

## Termografia no Diagnóstico Complementar de Doenças Músculo Esqueléticas

Juliano de Trotta<sup>1</sup> e Leandra Ulbricht<sup>1</sup>

1. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba-PR, Brasil.

E-mail: [jtrotta1968@gmail.com](mailto:jtrotta1968@gmail.com)

**Resumo** - As câmeras de captação de radiações infravermelhas trouxeram uma nova perspectiva nas avaliações das sobrecargas osteomusculares, como uma tecnologia que pode complementar o diagnóstico das doenças músculo esqueléticas. Isto se dá pela sensibilidade que o método proporciona no esclarecimento sintomatológico, anatomo-fisiológico e etiológico; somado ao progressivo avanço tecnológico, tanto das câmeras quanto dos *softwares*. Esta pesquisa tem o objetivo de identificar as formas de aplicação biomédica da termografia para o auxílio diagnóstico das doenças osteomusculares. Como metodologia foi realizado um estudo exploratório em seis bases de dados. A busca incluiu três idiomas e como critério de inclusão foram selecionadas pesquisas com títulos relacionando termografia à doenças osteomusculares, publicados nos últimos cinco anos. Como resultado obtiveram-se 84 estudos, excluídos os não compatíveis e incluídos dois de relevância (embora fora do corte cronológico), permaneceram 13 estudos que foram analisados nesta pesquisa. Verificou-se que a termografia tem alta sensibilidade, variando entre 71% a 100%, de acordo com os estudos elencados e está ganhando cada vez mais espaço no apoio diagnóstico, acompanhamento e avaliação dos quadros sintomáticos osteomusculares principalmente nas patologias de punho, cotovelos e ombros.

**Palavras-chave:** Termografia; imagens infravermelhas e doenças osteomusculares; termografia e LER/DORT.

**Abstract** - The infrared radiation capture cameras have brought a new perspective in the evaluation of musculoskeletal overload, as a technology that can complement the diagnosis of musculoskeletal diseases. This is by sensibility that the method provides the symptomatic clarification, anatomical and physiological and etiological; plus the progressive technological advancement, both of the cameras as the "software". This research aims to identify ways of biomedical application of thermal imaging to aid diagnosis of musculoskeletal diseases. The methodology was performed an exploratory study in six databases. The search included three languages and as inclusion criteria were selected research with titles relating to thermography musculoskeletal diseases, published in the last five years. As a result we obtained 84 studies, excluding non-compatible and included 2 of relevance, despite being outside the predetermined time, remained 13 studies that comprised this research. It concludes that thermography has high sensitivity, ranging from 71% to 100%, according to the listed studies and is gaining more and more space to support diagnosis, monitoring and evaluation of symptomatic cases musculoskeletal disorders mainly in the wrist, elbows and shoulders.

**Keywords:** Thermography; infrared images and musculoskeletal disorders; thermography and RSI / MSDs

## 1. INTRODUÇÃO

Com comprimento de onda entre 0,75 a 100  $\mu\text{m}$  a radiação infravermelha não é visível ao olho humano e é emitida por todos os objetos, materiais e ou seres acima do zero absoluto (1).

Esta radiação pode ser captada por câmeras termográficas na faixa de 6 a 15  $\mu\text{m}$ , gerando imagens em escala colorimétrica que são capazes de traduzir diferentes faixas de temperaturas da superfície cutânea, sem danos ao organismo e sem riscos ao paciente (1, 2).

A termografia usada inicialmente para fins militares, obteve sua liberação para o uso médico em 1960. Desde então, a tecnologia das câmeras geradoras das imagens infravermelhas avançaram muito, permitindo imagens de alta resolução, mais de 64.000 pontos precisos, com sensibilidade térmica de 0,05°C a 0,1°C (3).

Os softwares também se diferenciaram, permitindo avaliações funcionais e interação com outros métodos diagnósticos como a Ressonância Magnética(1,2).

Assim, um dos possíveis usos desta tecnologia seria no diagnóstico precoce complementar dos Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT).

Uma vez que, quando ocorrem lesões teciduais, principalmente com processos inflamatórios, o despertar da sintomatologia dolorosa gerada pelos neurotransmissores e aumento da microcirculação local, eleva a temperatura regionalmente causando áreas de hiperradiação, os “hot spot” pontos de hiperaquecimentos, traduzindo anormalidades fisiológicas e conseqüentemente indícios de distúrbios locais (1).

Neste sentido, a termografia poderia ser um importante meio auxiliar de diagnóstico, não só no apoio quanto a etiologia dos sintomas osteomusculares, mas como preditivo de doenças musculoesqueléticas (4), com grande utilidade nas doenças por esforços repetitivos.

Assim, este estudo tem a intenção de identificar as formas de aplicação biomédica da termografia para o auxílio diagnóstico das doenças osteomusculares.

## 2. METODOLOGIA

Foi realizado um estudo exploratório em seis bases de dados Scielo, Web of Science, Google acadêmico, Pub Med, Science Direct e Scopus.

A busca compreendeu o período de junho de 2010 a junho de 2015 em três idiomas com as seguintes palavras chave: thermography and musculoskeletal diseases related to work; medical termography, infrared images and repetitive strain injuries; imágenes térmicas y las enfermedades osteomusculares relacionados al trabajo; termografia médica, imágenes infrarrojas y las lesiones por esfuerzo repetitivo; termografia e doenças músculo esqueléticas relacionadas ao trabalho; termografia médica; imagens infravermelhas; e lesões por esforços repetitivos.

Seguiu-se um fluxo para triagem dos estudos encontrados na busca eletrônica literária (Figura 1).

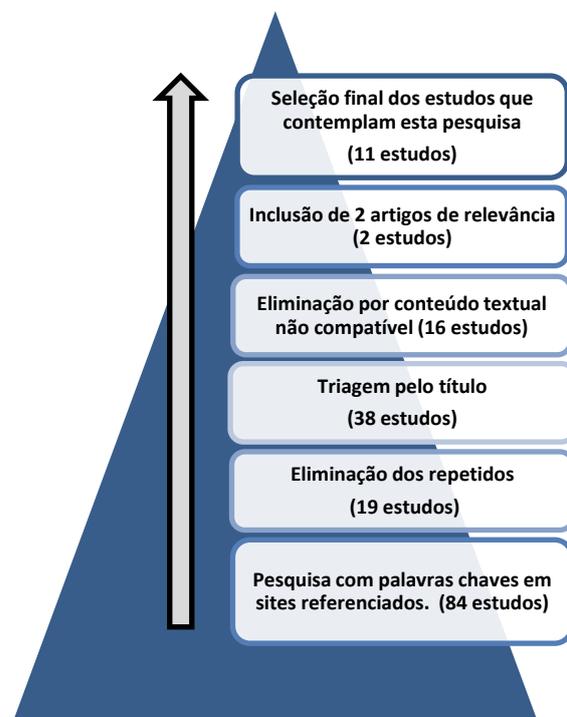


Figura 1. Seleção dos artigos.

Apesar de serem encontrados muitos artigos envolvendo a termografia, poucos atenderam aos parâmetros deste estudo. Na busca inicial obteve-se 84 artigos, eliminados os estudos repetidos(19) e retiradas as pesquisas, ou com títulos(38) ou com contextos(16) não compatíveis, sobraram apenas onze estudos selecionados, que apresentavam a relação desejada entre imagens termográficas com doenças osteomusculares.

Além disto, foram incluídos os estudos de Brioschi, 2007 (1) e Souza, 2004 (5) por serem relevantes ao propósito desta pesquisa.

### 3. RESULTADOS

Os artigos selecionados foram resumidos em tópicos: autor e ano de edição, título do estudo, parte do corpo envolvida na pesquisa, metodologia empregada, resultados obtidos e conclusão.

Os resultados obtidos foram também separados pela sua relação com os segmentos corporais envolvidos, sendo quatro entre termografia e as doenças osteomusculares de segmentos diversos do corpo (quadro 1); sete pesquisas que relacionam a termografia com as doenças osteomusculares de membros superiores e cintura escapular (quadro 2); e dois estudos relacionados com membros inferiores (quadro 3).

Nestes estudos, a tecnologia das imagens termográficas mostram a diversidade e a amplitude de aplicação como método diagnóstico e de acompanhamento em diversas doenças osteomusculares, como: lesões miofaciais (1,12); sobrecarga músculo-esquelética (10,16); LER/DORT (5,6,7,10); reabilitação pós-operatória de joelho (7); tendinites, tenossinovites de punho e síndrome do túnel do carpo (5,6,11), ou simplesmente de forma elucidativa das síndromes dolorosas (1,9,12).

Como resultados gerais, todos os estudos selecionados apontam a termografia, com ou sem outros exames de apoio, como importante método complementar na avaliação das doenças musculoesqueléticas.

AUTOR / ANO	TÍTULO	PARTE DO CORPO	MÉTODO	RESULTADO	CONCLUSÃO
Brioschi ML, Yeng LY, Pastor EMH, Colman D, Silva FMRM, Teixeira MJ 2007 (1)	Documentação da síndrome dolorosa miofascial por imagem infravermelha	Pontos-gatilho miofasciais diversos	Revisão de literatura sobre IR na documentação da síndrome dolorosa miofascial.	As áreas dolorosas se apresentam termicamente assimétricas.	A termografia é útil no diagnóstico e acompanhamento dos pontos-gatilho miofasciais, a aplicação da imagem infravermelha mostrou-se importante como recurso complementar de diagnóstico na doença profissional
Rios MM, Chacon EM, Fernández AC, Guillén EO. 2011 (15)	Termografía infrarroja y el estudio de riesgos de lesiones músculo esqueléticas.	Tronco	Avaliação de um determinado posto de trabalho (montagem de pneus) com aplicação da termografia e o método REBA (AET)	Houve correlação (coef. Pearson 0,2497) entre a termografia e o AET pelo método REBA	Concluiu-se que a Termografia é um método confiável para avaliação biomecânica dos postos de trabalho.
Brioschi ML, 2011 (9)	Termografia Pericial	Todos segmentos do corpo	Avaliação pericial de capacidade laboral	Obteve como resultado concordância nas avaliações termográficas com os quadros algícos das perícias.	A termografia é útil no apoio da avaliação pericial das síndromes dolorosas e das variáveis que interferem na capacidade para o trabalho. Sendo um método de expressiva sensibilidade diagnóstica.
Meira LF, Krueger E, Neves EB, Nohama P, Souza MA (14).	Termografia na área biomédica.	Vários segmentos	Revisão 25 trabalhos com foco no emprego da técnica da termografia nas especialidades médicas	Mostrou a empregabilidade do exame de termografia na Ortopedia, odontologia, no esporte, na oncologia, na cardiologia, na medicina forense, na hemodinâmica, na endocrinologia, na obstetrícia, na ergonomia, e na fisioterapia.	Conclui-se que o uso da termografia em conjunto com outros métodos pode ser decisivo para a definição do diagnóstico médico ou avaliar a eficácia do tratamento.

**Quadro 1.** Estudos selecionados que abordaram patologias músculo esqueléticas em vários segmentos corporais

AUTOR / ANO	TÍTULO	PARTE DO CORPO	MÉTODO	RESULTADO	CONCLUSÃO
Filus R, 2011 (10)	Utilização da imagem infravermelha normatizada para diagnóstico de doenças ocupacionais e correlação com eletromiografia de superfície e ressonância magnética	Ombro	Estudo comparativo utilizando a termografia normatizada e a eletromiografia de superfície em grupo 5 indivíduos com lesão de ombro e outro grupo controle de 8 indivíduos sem lesões.	A termografia apresentou médias anormais de temperatura em 100% dos casos que apresentavam diagnóstico prévio, e em comparação com os indivíduos normais.	A termografia pode ser usada para estabelecer níveis de fadiga e também direcionar possíveis padrões diagnósticos de lesões.
Rocha J, Queijo L, Santos J 2013 (16)	Utilização de técnica termográfica, para determinação de desequilíbrios musculares, durante o transporte de laptop em mochila suportada por um único ombro	Ombro	Análise de imagens termográficas captadas de 2 adultos jovens carregando mochila em um ombro	Verificou-se que a temperatura do tronco do lado contralateral da carga apresentou-se mais elevada. Obteve-se a verificação que tanto a roupa quanto a gordura corporal são fatores que influenciam nos resultados (qu岸os % respectivamente?).	Concluiu-se que quando as mochilas são carregadas de forma adequada, as imagens não apresentaram alterações.
Rossi C, Sehnem E, Rempel C. 2013 (12)	A termografia infravermelha na avaliação dos pontos-gatilho miofasciais em patologias do ombro	Ombro	Avaliação de 11 voluntários utilizando algometria de pressão e termografia em indivíduos sintomáticos em cintura escapular	Os 11 indivíduos avaliados apresentaram 24 pontos de gatilhos miofasciais ativos na cintura escapular, destes 75% foram visíveis na termografia.	A pesquisa evidencia que a termografia infravermelha é um exame auxiliar na avaliação dos pontos de gatilho miofasciais da cintura escapular.
Souza MV. 2004(5)	Termografia como exame complementar no diagnóstico diferencial de LER / DORT em trabalhadores bancários de cricúma.	Ombros e punho	Avaliação termográfica de 10 bancários com quadro suspeito de DORT	A termografia foi sensível na detecção das alterações musculoesqueléticas	Sensibilidade de 100% para detecção de lesões de ombro e 50% em punhos.
Garcia DR, 2004 (7)	Validação da termografia no diagnóstico de lesões por esforços repetitivos / distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho.	Ombros, cotovelos e punhos	Avaliação de 26 taquígrafos, 15 digitadores e 10 em atividades sem riscos . Submetidos a exame clínico, ecográfico, termográfico de punho, cotovelo e ombros.	Houve diferença de significância estatística dos resultados encontrados nas imagens termográficas para punho, cotovelo e ombro.	De uma maneira geral a termografia foi mais sensível do que específica, mostrou resultados de grande avanço no auxílio diagnóstico de DORT, principalmente em punhos e nas fases iniciais.
Gold JE, Cheniack M, Buchholz B. 2014 (11)	Infrared thermography for examination of skin temperature in the dorsal hand of office workers	Punho	28 avaliados, divididos em 3 grupos de trabalhadores de escritório, após 9 min. de digitação, através da termografia dinâmica	O grupo com doença musculoesquelética sem "mão frias" mostrou temperatura 1,4°C acima do grupo controle, e os de doença musculoesquelética com "mãos frias" apontou temperaturas 2,7°C abaixo do grupo controle.	Teclado foi um indutor de sintomas de mãos frias, talvez por reduzir o fluxo sanguíneo, apesar do estudo não ter esclarecido o mecanismo pelo qual isso ocorre.
Magas V, Neves EB, Moura MAM, Nohama P. 2014 (6)	Avaliação da aplicação da termografia no diagnóstico de Tendinite de punho por LER/DORT	Punho	Avaliação termográfica de 8 indivíduos reconhecidamente com tendinite de punho e 8 indivíduos saudáveis (como grupo controle).	Houve diferença significativa tanto para média das diferenças de temperatura quanto para a taxa de variação de temperatura entre o punho lesionado e o punho contralateral. A termografia apresentou também sensibilidade 86% e especificidade elevadas 100% para as variáveis estudadas.	O estudo apresentou resultados significativos indicando que a termografia é capaz de detectar tendinite de punho.

**Quadro 2.** Estudos selecionados que abordaram patologias músculo esqueléticas de membros superiores

AUTOR / ANO	TÍTULO	PARTE DO CORPO	MÉTODO	RESULTADO	CONCLUSÃO
Piñonosa S, Quintana MS, Milanovic L, Coterón J and Sampedro J. 2013 (13)	Thermal evolution of lower limbs during a rehabilitation process after anterior cruciate ligament surgery	Joelho	Avaliação de reabilitação de 25 pacientes operados de LCA, no primeiro dia pós op. e no último dia (depois de 6 semanas).	Os resultados se mostraram significativos, houve aumento de temperatura na região posterior da coxa entre a primeira e a última semana da reabilitação, este processo foi provavelmente devido a um mecanismo compensatório.	Conclui-se que a temperatura da área posterior da perna lesada e não lesada aumentou desde o primeiro até ao último dia do processo de reabilitação.
Trocova M, Hudak R, Foffova P, Zivcak J. 2010 (2)	An importance of camera- subject distance and angle in musculoskeletal applications of medical thermography	Membros inferiores	Avaliação imagens termográficas de 20 indivíduos em distâncias e angulações de captação imagens diferentes.	Não houve correlação da temperatura oral ou axilar com a temperatura da superfície cutânea dos MMII	A calibração do "corpo preto" deve ser usada

**Quadro 3.** Estudos selecionados que abordaram patologias músculo esqueléticas de membros inferiores

#### 4. DISCUSSÃO

A termografia ou imagem digital infravermelha termal, monitora a distribuição de radiação eletromagnética de áreas ou pontos da superfície cutânea fornecendo informações fisiopatológicas e anatômicas, que quando relacionadas ao exame clínico e a outros métodos diagnóstico, como a eletromiografia, ultrassonografia, RX, ressonância magnética, firma-se um importante meio diagnóstico complementar de apoio médico á diversas patologias(2,6,7,8), sendo já amplamente utilizada nas especialidades médicas: endocrinologia, reumatologia, oncologia, angiologia, cardiologia, infectologia, fisioterapia, perícias médicas, ortopedia e medicina do esporte(9).

A característica relevante das imagens infravermelhas e o que a faz ser um diferencial dos demais meios diagnósticos, é a segurança da técnica, por ser indolor, não invasiva, sem emissão de radiação ionizante, ser portátil e de fácil execução, sem riscos para o paciente e para o examinador (10).

De acordo com a literatura, nas doenças musculoesqueléticas a termografia é útil na detecção dos processos inflamatórios e nas sobrecargas osteomusculares relacionadas ou não ao trabalho (11)

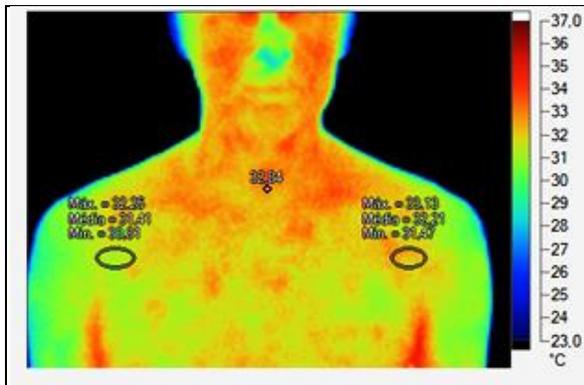
Os autores Rossi et al. (2013), avaliaram em seus estudos 11 indivíduos, eles apresentaram 24 pontos de gatilhos miofaciais ativos na cintura escapular, destes 75% foram visíveis nas imagens infravermelhas. Confirmando que a termografia também é um exame auxiliar na avaliação dos pontos de gatilho miofaciais da cintura escapular(12).

Piñonosa et al. (13), avaliaram pós-operatórios de cirurgias do joelho e levantaram uma questão importante referente a sobrecarga compensatória apontada pela comparação das imagens termográficas nestes casos, além do acompanhamento dos joelhos operados. Visualizaram a sobrecarga de musculatura de apoio na evolução das captações das imagens infravermelhas, mostrando também a importância deste método não só no acompanhamento das lesões, mas na alta demanda osteomuscular sem patologia local (14).

Muitos estudos recaem na avaliação termográfica do segmento do punho, principalmente na síndrome do túnel do carpo, tendinites, e síndromes miofaciais, todos eles apontam resultados estatisticamente significantes positivos relacionando as imagens com os distúrbios locais(6,7,11).

Na cintura escapular, especificamente nas estruturas que envolvem o ombro, a termografia pode ser usada para estabelecer níveis de fadiga e

também direcionar possíveis padrões diagnósticos de lesões (Figura 2).



**Figura 2.** Imagens infravermelhas da região escapular de um trabalhador com posto de trabalho de risco moderado para desenvolvimento de DORT na AET. A imagem termográfica mostra áreas da região do subescapular com comparação de médias de temperaturas bilateralmente. (Autoria própria, 2015)

Da mesma forma, nos estudos sobre pontos de gatilhos miofasciais dolorosos as imagens infravermelhas mostraram-se importante como recurso complementar na elucidação doença profissional (1,6)

Dos estudos avaliados (12), exceto o estudo de Magas et al.(3), apontam a termografia como exame complementar de características de maior sensibilidade do que especificidade no apoio diagnóstico para as doenças musculoesqueléticas.

## 5. CONCLUSÃO

Percebe-se que a tecnologia que envolve os equipamentos geradores das imagens infravermelhas avançou muito ao longo do tempo, tudo isso mantendo a segurança do método, o que aumentou a sensibilidade e difundiu a empregabilidade do método nas diversas especialidades médicas.

Verificou-se que a termografia tem alta sensibilidade, variando entre 71% a 100% de acordo com os estudos elencados e está ganhando cada vez mais espaço no apoio diagnóstico, acompanhamento e avaliação dos quadros sintomáticos osteomusculares principalmente nas patologias de punho, cotovelos e ombros.

Assim, conclui-se que a termografia hoje é um método eficaz no auxílio diagnóstico tanto nas situações de aumento da demanda fisiológica de determinados grupos músculo esqueléticos,

quanto nas patologias osteomusculares relacionadas ou não com o trabalho.

## REFERÊNCIAS

1. Brioschi ML, Yeng LY, Pastor EMH, Colman D, Silva FMRM, Teixeira MJ. Documentação da síndrome dolorosa miofascial por imagem infravermelha. *Acta Fisiatr* 2007 14(1): 41-48.
2. Tkacova M, Hudak R, Foffova P, Zivcak J. An importance of camera- subject distance and angle in musculoskeletal applications of medical thermography. *Acta Electrotechnica*, 2010 10(1): 57-60.
3. Santos MGR, Silva LGC, Júnior JRS, Lemos TV. Termografia: uma ferramenta de auxílio no diagnóstico fisioterápico – revisão de literatura. *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal*. 2014, 12:1013-1032..
4. Ludwig N, Formenti D, Garagano M, Alberti G. Skin temperature evaluation by infrared thermography: Comparison of image analysis methods. *Infrared Physics & Technology* 2014 26: 1-6.
5. Souza MV. Termografia como exame complementar no diagnóstico diferencial de LER / DORT em trabalhadores bancários de Criciúma. Criciúma: UNESC; 2004.
6. Magas V, Neves EB, Moura MAM, Nohama P. Avaliação da aplicação da termografia no diagnóstico de Tendinite de punho por LER/DORT. Curitiba: PUCPR; 2014.
7. Garcia DR. Validação da termografia no diagnóstico de lesões por esforços repetitivos / distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho. Porto Alegre: UFRGS; 2004.
8. Zivcak J, Madarasz L, Hudak R. Application of medical thermography in the diagnostics of Carpal Tunnel Syndrome. 12th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics 2011: IEEE; 2011. p. 535-9
9. Brioschi ML, Silva FMRM, Colman D, Adratt E, Laibida C. Termografia pericial. *Revista Brasileira de Fisioterapia do Trabalho*. 2011 Maio; 1(3): 82-7.
10. Rodrigo F. Utilização da imagem infravermelha normatizada para diagnóstico de

doenças ocupacionais e correlação com eletromiografia de superfície e ressonância magnética. Curitiba: UTFPR; 2011.

11. Gold JE, Cheniack M, Buchholz B. Infrared thermography for examination of skin temperature in the dorsal hand of office workers. *J. Physiol.* 2014; 93: 245-251.

12. Rossi C, Sehnem E, Rempel C. A Termografia infravermelha na avaliação dos pontos-gatilho miofasciais em patologias do ombro. *ConScientiae Saúde* 2013; 12(2):266-273.

13. Piñonosa S, Quintana MS, Milanovic L, Coterón J and Sampedro J. Thermal evolution of lower limbs during a rehabilitation process after anterior cruciate ligament surgery. *Kinesiology* 2013; 45(1):121 -129.

14. Meira LF, Krueger E, Neves EB, Nohama P, Souza MA. Termografia na área biomédica. *Pan American Journal of Medical Thermology.* 2014; 1: 31-41.

15. Rios MM, Chacon EM, Fernández AC, Guillén EO. Termografía infrarroja y el estudio de riesgos de lesiones músculo esqueléticas. *Ingeniería Industrial.* 2011; 10(1):55-67.