

## FUNDAMENTOS DA TERMOGRAFIA PARA O ACOMPANHAMENTO DO TREINAMENTO DESPORTIVO

Eduardo Borba Neves<sup>1</sup>, Victor Machado Reis<sup>2</sup>

### RESUMO

A termografia é reconhecida com método diagnóstico pela *American Medical Association* desde 1987. Este método envolve a detecção de radiação infravermelha emitida pela pele e proporciona a análise das funções fisiológicas relacionadas com o controle da temperatura da pele de forma não invasiva, sem expor o paciente a qualquer tipo de radiação. O objetivo deste trabalho é descrever os principais fundamentos relacionados ao uso da termografia (aquisição, análise dos termogramas e aplicações já conhecidas) para o acompanhamento do treinamento desportivo. Para tanto, o texto foi estruturado nos seguintes tópicos: fundamentos fisiológicos do controle da temperatura, requisitos técnicos do equipamento de aquisição e análise das imagens térmicas, protocolo da aquisição das imagens térmicas, e acompanhamento do treinamento desportivo por termografia. Pode-se concluir que a termografia vem sendo utilizada cada vez mais na área médico-desportiva e já apresenta aplicações para o diagnóstico de lesões músculo-esqueléticas, na avaliação da recuperação muscular após treinos e competições, para liberação de atletas para treinos específicos e como preditor do  $VO_{2max}$ . Entretanto, ainda existem aspectos fundamentais da fisiologia térmica que precisam ser esclarecidos com maior profundidade como: a influência da camada adiposa na temperatura da pele e a resposta térmica do corpo a diferentes tipos de atividade.

**Palavras-chave:** Termografia; Treinamento Desportivo; Diagnóstico.

### ABSTRACT

Thermography is recognized diagnostic method since 1987 by the American Medical Association. This method involves the detection of infrared radiation emitted by the skin and provides the analysis of physiological functions related to the control of the temperature of the skin noninvasively, without exposing the patient to any type of radiation. The objective of this paper is to describe the background related to the use of thermal imaging (acquisition, analysis of thermograms and already known applications) for monitoring sports training. To this end, the text is structured in the following topics: fundamentals of physiological temperature control, technical requirements of the equipment acquisition, analysis of thermal images, the acquisition protocol of thermal images, and monitoring of sports training by thermography. It can be concluded that thermography has been used increasingly in medical and sports area and already has applications for the diagnosis of musculoskeletal disorders in the evaluation of muscle recovery after training and competitions for athletes to release specific workouts and how predictor of  $VO_{2max}$ . However, there are fundamental aspects of physiology of heat that must be understood in greater detail as the influence of the fat layer in the skin temperature and the thermal response of the body to different types of activity.

**Keywords:** thermography; Athletic Training; diagnosis.

1. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, Brasil. E-mail: [borbaneves@hotmail.com](mailto:borbaneves@hotmail.com)

2. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real, Portugal.

## INTRODUÇÃO

A literatura recomenda a prática de atividade física regular para indivíduo de todas as idades, pois essa prática quando feita de maneira regular proporciona inúmeros benefícios à saúde<sup>1, 2</sup>. Recentemente foi publicado o *Canada's Physical Activity Guidelines for Adults*, que relata os diversos benefícios oriundos da prática de atividade física regular por adultos, tais como a prevenção primária de: doenças cardiovasculares, acidente vascular cerebral, hipertensão, câncer de mama, câncer de cólon, diabetes tipo 2 e osteoporose<sup>3</sup>.

A termografia é reconhecida com método diagnóstico pela *American Medical Association* desde 1987. Este método envolve a detecção de radiação infravermelha emitida pela pele e proporciona a análise das funções fisiológicas relacionadas com o controle da temperatura da pele de forma não invasiva, sem expor o paciente a qualquer tipo de radiação<sup>4</sup>. Os mesmos autores ainda destacam que o treinamento de alto desempenho leva o sistema locomotor para a borda de seus limites fisiológicos e a termografia pode ser uma ferramenta de acompanhamento desse processo<sup>4</sup>.

O objetivo deste trabalho é descrever os principais fundamentos relacionados ao uso da termografia (aquisição, análise dos termogramas e aplicações já conhecidas) para o acompanhamento do treinamento desportivo.

## FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS DO CONTROLE DA TEMPERATURA

A temperatura corporal é controlada pelo hipotálamo. Os três principais fatores que determinam sua variação são: taxa metabólica basal, atividade orgânica específica e atividade muscular. Os mecanismos físicos da condução térmica são: condução, convecção, evaporação e radiação. A convecção, por meio do fluxo sanguíneo, é o principal mecanismo de transferência de calor dentro do corpo. Por outro lado, a radiação (infravermelha na faixa espectral de 0,7 a 15  $\mu\text{m}$ ) é o maior mecanismo de perda térmica do corpo humano, responsável por 60% da perda total de calor<sup>5</sup>.

Com relação aos tecidos corporais, podemos entender, de forma simplificada, que os músculos e órgãos internos são os locais de geração de calor; o sangue é o

principal tecido responsável pela dissipação do calor e o tecido adiposo desempenha uma função de isolante térmico.

## REQUISITOS TÉCNICOS DO EQUIPAMENTO DE AQUISIÇÃO E ANÁLISE DAS IMAGENS TÉRMICAS

O equipamento de aquisição das imagens térmicas, chamado comumente de termovisor, deve ser adequado ao objetivo clínico/prático desejado. Em geral, recomenda-se utilizar as termovisores que operem na faixa do infravermelho longo, entre 7 a 15  $\mu\text{m}$ ; possuam resolução de 320 x 240 pixels e sensibilidade térmica 0,05°C; e ainda possuam programas específicos para a análise dos termogramas. Entretanto, existem equipamentos com características técnicas diferentes que podem atender a demandas específicas de monitoramento de condições fisiológicas de atletas e praticantes de atividade física.

As Figuras 1 e 2 apresentam as interfaces de dois softwares de análise de imagens térmicas, dos dois fabricantes mais encontrados no mercado.

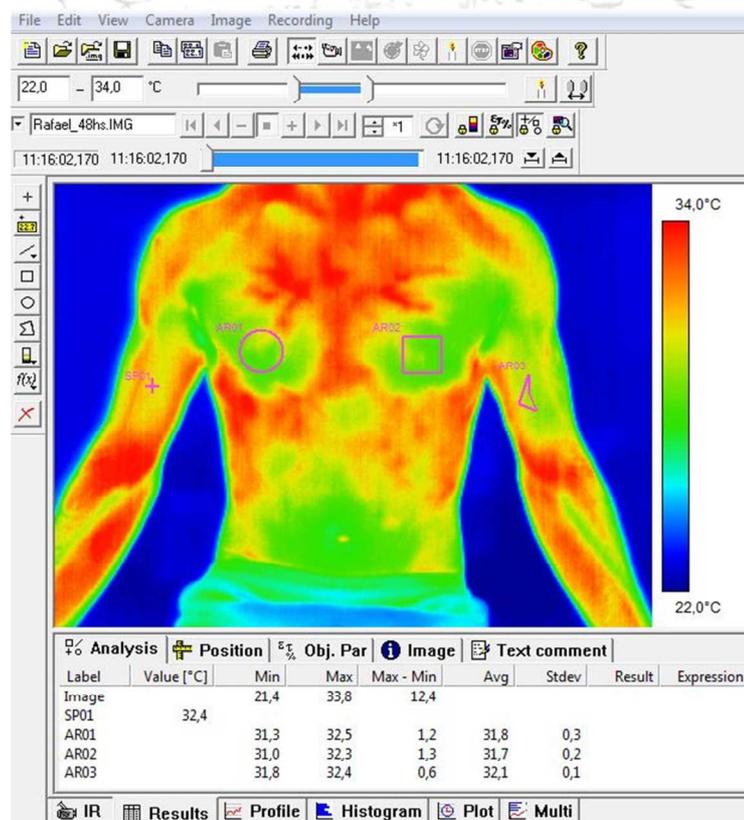


Figura 1. Interface do software ThermalCam Research 2.9 da FLIR®

Os softwares de análise de imagens térmicas (termogramas) devem possibilitar, entre outras ferramentas, o traçado de pontos e áreas nas regiões de interesse, bem como o cálculo das temperaturas máximas, mínimas, médias e do desvio padrão, conforme ilustrado na parte inferior da Figura 1.

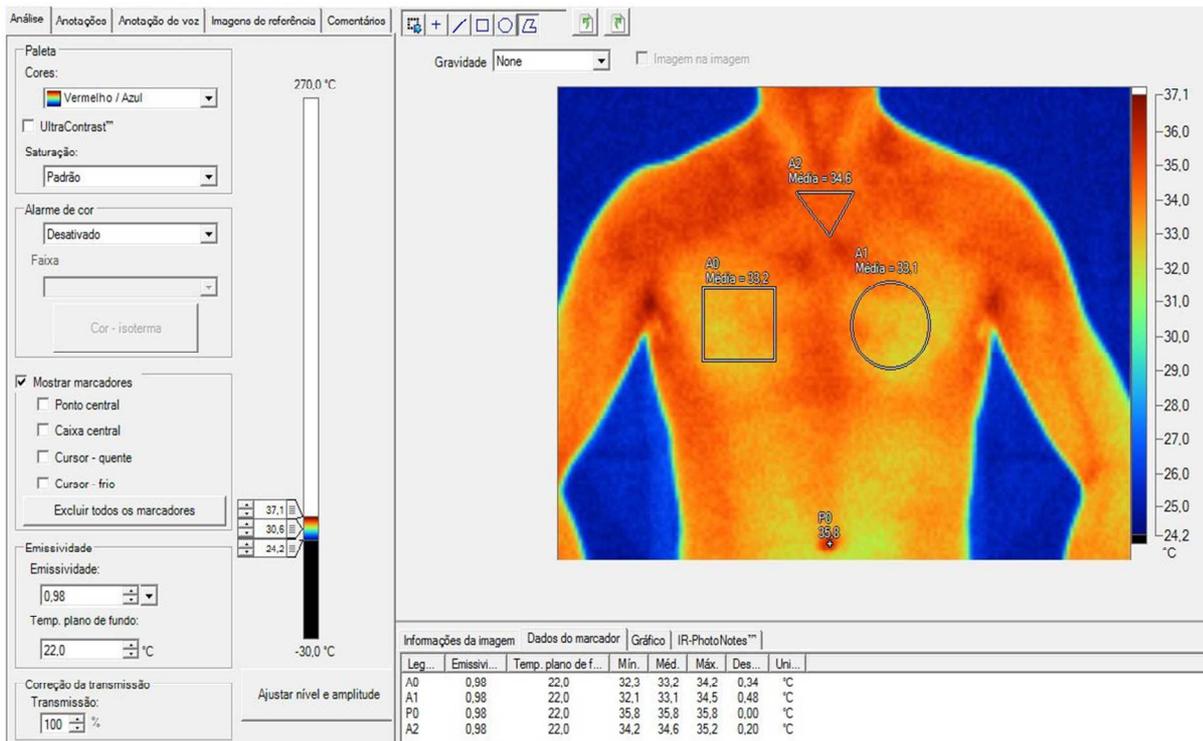


Figura 2. Interface do software Smartview 3.5 da FLUKE®

Na Figura 2 podemos destacar as ferramentas de ajuste de cores (paletas de cores), amplitude (ajustar nível e amplitude) e emissividade. Essas ferramentas são importantes para a visualização do termograma e precisão das medidas.

As paletas de cores referem-se às diversas escalas de cores disponíveis para a representação da imagem térmica. Já a ferramenta de amplitude permite ajustar a temperatura mínima e máxima representada no termograma, modificando o nível de discriminação térmica dentro da imagem. A Figura 3 apresenta as paletas de cores mais comuns.

Com relação ao ajuste da emissividade, recomenda-se utilizar o valor de 0,98 por ser o que melhor se ajusta a pele humana<sup>6, 7</sup>.

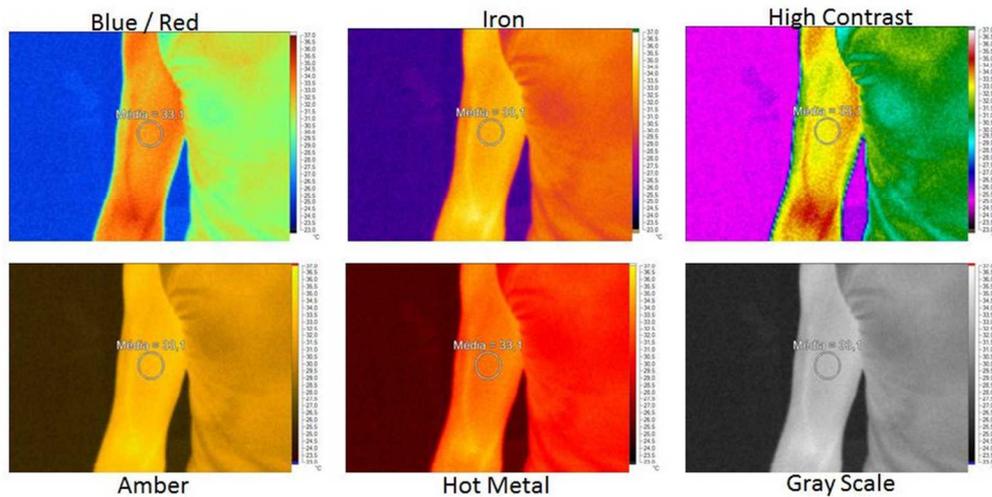


Figura 3. Paletas de cores utilizadas em análises de termogramas

## PROTOCOLO DA AQUISIÇÃO DAS IMAGENS TÉRMICAS

A aquisição da imagem infravermelha requer cuidados que minimizem a interferência dos fatores biológicos (internos) e dos fatores ambientais (externos).

O controle dos fatores biológicos é realizado por meio de orientações aos atletas / avaliados como, por exemplo: não palpar, pressionar, esfregar ou coçar a pele em nenhum momento até que estivesse completado todo o exame termográfico; não tome medicamentos que possam ser suspensos temporariamente (calmantes, anti-inflamatório, analgésicos, etc.); caso esteja sob ação de medicamentos, informe ao responsável antes de realizar o exame; não ingerir produtos termogênicos (exemplo: café) nas duas horas precedentes ao exame; o banho deve ser pelo menos duas horas antes, evitando-se expor-se a água muito quente ou fria; evitar aplicar qualquer material sobre pele, tais como loções, desodorantes, talcos, analgésicos, filtro solar, hidratante, creme, etc. próximo à região a ser examinada; use uma roupa confortável para impedir que a circulação sanguínea fique restrita, evitando assim, gerar áreas de compressão; não utilizar anéis, correntes e pulseiras durante o exame; evitar a manipulação da região a ser examinada ou a compressão exercida por roupa, cadeiras ou partes do corpo (cruzar as pernas, braços em contato com a lateral do corpo, debruçar-se sobre os cotovelos, etc.); informe as atividades físicas realizadas nas 72 horas precedentes ao exame <sup>8,9</sup>.

O controle dos fatores ambientais é realizado mantendo a temperatura e umidade da sala de avaliação em uma pequena faixa de variação (recomenda-se que a temperatura seja de  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e a umidade relativa do ar de  $50\% \pm 10\%$ ). Devem-se evitar correntes de ar maiores do que  $0,2 \text{ m/s}$  <sup>8,9</sup>.

Antes da avaliação, os sujeitos a serem avaliados devem permanecer de 15 a 30 minutos no ambiente controlado com a área do corpo a ser avaliada descoberta, para fins de aclimatação, pois se sabe que a temperatura da pele varia com a temperatura do ambiente <sup>8,9</sup>.

## **ACOMPANHAMENTO DO TREINAMENTO DESPORTIVO POR TERMOGRAFIA**

Para ilustrar as possibilidades de aplicação da termografia no acompanhamento do treinamento desportivo pode-se recorrer aos trabalhos de Bandeira et al. <sup>8,9</sup>, Carmona<sup>10</sup> e Chudecka e Lubkowska <sup>7</sup>. Esses trabalhos foram realizados com atletas de Futebol, Rúgbi e Voleibol, respectivamente.

Em 2012, Bandeira et al. <sup>9</sup> publicaram o trabalho intitulado “Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol?”, realizado com atletas de um time de futebol que foram divididos em dois grupos para realizarem trabalho aeróbio e de força. Os autores concluíram que as imagens termográficas são úteis para, em conjunto com a creatina-quinase (CK), determinar a intensidade e a localização de lesões musculares pós-treino, uma vez que apenas a CK não consegue determinar a localização anatômica da lesão muscular.

Ainda em 2012, Carmona<sup>10</sup> publicou um estudo demonstrando a aplicabilidade da termografia na prevenção de lesões no futebol. O protocolo apresentado indicava, de acordo com a análise dos termogramas dos jogadores, se o mesmo estava liberado para o treino, se deveria fazer um treino mais leve, ou se deveria ir para a fisioterapia. Esse protocolo conseguiu reduzir significativamente a incidência de lesões musculares na equipe considerada durante a temporada de 2009.

No trabalho intitulado “*The Use of Thermal Imaging to Evaluate Body Temperature Changes of Athletes During Training and a Study on the Impact of Physiological and Morphological Factors on Skin Temperature*” Chudecka e Lubkowska <sup>7</sup> avaliaram jogadores de voleibol antes e após o treino concluindo que

há uma correlação estatisticamente significativa entre o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{ max}}$ ) e uma diminuição na temperatura da superfície dos membros superiores ( braço e antebraço ) imediatamente após o treino físico. Isso os fez sugerir que a termografia pode ser usada como um método adicional, não invasivo, de estimar o estado de condicionamento aeróbio de um atleta em comparação a outros.

Em 2014, foi publicado o trabalho intitulado “A termografia no apoio ao diagnóstico de lesão muscular no esporte” de autoria de Bandeira et al.<sup>8</sup> que avaliaram o impacto dos treinos e jogos em diversos grupos musculares de atletas de rúgbi, concluindo que no grupo de atletas que apresentaram elevação da CK superior a 50% entre o primeiro e o segundo momento de avaliação, os músculos peitoral esquerdo e semitendíneo esquerdo apresentaram diferenças de temperatura significativas com valor de p de 0,037 e 0,045, respectivamente. E ainda, que esses músculos são os mais afetados numa partida desse esporte, e que a termografia é um método válido para identificação de lesões musculares.

## **CONCLUSÕES**

A termografia vem sendo utilizada cada vez mais na área médico-desportiva e já apresenta aplicações para o diagnóstico de lesões músculo-esqueléticas, na avaliação da recuperação muscular após treinos e competições, para liberação de atletas para treinos específicos e como preditor do  $VO_{2\text{ max}}$ . Entretanto, ainda existem aspectos fundamentais da fisiologia térmica que precisam ser esclarecidos com maior profundidade como: a influência da camada adiposa na temperatura da pele e a resposta térmica do corpo a diferentes tipos de atividade.

## **REFERÊNCIAS**

1. Powell KE, Paluch AE, Blair SN. Physical activity for health: What kind? How much? How intense? On top of what? *Public Health*. 2011;32(1):349.
2. Tremblay MS, Warburton DE, Janssen I, Paterson DH, Latimer AE, Rhodes RE, et al. New Canadian physical activity guidelines. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2011;36(1):36-46.
3. Warburton D, Charlesworth S, Ivey A, Nettlefold L, Bredin S. A systematic review

of the evidence for Canada's Physical Activity Guidelines for Adults. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2010;7(1):39.

4. Hildebrandt C, Raschner C, Ammer K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors.* 2010;10(5):4700-15.

5. Brioschi ML, Abramavicus S, Corrêa CF. Valor da imagem infravermelha na avaliação da dor. *Rev Soc Bras Estudo da Dor.* 2005;6(1):514-24.

6. Sanches IJ, Gamba HR, Souza MAd, Neves EB, Nohama P. 3D image fusion using MRI/CT and infrared images. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica.* 2013;29(3):298-308.

7. Chudecka M, Lubkowska A. The use of thermal imaging to evaluate body temperature changes of athletes during training and a study on the impact of physiological and morphological factors on skin temperature. *Human Movement.* 2012;13(1):33-9.

8. Bandeira F, Neves EB, Moura MAMd, Nohama P. A termografia no apoio ao diagnóstico de lesão muscular no esporte. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* 2014;20(1):42-7.

9. Bandeira F, Moura MAMd, Souza MAd, Nohama P, Neves EB. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol?; Can thermography aid in the diagnosis of muscle injuries in soccer athletes? *Rev bras med esporte.* 2012;18(4):246-51.

10. Carmona PMG. Influencia de la información termográfica infrarroja en el protocolo de prevención de lesiones de un equipo de fútbol profesional español.(Influence of infrared thermographic information in the injury prevention protocol of a professional spanish football team). 2012. Tesis doctorales. 2012.