

## Uso de imagens infravermelhas em tendinopatia calcânea traumática

Use of infrared images in traumatic calcaneal tendinopathy

Uso de imágenes infrarrojas en tendinopatía calcánea traumática

Recebido: 08/03/2022 | Revisado: 15/03/2022 | Aceito: 24/03/2022 | Publicado: 30/03/2022

**Juliana Nobre da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7147-0040>

Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil

E-mail: [farmjuliananobre@gmail.com](mailto:farmjuliananobre@gmail.com)

**Rodrigo Álvaro Brandão Lopes-Martins**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4942-988X>

Universidade Brasil, Brasil

E-mail: [ralopesmartins@gmail.com](mailto:ralopesmartins@gmail.com)

**Silvia Cristina Martini**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3442-9932>

Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil

E-mail: [silviac@umc.br](mailto:silviac@umc.br)

**Silvia Regina Matos da Silva Boschi**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8125-8844>

Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil

E-mail: [boschi@umc.br](mailto:boschi@umc.br)

**Alessandro Pereira da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4766-8617>

Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil

E-mail: [alessandrops@umc.br](mailto:alessandrops@umc.br)

**Terigi Augusto Scardovelli**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6523-9376>

Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil

E-mail: [terigiscardovelli@umc.br](mailto:terigiscardovelli@umc.br)

### Resumo

A tendinopatia de tendão calcâneo é uma doença que acomete cerca de 10% da população mundial. Imagens de ultrassonografia e ressonância magnética podem ser utilizadas como ferramentas de auxílio ao diagnóstico, contudo, tanto a ultrassonografia, como a ressonância magnética, apresentam alta incidência de achados falso-positivos. Dessa forma, a avaliação do perfil térmico de tendões calcâneos traumaticamente lesionados, pode ser uma aliada ao diagnóstico de tendinopatia calcânea, auxiliando na diferenciação entre esta e outras patologias articulares. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a alteração de temperatura em tendões calcâneos de ratos após lesão traumática e verificar um padrão térmico do membro lesionado. Para tanto foram utilizados cinco ratos Wistar, cujos tendões calcâneos das patas direitas foram lesionados e as patas contralaterais foram utilizadas como controles. Através de imagens infravermelhas o perfil térmico de ambos os tendões dos ratos foi analisado, antes e após a lesão. Em ambas as patas, houve uma tendência de diminuição de temperatura tanto na pata sadia, quanto na pata lesionada e o coeficiente de determinação foi superior a 94% entre a temperatura e o intervalo de tempo. As patas lesionadas apresentaram temperatura discretamente mais elevada do que as patas não lesionadas a partir da segunda hora após a lesão. O perfil térmico estabelecido pode ser comparado com termogramas de outras patologias articulares e assim distinguir o diagnóstico entre elas. Os achados deste estudo corroboraram com achados anteriores, que demonstram que a termografia pode ser útil no diagnóstico de tendinopatia calcânea.

**Palavras-chave:** Diagnóstico por imagem; Termografia; Tendinopatia; Tendão do Calcâneo.

### Abstract

Achilles tendon tendinopathy is a disease that affects about 10% of the world population. Ultrasonography and magnetic resonance images can be used as diagnostic tools, however, both ultrasound and magnetic resonance imaging have a high incidence of false-positive. Thus, the evaluation of the thermal profile of traumatically injured Achilles tendons can be an ally in the diagnosis of calcaneal tendinopathy, aiding to differentiate between this and other joint pathologies. Therefore, the aim of this study was to evaluate the temperature change in the calcaneal tendons of rats after traumatic injury and to verify a thermal pattern of the injured limb. For that, 5 Wistar rats were used, whose calcaneal tendons of the right paws were injured, and the contralateral paws were used as controls. Through infrared images, the thermal profile of both tendons of the rats was analyzed, before and after the injury. In both paws, there was a tendency of temperature decrease in both healthy and injured paws, and the coefficient of determination was higher than 94% between temperature and time interval. Injured paws showed slightly higher temperature than uninjured paws from the second hour after injury. The established thermal profile can be compared

with thermograms of other joint pathologies and thus distinguish the diagnosis between them. The study findings corroborate previous findings, which demonstrate that thermography can be useful in the diagnosis of calcaneal tendinopathy.

**Keywords:** Diagnostic imaging; Thermography; Tendinopathy; Achilles tendon.

### Resumen

La tendinopatía del tendón de Aquiles es una enfermedad que afecta a alrededor del 10% de la población mundial. La ecografía y la resonancia magnética pueden utilizarse como herramientas para ayudar al diagnóstico; sin embargo, tanto la ecografía como la resonancia magnética tienen una alta incidencia de resultados falsos positivos. Así, la valoración del perfil térmico de los tendones del calcáneo lesionados traumáticamente puede ser un aliado en el diagnóstico de la tendinopatía del calcáneo, ayudando a diferenciar esta de otras patologías articulares. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el cambio de temperatura en los tendones del calcáneo de ratas después de una lesión traumática y verificar un patrón térmico de la extremidad lesionada. Para ello se utilizaron 5 ratas Wistar, cuyos tendones del calcáneo de las patas derechas estaban lesionados y se utilizaron como controles las patas contralaterales. A través de imágenes infrarrojas se analizó el perfil térmico de ambos tendones de las ratas, antes y después de la lesión. En ambas patas, hubo una tendencia de disminución de la temperatura tanto en la pata sana como en la pata lesionada y el coeficiente de determinación fue superior al 94% entre la temperatura y el intervalo de tiempo. Las patas lesionadas mostraron una temperatura ligeramente más alta que las patas sanas a partir de la segunda hora después de la lesión. El perfil térmico establecido puede compararse con termogramas de otras patologías articulares y así distinguir el diagnóstico entre ellas. Los hallazgos de este estudio corroboran hallazgos previos, que demuestran que la termografía puede ser útil en el diagnóstico de la tendinopatía del calcáneo.

**Palabras clave:** Diagnóstico por imagen; Termografía; Tendinopatía; Tendón Calcáneo.

## 1. Introdução

A tendinopatia de tendão calcâneo é uma doença que acomete cerca de 10% da população mundial (Iorio et al., 2015). Essa patologia é mais frequente em homens (Kadir et al., 2015), principalmente esportistas, isto porque as corridas e saltos, movimentos frequentes em vários esportes, expõem este tendão a tensão 10 vezes maior do que o peso corporal (Ackermann & Renström, 2012).

O diagnóstico para tendinopatia consiste em exame clínico, onde é observado o alinhamento esquelético, a massa muscular, o tamanho do tendão e a mobilidade articular (Maffulli et al., 2020), além de verificação de presença e localização de dor, edema e fraqueza (Longo et al., 2018).

Imagens de ultrassonografia e ressonância magnética podem ser utilizadas como ferramentas de auxílio ao diagnóstico, nas quais é possível verificar o espessamento do tendão e desorganização do colágeno (Reinking, 2012). Contudo tanto a ultrassonografia como a ressonância magnética apresenta alta incidência de achados falso-positivos (Longo et al., 2018).

Além disso, as mudanças estruturais observadas nos exames de imagem não estão bem correlacionadas à tendinopatia, uma vez que alguns pacientes apresentam dor, sem mudanças estruturais e outras vezes apresentam mudanças estruturais sem nenhum comprometimento clínico (Matthews et al., 2020).

Nestas situações em que os métodos de investigação não são suficientes, a termografia infravermelha pode oferecer informações importantes auxiliando na conclusão do diagnóstico, analisando a atividade funcional e metabólica dos tecidos articulares (Lahiri et al., 2012).

Essa ferramenta é considerada como um método rápido, quantitativo e não invasivo para a avaliação de resposta inflamatória (Całkosiński et al., 2015), sendo também indicada em situações em que ocorre o aumento de fluxo sanguíneo ou mudanças no padrão de temperatura do local afetado (Owen et al., 2018).

Dessa forma, a avaliação do perfil térmico de tendões calcâneos traumáticamente lesionados, pode auxiliar o diagnóstico de tendinopatia calcânea, promovendo a diferenciação entre esta e outras patologias articulares.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a alteração de temperatura em tendões calcâneos de ratos após lesão e verificar um padrão térmico do membro lesionado, comparando-o com o membro sadio.

## 2. Metodologia

### 2.1 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo experimental não randomizado, controlado por órgãos emparelhados, no qual um dos membros da amostra sofre a intervenção e o outro é utilizado como controle (Vieira & Hossne, 2021).

### 2.2 Animais

Foram utilizados cinco ratos machos da linhagem Winstar, com massa corporal de  $397 \pm 38$  g, com idade de 14 semanas. Estes animais foram provenientes do biotério da Universidade de Mogi das Cruzes, sendo mantidos em ciclo claro/escuro, em caixa de plástico, com forragem e alimentados *ad libitum*.

Os protocolos experimentais utilizados neste estudo foram aprovados pela comissão de ética no uso de animais da Universidade de Mogi das Cruzes (CEUA/UMC), sob o parecer n. 017/2016.

### 2.3 Sala e equipamentos para aquisição de imagens termográficas

A aquisição das imagens termográficas foi realizada na Universidade de Mogi das Cruzes, no laboratório de termografia do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas.

Esse foi climatizado em  $23^{\circ}$  C com umidade local em 60%, conforme protocolo estabelecido (Brioschi et al., 2015). Essas variáveis foram observadas por meio de um termômetro digital com higrômetro.

Para diminuir a interferência de calor, as janelas da sala do laboratório foram cobertas com folhas de EVA preta com 600X400X2 mm.

Nesse sentido, foi desenvolvido um controle de acesso durante a execução do experimento e foi instalada iluminação com luz fria no laboratório.

O experimento foi auxiliado por três pesquisadores, evitando assim que pessoas no interior da sala interferissem na temperatura do ambiente.

O mobiliário da sala foi devidamente disposto a fim de facilitar a realização das etapas do experimento.

Para a aquisição das imagens foram utilizados uma câmera termográfica da marca FLIR®, modelo Therma CAM *researcher professional* 2.10, um tripé fotográfico profissional 1,5 metros Canon e um notebook HP G42-230BR.

Os ratos foram cuidadosamente colocados sobre uma banqueta de madeira de 60 cm de altura, forrada com papelão, para que a temperatura da banqueta não interferisse na temperatura da amostra (Figura 1).

**Figura 1** - Disposição do rato sobre a banqueta e posição da câmera para aquisição das imagens.



Fonte: Autores (2018).

Quando houve necessidade de manuseio das patas dos animais, este foi realizado através de haste de madeira evitando o contato das mãos do examinador com a região a ser analisada.

A câmera foi disposta acima da banqueta a uma distância de 10 cm, para que a região de interesse (*Region of interest* - ROI) ocupasse todo o campo de visão da câmera, visando diminuir a influência da radiação térmica do ambiente na captação das imagens (Bach et al., 2015).

Para propiciar a repetibilidade nos testes, foram feitas marcações no chão, tanto para o tripé da câmera quanto para a banqueta.

#### 2.4 Anestesia

Os ratos foram anestesiados por via intraperitoneal (IP) com 0,5 ml de solução contendo 30 mg de Cloridrato de Cetamina e 4 mg de Cloridrato de Xilazina de uso veterinário, conforme descrito na literatura (“Lab. Anim. Anaesth.,” 2016).

A manutenção da anestesia foi efetuada, utilizando metade da dose inicial todas as vezes que ocorreu retorno de sensibilidade dos animais durante o experimento (“Lab. Anim. Anaesth.,” 2016).

Após a anestesia, os animais foram aclimatados por 10 minutos e divididos em duas caixas com forragem. Suas patas permaneceram erguidas e seus corpos distanciados, de maneira que não houvesse contato e transferência de calor de um corpo para o outro (Figura 2).

**Figura 2** – Aclimação dos ratos para aquisição de imagens.



Fonte: Autores (2018).

Ao término do período para aclimação, os ratos foram posicionados em decúbito ventral, sob a bancada, e foram feitas a aquisição das imagens termográficas basais de ambos os tendões calcâneos de cada animal (TB).

Posteriormente à aquisição da imagem termográfica basal, a pata direita de cada rato foi lesionada, através da utilização de prensa lesionadora Cidepe®, modelo EQ 179 (Figura 3).

**Figura 3** – Utilização de prensa lesionadora.



Fonte: Autores (2018).

O sistema deslizante da prensa lesionadora foi solto sobre o tendão calcâneo do rato a uma altura de 10 cm, com massa de 308 g, correspondendo a uma energia potencial gravitacional de 0,30 J.

Para garantir a lesão, esse procedimento foi realizado por duas vezes, conforme protocolo descrito por Haslerud e Colaboradores (2017).

Por causa do manuseio dos animais, estes foram novamente aclimatados por 10 minutos e foi realizada uma nova sequência de aquisição de imagens de ambas as patas de cada rato (T0).

Este procedimento foi repetido uma hora após a lesão (T1), duas horas após a lesão (T2), três horas após a lesão (T3), quatro horas após a lesão (T4) e seis horas após a lesão (T6).

Após a aquisição das imagens, os animais foram sacrificados por overdose de anestésico.

## 2.5 Pré-processamento das imagens infravermelhas

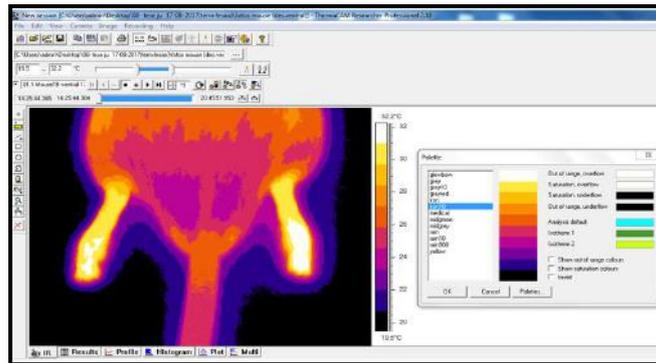
Após a aquisição das imagens conforme o protocolo experimental, o software FLIR® Therma CAM *researcher professional* 2.10 foi utilizado para escolha dos parâmetros a serem utilizados.

## 2.6 Seleção de paleta de cores

A seleção da paleta de cores ocorreu utilizando o critério de conter o mínimo de nuances próximas.

Foram realizados testes com as paletas disponíveis, e selecionadas como aptas para a análise as paletas denominadas “*Medical*” e “*Aron 10*”. A paleta “*Aron 10*” foi escolhida seguindo os achados de estudos anteriores realizados por este grupo (Grandjean-Thomsen et al., 2017), que indicaram essa paleta como a melhor escolha para este tipo de análise (Figura 4).

Figura 4 – Escolha da paleta de cores.

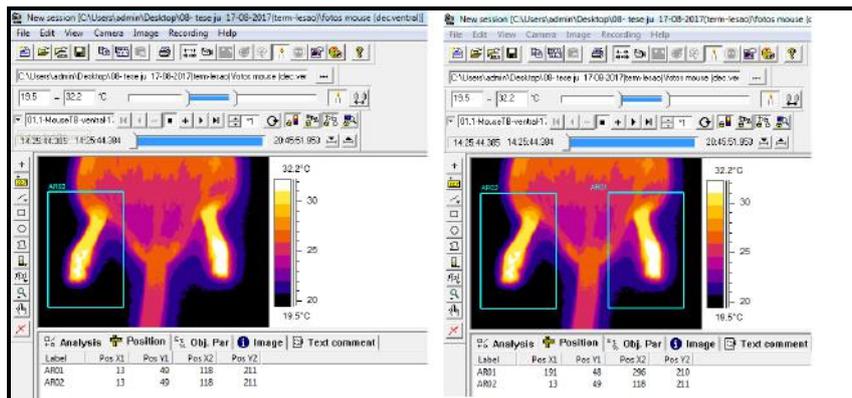


Fonte: Autores (2018).

O tamanho da ROI foi padronizado em todas as patas, visando certificar a abrangência de toda a área a ser analisada.

Após o ajuste do tamanho da ROI, esta foi replicada, garantido assim que as dimensões em ambas as patas fossem semelhantes (Figura 5).

Figura 5 – Determinação de ROI e replicação para ambas as patas.

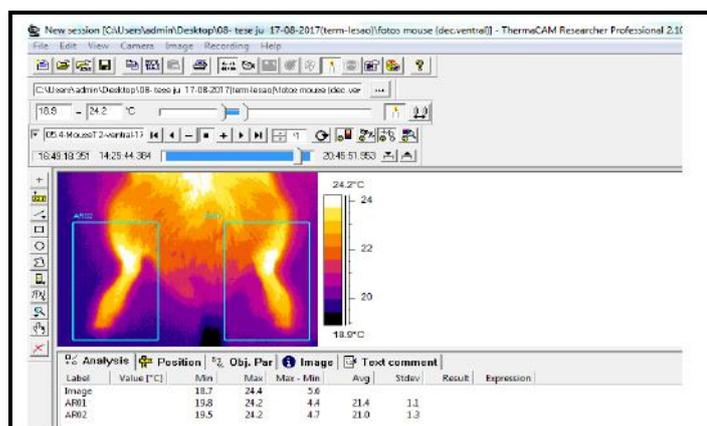


Fonte: Autores (2018).

## 2.7 Verificação de temperatura das ROI's

Os valores para análise de temperatura das ROI's foram obtidos através da função "analysis" do software FLIR® (Figura 6).

Figura 6 – Verificação de temperatura das ROI'S.



Fonte: Autores (2018).

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Análise de temperatura

Os valores das temperaturas dos cinco ratos foram analisados em função do tempo. Considerando a sequência TB (antes da lesão), T0 (10 min após a lesão), T1 (1h após a lesão), T2 (2 h após a lesão), T3 (3h após a lesão), T4 (4h após a lesão) e T6 (6h após a lesão).

Durante o experimento as patas controles apresentaram temperatura entre 23,30°C e 31,80°C, com médias entre 24,26 e desvio padrão entre 0,51 e 1,53 (Tabela 1).

**Tabela 1** – Valores de temperatura das patas controles, em função do tempo.

Tempo	Rato 1	Rato 2	Rato 3	Rato 4	Rato 5	Média	DP
<b>TB</b>	31,60	31,80	30,30	31,80	29,60	31,02	±1,01
<b>T0</b>	28,70	29,70	30,70	30,10	28,80	29,60	±0,85
<b>T1</b>	27,40	29,00	29,50	29,20	27,40	28,50	±1,02
<b>T2</b>	26,60	29,00	26,10	26,40	24,20	26,46	±1,71
<b>T3</b>	26,90	26,00	27,00	26,10	23,30	25,86	±1,50
<b>T4</b>	27,00	25,00	26,10	25,10	24,10	25,46	±1,11
<b>T6</b>	24,70	23,80	25,00	24,10	23,70	24,26	±0,57

TB: antes da lesão/T0: 10 min após a lesão/T1: 1h após a lesão/T2: 2h após a lesão/T3: 3h após a lesão/T4: 4h após a lesão/T6: 6h após a lesão. Fonte: Autores (2018).

As patas lesionadas apresentaram temperatura entre 23,60°C e 32,40°C, com médias entre 31,20 e 24,58, e desvio padrão entre 0,64 e 1,56 (Tabela 2). Por conter artefatos a imagem T6 do rato 2 foi retirada da amostra.

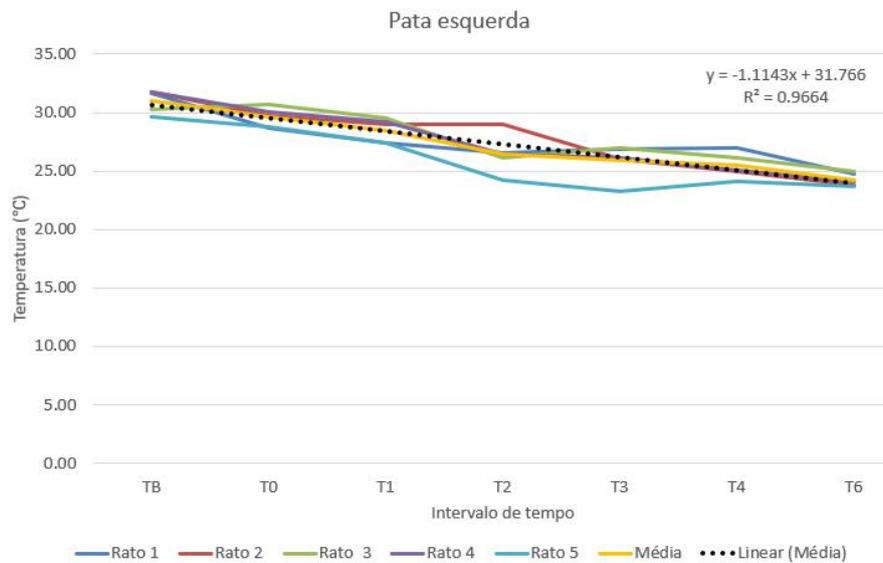
**Tabela 2** – Valores de temperatura das patas lesionadas, em função do tempo.

Tempo	Rato 1	Rato 2	Rato 3	Rato 4	Rato 5	Média	DP
<b>TB</b>	32,40	31,70	30,30	31,60	30,00	31,20	±1,01
<b>T0</b>	28,20	28,90	30,40	28,90	28,10	28,90	±0,92
<b>T1</b>	27,50	28,80	28,60	29,40	26,80	28,22	±1,05
<b>T2</b>	27,10	29,10	26,50	26,90	24,20	26,76	±1,75
<b>T3</b>	26,20	26,50	27,40	26,50	23,60	26,04	±1,44
<b>T4</b>	25,40	26,00	26,70	26,00	24,80	25,78	±0,72
<b>T6</b>	23,80	-	25,60	25,60	23,70	24,68	±1,07

TB: antes da lesão/T0: 10 min após a lesão/T1: 1h após a lesão/T2: 2h após a lesão/T3: 3h após a lesão/T4: 4h após a lesão/T6: 6h após a lesão. Fonte: Autores (2018).

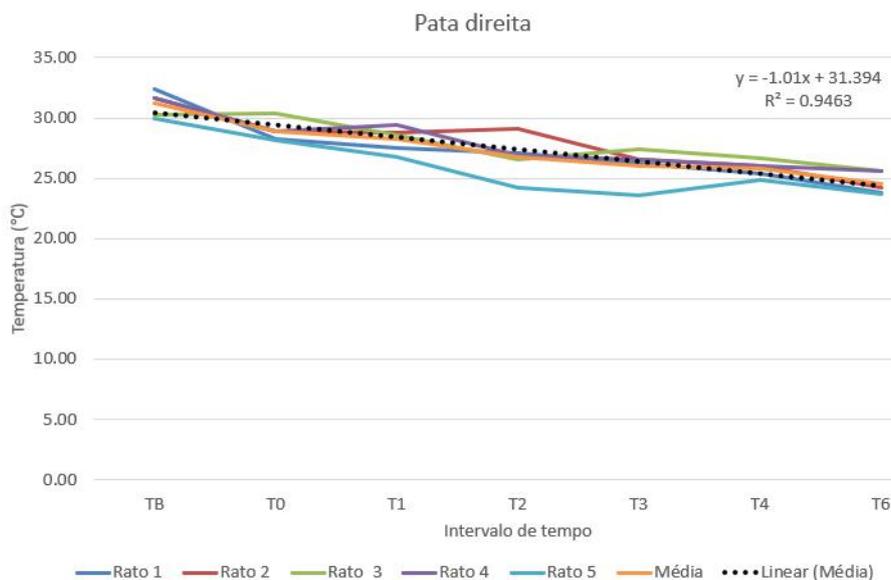
Em ambas as patas, houve uma tendência de diminuição de temperatura tanto na pata sadia (Figura 7), quanto na pata lesionada (Figura 8).

**Figura 7** – Temperatura em função do tempo pata controle (esquerda).



Fonte: Autores (2018).

**Figura 8** – Temperatura em função do tempo da pata lesionada (direita).

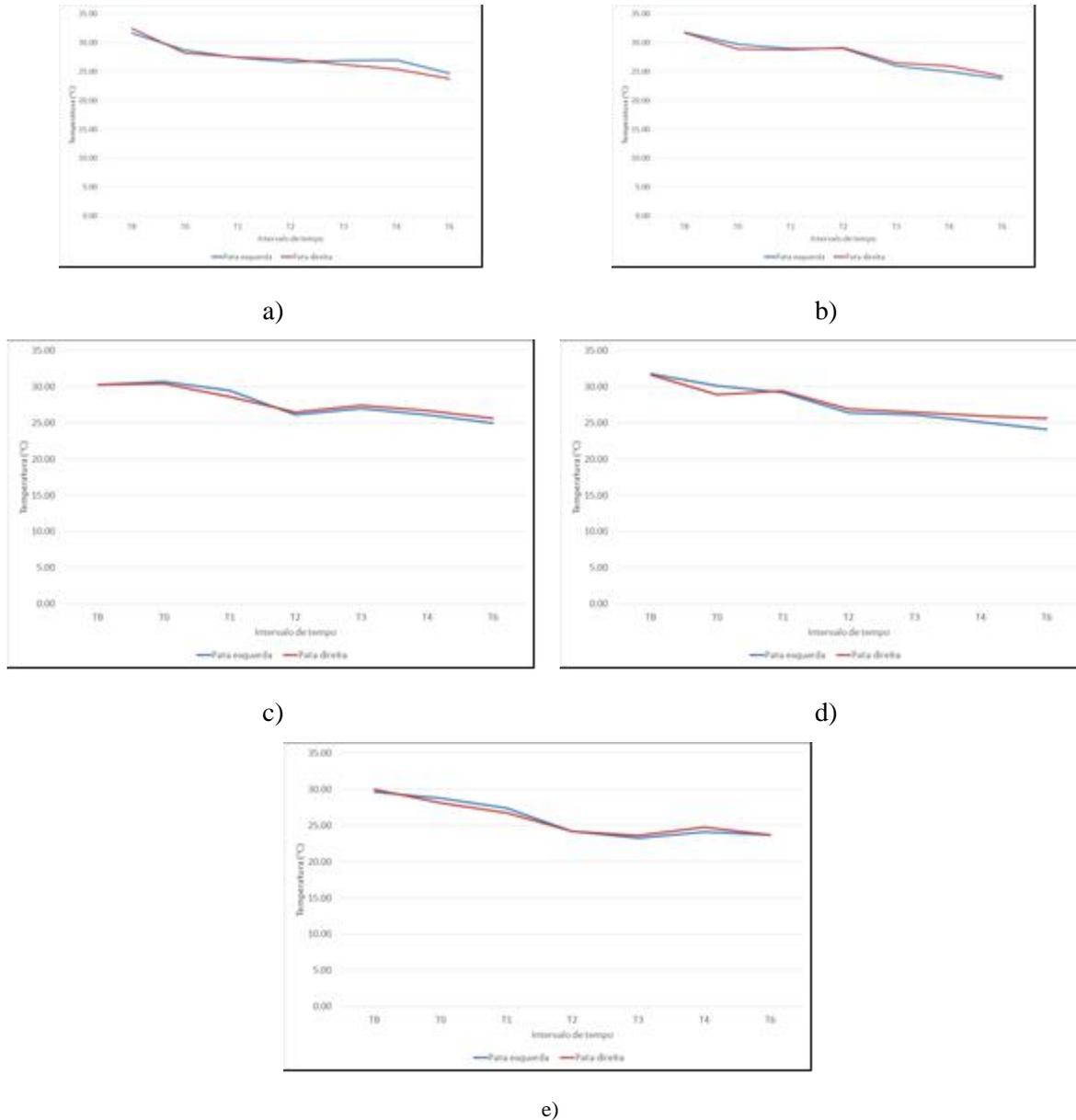


Fonte: Autores (2018).

Em ambas as patas, o coeficiente de determinação foi superior a 94% entre a temperatura e o intervalo de tempo.

Um estudo realizado com atletas de corrida sem histórico de lesão calcânea evidenciou a simetria térmica entre o tendão calcâneo direito e o esquerdo, atribuindo à diminuição de temperatura um possível risco de lesão (Tumilty et al., 2019), o que foi corroborado no presente estudo, pois em todos os ratos a pata controle e a pata lesionada apresentaram perfil térmico semelhante com tendência à diminuição de temperatura no decorrer do tempo (Figura 9).

**Figura 9** – Representação de valores de temperatura das patas controle e lesionada, em função do tempo, sendo: **a)** Rato 1; **b)** Rato 2; **c)** Rato 3; **d)** Rato 4; **e)** Rato 5.



TB: antes da lesão/T0: 10 min após a lesão/T1: 1h após a lesão/T2: 2h após a lesão/T3: 3h após a lesão/T4: 4h após a lesão/T6: 6h após a lesão. Fonte: Autores (2018).

Houve diminuição de temperatura 10 minutos após a lesão (T0) com exceção do rato 3, que apresentou discreta elevação de temperatura neste período (Figura 9c), esta diminuição de temperatura pode ser explicada pela resposta sistêmica reflexa mediante à injúria que promove aumento do tônus simpático e vasoconstrição (Klaumann et al., 2008).

A diminuição da temperatura em T0 também ocorreu após indução de inflamação em pleura e patas de ratos através de carragenina. Essa característica se estendeu durante as primeiras horas, onde somente foi observado aumento de temperatura local 24 horas após indução da inflamação (Calkosiński et al., 2015). Também foi observada a diminuição da temperatura local logo após a lesão em estudo realizado em crianças com antebraço fraturado (Ćurković et al., 2015). Nesse estudo o aumento da temperatura local só ocorreu três dias após a lesão e a diferença de temperatura entre membro fraturado e sadio, também foi pequena no primeiro dia (entre 0°C e 0,3°C) apresentando diferença acentuada somente sete dias após a fratura (Ćurković et al., 2015).

Antes da indução da lesão, as patas lesionadas apresentaram temperatura média maior do que as patas controles, com diferença de 0,18 °C (tabela 3).

**Tabela 3** – Valores das diferenças de temperatura entre as patas direitas ( lesionadas) e esquerdas (controles), em função do tempo.

Tempo	Lesionadas (°C)	Sadias (°C)	Diferença absoluta (°C)	Diferença relativa (%)
TB	31,20	31,02	0,18	0,58
T0	28,90	29,60	0,70	2,42
T1	28,22	28,50	0,28	0,99
T2	26,76	26,46	0,30	1,12
T3	26,04	25,86	0,18	0,69
T4	25,78	25,46	0,32	1,24
T6	24,68	24,26	0,42	1,70

TB: antes da lesão/T0: 10 min após a lesão/T1: 1h após a lesão/T2: 2h após a lesão/T3: 3h após a lesão/T4: 4h após a lesão/T6: 6h após a lesão. Fonte: Autores (2018).

Logo após a lesão (T0) e 1 hora após a lesão (T1) as patas lesionadas apresentaram temperatura média menor do que as patas controles, com diferença de 0,70 °C e 0,28 °C respectivamente. Esta redução de temperatura local na pata lesionada pode ser devido a uma resposta sistêmica do organismo frente à injúria, onde sensores sensitivos detecta a lesão e através da medula, ocorre uma resposta rápida que aumenta o tônus simpático e promove vasoconstrição local (Klaumann et al., 2008). A detecção de menor temperatura média no membro lesionado também ocorreu em estudo de caso de um atleta de corrida de média distância, que, quando comparadas às temperaturas dos tendões, o tendão calcâneo lesionado apresentou 1,6 °C a menos em temperatura média do que o tendão calcâneo sadio (Hildebrandt et al., 2012).

Nas aferições de temperatura ocorridas em 2, 3,4 e 6 horas após a lesão (T2, T3, T4 e T6 respectivamente) as patas lesionadas permaneceram com temperatura superior às patas controles, isso pode ser devido a ativação de cascata de sensibilização periférica, onde células lesadas e fibras aferentes primárias liberam uma série de mediadores químicos, incluindo substância P, neurocinina A e peptídeo relacionado com o gene da calcitonina, que, dentre outras reações, promovem vasodilatação com extravasamento de proteínas plasmáticas (Klaumann et al., 2008).

Os achados deste estudo corroboraram com achados anteriores, que demonstram que imagens termográficas podem ser úteis na diferenciação do diagnóstico de tendinopatia calcânea (Tumilty et al., 2019), (Côrte& Hernandez, 2016).

#### 4. Conclusão

O presente estudo demonstrou que o perfil térmico de tendões calcâneos lesionados apresenta tendência à diminuição de temperatura nas primeiras horas após lesão, onde as patas lesionadas apresentam temperatura discretamente mais elevada do que as patas não lesionadas a partir da segunda hora após a lesão. O perfil térmico estabelecido pode ser comparado com termogramas de outras patologias articulares e assim distinguir o diagnóstico entre elas.

Também foi possível representar visualmente a resposta reflexa da inflamação aguda, que ocorre logo após a lesão, por meio da diminuição de temperatura em patas de ratos com tendões traumáticamente lesionados.

Ainda neste estudo foi possível comprovar a eficácia do protocolo de lesão utilizado, através da alteração de temperatura provocada por resposta simpática frente à injúria.

Como trabalhos futuros, considera-se a utilização deste protocolo em um período maior, com o objetivo de verificar o comportamento térmico do local lesionado várias horas ou até dias, após a lesão, comparando-o com outros termogramas de lesões articulares.

## Agradecimentos

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida para elaboração deste estudo.

## Referências

- Ackermann, P. W., & Renström, P. (2012). Tendinopathy in Sport. *Sports Health*, 4(3), 193–201. <https://doi.org/10.1177/1941738112440957>
- Bach, A. J. E., Stewart, I. B., Minett, G. M., & Costello, J. T. (2015). Does the technique employed for skin temperature assessment alter outcomes? A systematic review. In *Physiological Measurement*. 36(9), R27–R51. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/0967-3334/36/9/R27>
- Brioschi, M. L., Yeng, L. T., & Teixeira, M. J. (2015). Medical Thermography: What is It? And Its Applications. *Pan American Journal of Medical Thermology*, 2(1), 14–17. <https://doi.org/10.18073/2358-4696/pajmt.v2n1p14-17>
- Całkosiński, I., Dobrzyński, M., Rosińczuk, J., Dudek, K., Chrószcz, A., Fita, K., & Dymarek, R. (2015). The use of infrared thermography as a rapid, quantitative, and noninvasive method for evaluation of inflammation response in different anatomical regions of rats. *BioMed Research International*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/972535>
- Côrte, A.C. R.; Hernandez, A. J. (2016). Application of medical infrared thermography in sports medicine. *Rev Bras Med Esporte*, 22. <https://doi.org/10.1590/1517-869220162204160783>
- Ćurković, S., Antabak, A., Haluzan, D., Luetić, T., Prlić, I., & Šiško, J. (2015). Medical thermography (digital infrared thermal imaging – DITI) in paediatric forearm fractures – A pilot study. *Injury*, 46, S36–S39. <https://doi.org/10.1016/J.INJURY.2015.10.044>
- Grandjean-Thomsen, P.; Martins, R. Á. B. L.; Silva, A. P. (2017). *Quantificação da área de alteração de temperatura em membros superiores durante o exercício resistido por meio de processamento de imagens termográficas infravermelhas*. Dissertação de mestrado. <http://pergamumweb.umc.br/pergamumweb/vinculos/000002/00000250.pdf>
- HaslerudSturla, Brandão, L.-M. A., FrigoLúcio, Magnus, B., Labat, M., Fjell, N., Heide, M., & JoensenJon. (2017). Low-Level Laser Therapy and Cryotherapy as Mono- and Adjunctive Therapies for Achilles Tendinopathy in Rats. *Https://Home.Liebertpub.Com/Pho*, 35(1), 32–42. <https://doi.org/10.1089/PHO.2016.4150>
- Hildebrandt, C., Zeilberger, K., John Ring, E. F., & Raschner, C. (2012). The Application of Medical Infrared Thermography in Sports Medicine. In *An International Perspective on Topics in Sports Medicine and Sports Injury*. <https://doi.org/10.5772/28383>
- Iorio, M. L., Han, K. D., Evans, K. K., & Attinger, C. E. (2015). Combined Achilles tendon and soft tissue defects: Functional outcomes of free tissue transfers and tendon vascularization. *Annals of Plastic Surgery*, 74(1), 121–125. <https://doi.org/10.1097/SAP.0B013E31828BB353>
- Kadir, D., Ceren, U., Busra, S., Esra, K., & Ali, M. M. (2015). Estudio sobre la Estructura y Desarrollo Morfológico del Tendón Calcáneo y el Músculo Tríceps Sural en Fetos Humanos Durante el Período Fetal y Evaluación de la Importancia Clínica del Tendón Calcáneo. *International Journal of Morphology*, 33(3), 920–929. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022015000300019>
- Klaumann, P. R., Wouk, A. F. P. F., & Sillas, T. (2008). Patofisiologia da dor. In *Archives of Veterinary Science*. 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.5380/avs.v13i1.11532>
- Laboratory Animal Anaesthesia. (2016). In *Laboratory Animal Anaesthesia*. <https://doi.org/10.1016/c2013-0-13494-0>
- Lahiri, B. B., Bagavathiappan, S., Jayakumar, T., & Philip, J. (2012). *Medical applications of infrared thermography: A review*. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2012.03.007>
- Longo, U. G., Ronga, M., & Maffulli, N. (2018). Achilles Tendinopathy. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 26(1), 112–126. <https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000185>
- Maffulli, N., Longo, U. G., Kadakia, A., & Spiezia, F. (2020). Achilles tendinopathy. *Foot and Ankle Surgery*, 26(3), 240–249. <https://doi.org/10.1016/J.FAS.2019.03.009>
- Mathews, W., Ellis, R., Furness, J. W., Rathbone, E., & Hing, W. (2020). Staging achilles tendinopathy using ultrasound imaging: the development and investigation of a new ultrasound imaging criteria based on the continuum model of tendon pathology. *BMJ Open Sp Ex Med*, 6, 699. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000699>
- Owen, R., Ramlakhan, S., Saatchi, R., & Burke, D. (2018). Development of a high-resolution infrared thermographic imaging method as a diagnostic tool for acute undifferentiated limp in young children. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 56(6), 1115–1125. <https://doi.org/10.1007/s11517-017-1749-0>

Reinking, M. (2012). Tendinopathy in athletes. *Physical Therapy in Sport*, 13(1), 3–10. <https://doi.org/10.1016/J.PTSP.2011.06.004>

Tumilty, S., Adhia, D. B., Smoliga, J. M., & Gisselman, A. S. (2019). Thermal profiles over the Achilles tendon in a cohort of non-injured collegiate athletes over the course of a cross country season. *Physical Therapy in Sport*, 36, 110–115. <https://doi.org/10.1016/j.pts.2019.01.009>

Vieira, S., & Hossne, W. S. (2021). *Metodologia Científica para a Área de Saúde*. Grupo GEN. <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788595158658>