínea da perna esquerda e assimetria hipotérmica de 1,6° C em um corredor de 22 anos diagnosticado com tendinopatia na porção média do tendão calcâneo, porém com sintomas leves. Esses dados reforçam a relação entre assimetria térmica e lesão nos atletas.

Após identificada alguma assimetria é necessário avaliar a possível causa da alteração antes que a lesão possa se instalar ou agravar. Marins *et al.* (2013) propuseram valores de assimetria com uma escala para nível de atenção que estão representados na Tabela 2. Ter como referência os dados quantitativos da temperatura, saber o perfil térmico da modalidade e a individualidade térmica do atleta são de extrema importância para intervir de maneira adequada (MARINS *et al.*, 2013).

**Tabela 2:** Escala para nível de atenção em relação aos valores de assimetria térmica proposto por Marins *et al.* (2013).

<b>Assimetria térmica</b>	<b>Nível de atenção</b>
$\leq 0,4^{\circ} \text{ C}$	Normal
$0,5^{\circ} - 0,7^{\circ} \text{ C}$	Monitoramento
$0,8^{\circ} \text{ C} - 1,0^{\circ} \text{ C}$	Prevenção
$1,1^{\circ} - 1,5^{\circ} \text{ C}$	Alarme
$\geq 1,6^{\circ} \text{ C}$	Alta gravidade

De acordo com os valores de assimetria térmica propostos, como citado anteriormente, valores inferiores a  $0,4^{\circ} \text{ C}$  são considerados normais devido ao maior estresse do lado dominante. (MARINS *et al.*, 2013; MARINS *et al.* 2014). Quando a diferença está entre  $0,5^{\circ}$  e  $0,7^{\circ} \text{ C}$  deve-se investigar se algum fator externo interferiu no exame, avaliar as condições clínicas e de treinamento do atleta e aumentar a frequência de monitoramento do mesmo, para que nenhuma decisão precipitada seja tomada. Nas diferenças entre  $0,8^{\circ}$  e  $1,0^{\circ} \text{ C}$ , a conduta é realizar uma avaliação médica e fisioterapêutica mesmo quando o atleta não apresenta sintomas e reduzir imediatamente a carga de treinamento, sendo essa uma intervenção preventiva. As diferenças entre  $1,1^{\circ}$  e  $1,5^{\circ} \text{ C}$  indicam sinal de alarme e exigem a suspensão imediata do treinamento e uma avaliação da equipe. Já as diferenças acima de  $1,6^{\circ} \text{ C}$  indicam a presença de lesão grave já instalada e demanda também avaliação da equipe médica. (MARINS *et al.*, 2013).

Considerando os dados acima e os estudos analisados observa-se que houve assimetria com nível de atenção para monitoramento nos estudos de Bandeira *et al.* (2014) com assimetria térmica até  $0,83^{\circ} \text{ C}$  comparando um lado com o outro; Fernandes *et al.* (2017) com diferença de  $0,7^{\circ} \text{ C}$  comparando a imagem e temperatura de base e del Estal *et al.* (2017) reportando assimetrias de  $0,4^{\circ}$  a  $0,5^{\circ} \text{ C}$  ao comparar os lados do corpo. Já o estudo de Hidelbrandt, Raschner e Ammer (2010), o nível de atenção é classificado como alarme, onde a diferença térmica foi de  $1,4^{\circ} \text{ C}$ . No estudo de Bandeira *et al.* (2012), os valores de assimetria não são reportados, entretanto observa-se diferença térmica em relação a linha de base.

Realizar a TI e determinar as diferenças térmicas no decorrer da temporada é de grande importância, pois qualquer alteração pode estar relacionada com uso excessivo ou alguma lesão, visto que os atletas estão constantemente expostos ao grande estresse físico

causado pelo treinamento e partidas. (HIDELBRANDT *et al.*, 2012). Por outro lado, a termografia não deve ser utilizada exclusivamente para estabelecer diagnósticos ou vetar um atleta. Deve ser considerado que as informações obtidas com as imagens são apenas fisiológicas, sendo difícil definir a causa e também determinar com precisão qual tecido está em sofrimento. Portanto, sua realização deve ser usada juntamente com exames clínicos, sinais clínicos e uma avaliação bem estruturada. (HIDELBRANDT, RASCHNER e AMMER, 2010; CÔRTEZ e HERNANDEZ, 2016). Juntamente com esses cuidados, é importante fornecer aos atletas a recuperação adequada que envolve horas de descanso, nutrição adequada e tratamentos fisioterapêuticos específicos. (MARINS *et al.*, 2013).

Diante das informações obtidas é possível observar que as assimetrias térmicas parecem estar relacionadas com o padrão térmico pré-lesão de atletas, visto que os atletas participantes dos estudos analisados eram assintomáticos e não apresentavam lesões prévias. Vale lembrar que temperaturas assimétricas podem ser comparadas entre os lados do corpo ou com valores basais do atleta e que assimetrias abaixo de  $0,4^{\circ}\text{C}$  são consideradas normais podendo simplesmente, ser o padrão térmico de determinada modalidade. As diferenças térmicas acima de  $0,5^{\circ}\text{C}$  devem ser consideradas e o atleta necessita ser monitorado mesmo que não haja queixas, no entanto considera-se lesão quando a assimetria térmica é superior a  $0,7^{\circ}\text{C}$ . A TI é reconhecida como uma ferramenta valiosa no acompanhamento do atleta no decorrer da temporada, em que sua principal vantagem abrange a capacidade de identificar a lesão antes que os sintomas apareçam. Porém, esse método atua como um complemento da avaliação e monitoramento dos atletas e não deve ser usado sozinho. Esses dados devem ser analisados com cautela, pois o protocolo de realização da TI sofre variações e os poucos estudos que avaliaram o padrão e diferenças térmicas em atletas são de baixa qualidade metodológica. Esses estudos possuem alta variabilidade de protocolos, amostras pequenas e pouco acesso sobre a carga de treinamento dos atletas. São necessárias pesquisas que avaliem o padrão térmico específico de cada modalidade, tenham maior rigor metodológico e amostras maiores, além de acesso a carga de treino.

## **5 CONCLUSÃO**

Este estudo demonstrou que o padrão e as alterações térmicas antecedentes às lesões musculoesqueléticas em atletas tem relação às assimetrias térmicas em comparação ao lado contralateral ou valores de base. Essas assimetrias merecem atenção quando ultrapassam os  $0,5^{\circ}\text{C}$ , porém é considerado lesão quando são superiores a  $0,7^{\circ}\text{C}$ . A identificação dessas alterações associada com sintomas, exame físico e avaliação bem estruturada são fundamentais no processo de prevenção de lesões em atletas.

## REFERÊNCIAS

- HILDEBRANDT, C.; RASCHNER, C.; AMMER, K. An Overview of Recent Application of Medical Infrared Thermography in Sports Medicine in Austria, **Sensors**, v. 10, p. 4700-4715, mai.2010.
- BANDEIRA, F. *et al.*. A termografia no apoio ao diagnóstico de lesão muscular no esporte. **Rev. Bras. Med. Esporte**, Curitiba, v. 20, n.1 Jan/Fev., 2014.
- HILDEBRANDT, C. *et al.* The Application of Medical Infrared Thermography in Sports Medicine An International Perspective on Topics in Sports Medicine and Sports Injury. **InTech**, Fev., 2012.
- BARCELOS, E. *et al.*. A Combined Method for Segmentation and Registration for an Advanced and Progressive Evaluation of Thermal Images. **Sensors**, v. 14, p. 21950-21967, nov., 2014.
- USAMENTIAGA, R., *et al.* Infrared Thermography for Temperature Measurement and Non-Destructive Testing. **Sensors**, v.14, p. 12305-12348, Jul., 2014.
- FERNANDES, A.A. *et al.* Effect of a professional soccer match in skin temperature of the lower limbs: a case study. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v.13, n.3, p. 330-334, 2017.
- MARINS, J.C.B. *et al.* Thermographic profile of soccer players' lower limbs. **Rev. Andal. Med. Deporte**, v.7, n,1, p. 1-6, 2014.
- RING,E.F.J.; AMMER, K. Infrared thermal imaging in medicine. **Physiol. Physiol. Meas.**, 33. p. 33-46, Fev., 2012.
- DEL ESTAL, A. Thermal asymmetries in striking combat sports athletes measured by infrared thermography. **Science & Sports**, v. 32, p. 61-67, Dez., 2017.
- BANDEIRA, F *et al.*. Pode a termografia auxiliar no diagnostico de lesões musculares em atletas de futebol? **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 18, n. 4, Jul/Ago, 2012.
- CÔRTE, A. C. R.; Hernandez, A.J. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 22, n. 4, p. 246-251, Jul/Ago, 2016.
- MAIOR, A.S. *et al.*. Profile of infrared thermography in elite soccer players. **Motriz**, Rio Claro, v.23,n.2, p. 1-6, Mar., 2017.
- BRIOSCHI, M.L.; ABRAMAVICUS, S.; CORRÊA, C.F. Valor da imagem infravermelha na avaliação da dor. **Rev. Dor**, v. 6, n. 1, p. 514-524, Jan/fev/mar, 2005.
- POLLOCK,N *et al.*. British athletics muscle injury classification: a new grading system. **Br J Sports Med.**, v. 48, p. 1347-1351, Jul., 2014.
- MCARDLE, W. D. **Fisiologia do exercício: Nutrição, energia e desempenho humano**. Rio de Janeiro, 8 ed. Guanabara Koogan, p. 806, 2016.
- MARINS, J.C.B *et al.* Applications of Infrared Thermography in Sports. A Review. **Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y el Deporte**, v. 15, n. 60, p. 805-824, Jan., 2013.