

MÉTODO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS PARA AVALIAÇÃO TERMOGRÁFICA DO DORSO E DOS DEDOS DAS MÃOS

Short title: Termografia do dorso e dedos das mãos

Autores: Anna Cláudia Monteiro Gonçalves¹, Sara da Silva Rocha Rodrigues², Sabrina Guimarães Silva¹, Redha Tair³, Christiano Bittencourt Machado¹

¹Curso de Fisioterapia - Universidade Estácio de Sá - Campus Niterói

²Curso de Enfermagem - Universidade Estácio de Sá - Campus Niterói

³Université de Reims Champagne-Ardenne - Reims, França

RESUMO

Campo de estudo: termografia aplicada a Ergonomia. **Objetivo:** desenvolver uma metodologia de processamento de imagens para a avaliação termográfica do dorso das mãos e dos dedos. **Método:** 30 voluntários foram recrutados. A avaliação da temperatura do dorso das mãos foi feita com auxílio de uma câmera termográfica. O voluntário posicionou suas mãos abaixo da câmera. As imagens coletadas foram processadas usando um algoritmo baseado em intensidade, para a extração de parâmetros como média da temperatura no dorso das mãos, e diferenças de temperaturas entre as extremidades das falanges e dorso. O teste de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$) foi usado para se verificar diferenças significativas entre homens e mulheres nos parâmetros estudados. **Resultados:** alguns resultados são destacados a seguir, para mulheres e homens, respectivamente: média do dorso da mão direita = $30,22 \pm 1,83^{\circ}\text{C}$ e $30,86 \pm 2,03^{\circ}\text{C}$; média do dorso da mão esquerda = $30,17 \pm 1,97^{\circ}\text{C}$ e $30,95 \pm 2,07^{\circ}\text{C}$; diferença entre dorso e extremidade do dedo 1 direito = $2,91 \pm 2,22^{\circ}\text{C}$ e $2,32 \pm 3,44^{\circ}\text{C}$; diferença entre articulação metacarpofalângica e extremidade do dedo 1 direito = $2,01 \pm 1,57^{\circ}\text{C}$ e $1,67 \pm 2,26^{\circ}\text{C}$. Não houve diferenças significativas entre homens e mulheres, em todas as variáveis estudadas ($p > 0,05$). **Conclusões:** foi possível apresentar resultados iniciais com uma técnica de processamento de imagens que avalia não só a distribuição da temperatura nas mãos da região do dorso da mão, mas também das extremidades.

Palavras-chave: termografia, ergonomia, temperatura, processamento de imagens, mãos

ABSTRACT

Study domain: thermography applied to Ergonomy. **Objective:** to develop a methodology for image processing to assess temperature in dorsal hands and fingers. **Methods:** thirty volunteers were recruited. Temperature assessment from hands was performed using a thermographic camera. Subjects positioned their hands under the camera. The acquired images were processed using an algorithm based on intensity, for the extraction of parameters like dorsal hands mean

temperature, and temperature differences between phalangeal extremities and dorsal region. Mann-Whitney tests ($\alpha = 0.05$) were performed to verify significant differences among men and women. **Results:** some results were as follows, for men and women, respectively: mean right dorsal hand temperature = $30.22 \pm 1.83^{\circ}\text{C}$ and $30.86 \pm 2.03^{\circ}\text{C}$; mean left dorsal hand temperature = $30.17 \pm 1.97^{\circ}\text{C}$ and $30.95 \pm 2.07^{\circ}\text{C}$; difference between right dorsal region and first finger extremity = $2.91 \pm 2.22^{\circ}\text{C}$ and $2.32 \pm 3.44^{\circ}\text{C}$; difference between right metacarpophalangeal joint and first finger extremity = $2.01 \pm 1.57^{\circ}\text{C}$ and $1.67 \pm 2.26^{\circ}\text{C}$. There were no significant differences between men and women in all the studied parameters ($p > 0.05$). **Conclusions:** it was possible to present initial results with a image processing technique which evaluates not only the temperature distribution in dorsal hands, but also in extremities.

Keywords: thermography, ergonomics, temperature, image processing, hands.

INTRODUÇÃO

Pode-se entender por ergonomia a ciência que estuda o relacionamento do homem com seu ambiente de trabalho, ou seja, o ambiente propriamente dito, fatores humanos, equipamentos etc., tendo por real objetivo a saúde, segurança, satisfação e eficiência do trabalhador. Portanto, os benefícios dela são tanto para o empregador como para o empregado (IIDA, 2005. FERREIRA et al., 2009).

No entanto, sabe-se as atividades atualmente são mais monótonas e repetitivas, e as jornadas de trabalho são excessivamente prolongadas, sem contar a possibilidade dos trabalhos noturnos (MELZER et al. 2008; MINAVO-GOMEZ et al. 1997). A eficiência durante a produção é sempre mais cobrada (SILVA et al., 2009), o que atinge os trabalhadores, gerando consequências para a saúde mental e física (FLECK, 2000).

A sigla DORT surgiu para denominar os distúrbios osteomioarticulares relacionados ao trabalho. Trata-se de um conjunto de doenças e ocorrências de sintomas como parestesias, dores, sensação de peso e/ou fadiga muscular (principalmente os membros superiores) (SATO et al., 1993). As DORT atingem hoje os mais diversos trabalhadores (MELZER, 2008), possuem caráter de invisibilidade, pois muitas vezes não apresenta quaisquer sinais clínicos em suas fases iniciais (PINHEIRO et al., 2006).

Com o avanço da tecnologia, surgiram as câmeras termográficas, capazes de medir a radiação infravermelha emitida por um corpo que possui energia térmica. A termografia recentemente tem sido usada na área da saúde (BERNARD et al., 2013; ZAPROUDINA et al., 2013), correlacionando, por exemplo, a temperatura da pele com o nível de perfusão subcutânea (ANBAR, 2002). Considerando que uma diminuição da perfusão sanguínea pode

ser um fator de risco para o desenvolvimento da DORT, o uso dessa ferramenta se torna interessante (GOLD et al., 2014).

Diversos pesquisadores já tem demonstrado a viabilidade da termografia na avaliação dos membros superiores, notadamente nas atividades de trabalho. Gold et al. (2004) conseguiram discriminar indivíduos com extremidades frias com a provável causa de um fluxo reduzido de sangue, e em outro estudo demonstraram que a temperatura reduzida na pele poderia ser sinal de distúrbio do sistema nervoso simpático (GOLD et al., 2009). Ainda pelo grupo de Gold et al. (2010), uma velocidade de digitação acima de 50 palavras por minuto afetou significativamente a temperatura e o volume sanguíneo. Ademais, informação sobre a perfusão sanguínea muscular na mão poderia ser relacionada com a temperatura na pele (GOLD et al., 2010).

Recentemente, Monteiro et al. (2014) desenvolveram uma metodologia de processamento de imagens para a avaliação termográfica, porém apenas da região do dorso das mãos, com o objetivo de futuramente utilizá-lo em pesquisas na área de Ergonomia. Muita informação foi negligenciada, uma vez que o padrão de distribuição de calor nos dedos das mãos pode indicar condições clínicas importantes. Niehof et al. (2008) desenvolveram uma técnica na qual linhas eram desenhadas na imagem termográfica, correspondendo à região dos dedos, e um gradiente de temperatura era calculado desde a extremidade das falanges até a articulação metacarpofalângica. Tal método incentivou a realização do presente estudo.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi desenvolver uma técnica de processamento para avaliar imagens termográficas das mãos de indivíduos aparentemente saudáveis, focando não só a região do dorso, mas também os dedos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trinta voluntários foram recrutados, de ambos os sexos (21 mulheres e 9 homens - idade média de $25,03 \pm 8,11$ anos), todos acadêmicos de uma Universidade. Todos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, explicando sobre os procedimentos e deixando claro que os indivíduos teriam sua identidade preservada. As normas da Resolução 466/2012 sobre pesquisa em seres humanos foi respeitada, e o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Instituição, sob o registro CAAE nº 32015514.6.0000.5284.

Os critérios de exclusão considerados foram: (1) presença de fenômeno de Raynaud; (2) presença de síndrome do túnel do carpo; (3) cirurgia recente ou patologia em coluna cervical;

(4) diabetes; (5) lesão aguda em membro superior; (6) osteoartrite; (7) uso de betabloqueadores ou bloqueadores de canais de cálcio para distúrbios cardíacos. Os voluntários foram ainda orientados não realizar quaisquer tipos de exercícios intensos, não utilizar o teclado de um computador, e não consumir café nem cigarro, pelo menos 60 minutos antes das avaliações, evitando-se assim fatores que pudessem estar associados às alterações de temperatura.

Primeiramente, cada voluntário permaneceu 10 minutos sentado, com as mãos espalmadas sobre as coxas. Logo após, sentava-se em frente a uma mesa, acima da qual foi posicionada uma câmera termográfica a 63 cm paralela ao solo (i7, Flir® Systems Inc., USA; resolução da imagem: 140 x 140 pixels, sensibilidade térmica: 0,1°C; espectro: 7,5 to 13 μm ; precisão: $\pm 2^\circ\text{C}$; emissividade ajustada: 0,95). As mãos do voluntário eram então posicionadas abaixo da câmera, dentro de uma marcação retangular de 30 x 26 cm. A imagem era então capturada e salva para posterior análise.

Um algoritmo baseado em intensidade, implementado em Matlab R2010a (MathWorks Inc., USA) e aprimorado do método proposto por Monteiro et al. (2014), extraiu parâmetros das imagens como explicado a seguir.

O usuário insere o nome do arquivo que deseja analisar (uma planilha com extensão .csv). Na tela a imagem termográfica é mostrada (Figura 1) e pede-se para que seja desenhado um quadrado com o mouse na região do dorso da mão direita e depois esquerda, definindo a região de interesse (ROI - *region of interest*). Depois, solicita-se ao usuário para que cliques com o mouse sejam feitos em cada localização das articulações metacarpofalângicas direita, e depois esquerda (sempre começando na primeira articulação). Então, solicita-se também com o mouse a localização da ponta de cada dedo (mão direita primeiro, do primeiro ao quinto dedo). Com esse procedimento, as seguintes variáveis foram coletadas: média, desvio-padrão da temperatura ($^\circ\text{C}$) e área de análise (cm^2) do dorso das mãos; temperatura das extremidades dos dedos (TED); diferença entre temperatura do dorso e das extremidades dos dedos (dDED); diferença entre temperatura das articulações metacarpofalângicas e das extremidades dos dedos (dMFED).

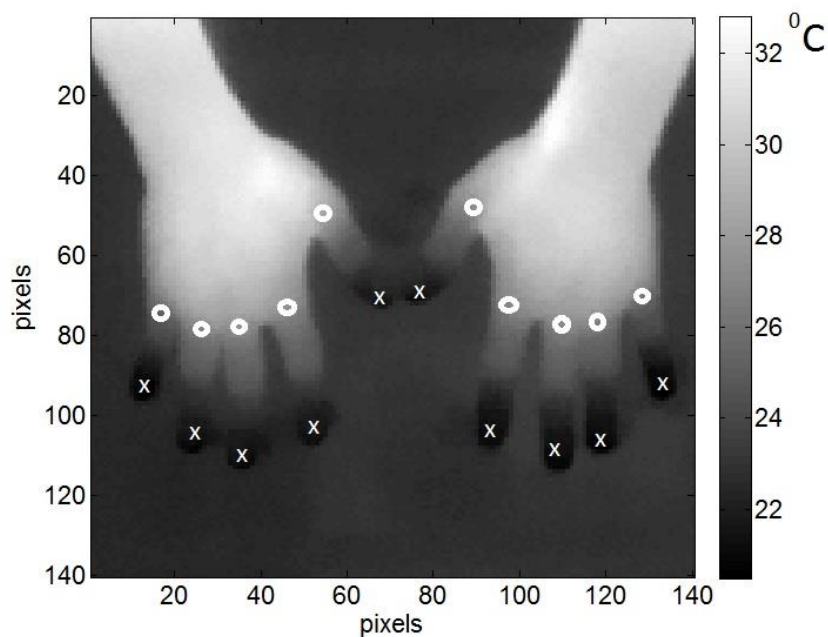


Figura 1 - Imagem termográfica das mãos de um voluntário. As articulações metacarpofalângicas são marcadas com um mouse (círculos brancos), assim como as pontas dos dedos, ou extremidades das falanges ("X" brancos).

O teste não-paramétrico de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$) foi usado para se verificar diferenças significativas entre homens e mulheres nos parâmetros estudados da imagem. O *software* estatístico SPSS v. 13 (SPSS Inc, USA) foi usado para os cálculos.

RESULTADOS

A tabela 1 mostra uma estatística descritiva dos parâmetros analisados, sem a separação entre homens e mulheres. Alguns resultados são destacados a seguir, para mulheres e homens, respectivamente: média do dorso da mão direita = $30,22 \pm 1,83^{\circ}\text{C}$ e $30,86 \pm 2,03^{\circ}\text{C}$; média do dorso da mão esquerda = $30,17 \pm 1,97^{\circ}\text{C}$ e $30,95 \pm 2,07^{\circ}\text{C}$; diferença da média entre dorso da mão direita e esquerda = $0,05 \pm 0,56^{\circ}\text{C}$ e $-0,09 \pm 0,38^{\circ}\text{C}$; dDED dedo 1 direito = $2,91 \pm 2,22^{\circ}\text{C}$ e $2,32 \pm 3,44^{\circ}\text{C}$; dDED dedo 1 esquerdo = $2,57 \pm 2,23^{\circ}\text{C}$ e $2,61 \pm 3,44^{\circ}\text{C}$; dMFED dedo 1 direito = $2,01 \pm 1,57^{\circ}\text{C}$ e $1,67 \pm 2,26^{\circ}\text{C}$; dMFED dedo 1 esquerdo = $1,80 \pm 1,56^{\circ}\text{C}$ e $1,63 \pm 2,45^{\circ}\text{C}$.

Tabela 1 - Estatística descritiva dos parâmetros calculados após o processamento de imagens termográficas das mãos.

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
Média dorso da mão (direita) ($^{\circ}\text{C}$)	27,03	34,11	30,41	1,88
Desvio-padrão dorso da mão (direita) ($^{\circ}\text{C}$)	0,24	1,56	0,87	0,39

Média dorso da mão (esquerda) (°C)	26,84	34,22	30,40	2,00
Desvio-padrão dorso da mão (esquerda) (°C)	0,19	1,26	0,78	0,31
Diferença média dorso da mão (Direita - Esquerda) (°C)	-0,98	1,56	0,01	0,51
Desvio-padrão da diferença dorso da mão (Direita - Esquerda) (°C)	-0,30	0,58	0,09	0,20
Extremidade da 1ª falange distal direita (°C)	22,33	34,23	27,67	4,09
Extremidade da 2ª falange distal direita (°C)	21,64	33,92	27,18	4,00
Extremidade da 3ª falange distal direita (°C)	21,61	33,88	27,17	4,02
Extremidade da 4ª falange distal direita (°C)	21,64	34,40	27,20	4,15
Extremidade da 5ª falange distal direita (°C)	21,05	33,94	26,80	3,85
Extremidade da 1ª falange distal esquerda (°C)	21,66	34,20	27,82	4,08
Extremidade da 2ª falange distal esquerda (°C)	21,33	33,92	27,42	4,01
Extremidade da 3ª falange distal esquerda (°C)	21,22	34,22	27,58	4,05
Extremidade da 4ª falange distal esquerda (°C)	21,38	34,30	27,47	4,13
Extremidade da 5ª falange distal esquerda (°C)	21,14	34,07	27,03	4,08
Diferença Dorso - 1ª falange distal direita (°C)	-2,69	7,39	2,73	2,59
Diferença Dorso - 2ª falange distal direita (°C)	-2,23	8,33	3,22	2,52
Diferença Dorso - 3ª falange distal direita (°C)	-1,01	8,37	3,24	2,51
Diferença Dorso - 4ª falange distal direita (°C)	-1,18	8,33	3,20	2,61
Diferença Dorso - 5ª falange distal direita (°C)	-,47	8,93	3,61	2,33
Diferença Dorso - 1ª falange distal esquerda (°C)	-2,54	8,11	2,58	2,59
Diferença Dorso - 2ª falange distal esquerda (°C)	-1,56	8,44	2,98	2,60
Diferença Dorso - 3ª falange distal esquerda (°C)	-1,36	8,55	2,82	2,62
Diferença Dorso - 4ª falange distal esquerda (°C)	-1,47	8,39	2,93	2,62

Diferença Dorso - 5ª falange distal esquerda (°C)	-1,46	8,63	3,37	2,54
Diferença Metacarpofalângica - 1ª falange distal direita (°C)	-2,07	4,90	1,91	1,77
Diferença Metacarpofalângica - 2ª falange distal direita (°C)	-2,07	6,41	1,73	1,88
Diferença Metacarpofalângica - 3ª falange distal direita (°C)	-1,60	6,17	2,13	1,96
Diferença Metacarpofalângica - 4ª falange distal direita (°C)	-1,59	5,76	1,99	1,97
Diferença Metacarpofalângica - 5ª falange distal direita (°C)	-1,73	5,79	1,99	1,67
Diferença Metacarpofalângica - 1ª falange distal esquerda (°C)	-2,06	5,70	1,75	1,83
Diferença Metacarpofalângica - 2ª falange distal esquerda (°C)	-1,94	5,90	1,57	2,11
Diferença Metacarpofalângica - 3ª falange distal esquerda (°C)	-1,57	6,65	1,75	2,04
Diferença Metacarpofalângica - 4ª falange distal esquerda (°C)	-1,21	6,10	1,78	1,81
Diferença Metacarpofalângica - 5ª falange distal esquerda (°C)	-1,86	5,44	1,81	1,69

Não houve diferença significativa entre homens e mulheres em nenhum parâmetro estimado nas imagens ($p > 0,05$).

Como um exemplo da aplicação do método, observa-se, na Figura 2, imagens termográficas das mãos de dois voluntários, com padrões diferentes de distribuição de temperatura (ambos do sexo feminino). Alguns resultados, para (A) e (B), respectivamente: média do dorso da mão direita = $30,09 \pm 1,02^{\circ}\text{C}$ e $29,66 \pm 1,44^{\circ}\text{C}$; média do dorso da mão esquerda = $30,16 \pm 0,79^{\circ}\text{C}$ e $29,78 \pm 1,00^{\circ}\text{C}$; TED dedo 1 mão direita = $26,91^{\circ}\text{C}$ e $23,42^{\circ}\text{C}$; TED dedo 1 mão esquerda = $28,03^{\circ}\text{C}$ e $22,77^{\circ}\text{C}$; dDED dedo 1 direita = $3,18^{\circ}\text{C}$ e $6,24^{\circ}\text{C}$; dDED dedo 1 esquerda = $2,13^{\circ}\text{C}$ e $7,01^{\circ}\text{C}$; dMFED dedo 1 direita = $1,98^{\circ}\text{C}$ e $4,17^{\circ}\text{C}$; dMFED dedo 1 esquerda = $1,52^{\circ}\text{C}$ e $4,38^{\circ}\text{C}$. Percebe-se que, mesmo com médias de temperatura no

dorso da mão bastante próximas, quando se avalia as extremidades identifica-se claramente diferenças entre os dois indivíduos.

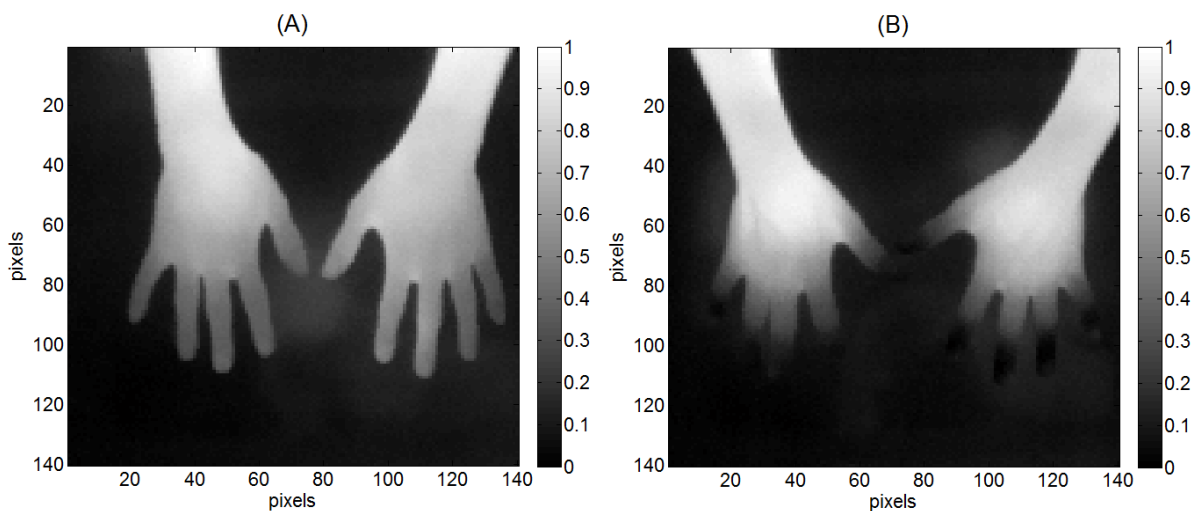


Figura 2 - Imagens termográficas das mãos de dois voluntários (amplitude normalizada), voluntários (A) e (B). Alguns resultados, para (A) e (B), respectivamente: média do dorso da mão direita = $30,09 \pm 1,02^{\circ}\text{C}$ e $29,66 \pm 1,44^{\circ}\text{C}$; média do dorso da mão esquerda = $30,16 \pm 0,79^{\circ}\text{C}$ e $29,78 \pm 1,00^{\circ}\text{C}$; TED dedo 1 mão direita = $26,91^{\circ}\text{C}$ e $23,42^{\circ}\text{C}$; TED dedo 1 mão esquerda = $28,03^{\circ}\text{C}$ e $22,77^{\circ}\text{C}$; dDED dedo 1 direita = $3,18^{\circ}\text{C}$ e $6,24^{\circ}\text{C}$; dDED dedo 1 esquerda = $2,13^{\circ}\text{C}$ e $7,01^{\circ}\text{C}$; dMFED dedo 1 direita = $1,98^{\circ}\text{C}$ e $4,17^{\circ}\text{C}$; dMFED dedo 1 esquerda = $1,52^{\circ}\text{C}$ e $4,38^{\circ}\text{C}$.

DISCUSSÃO

O presente estudo apresentou uma proposta de melhoria da técnica de Monteiro et al. (2014) para processamento de imagens termográficas das mãos de indivíduos aparentemente saudáveis. A validade de imagens termográficas no diagnóstico de síndromes dolorosas tipo 1, em pacientes pós-fratura, foi avaliada em trabalho de Niehof et al. (2008). Nele, desenharam-se linhas na imagem, do punho às pontas dos dedos, para que as temperaturas abaixo dessa linha fossem usadas para a estimativa da diferença de temperatura entre o dorso da mão e os dedos. O presente estudo foi motivado pelo trabalho de Niehof et al., ao aplicar uma técnica na qual o usuário localiza as pontas das falanges e as articulações metacarpofalângicas, para se estimar um gradiente de temperatura, obtendo dessa forma informação mais completa sobre a distribuição térmica nas mãos.

Os resultados na Tabela 1 mostraram que, em média, as temperaturas nas extremidades são 27,20°C e 27,46°C, para mãos direita e esquerda, respectivamente, abaixo das médias de 30,41° e 30,40° para a região do dorso. Quanto a dDED, observou-se uma média de 3,2°C e 2,93° para mãos direita e esquerda, respectivamente. Quanto a dMFED, os resultados obtidos foram em média 1,95°C e 1,73°C, direita e esquerda, respectivamente. Ou seja, as extremidades em geral são mais frias do que a região do dorso das mãos.

Como no estudo de Monteiro et al. (2014), não houveram diferenças significativas entre homens e mulheres, em todas as variáveis estudadas ($p > 0,05$).

Na Figura 2, pode-se perceber visualmente a diferença entre dois indivíduos, principalmente no tocante a diferença de temperatura entre dorso e extremidades das falanges. A dDED no dedo 1 direito, por exemplo, foi de 3,18°C e 6,24°C, e a dMFED no dedo 1 direito de 1,98°C e 4,17°C, para os voluntários A e B, respectivamente. Esse padrão se repete em diversos estudos termográficos com as mãos (ZAPROUDINA et al., 2013; GOLD et al., 2004, 2009).

O uso da termografia já foi bastante estudado na saúde do trabalhador, principalmente no que se refere aos membros superiores (BERNARD et al., 2013; ZAPROUDINA et al., 2013; GOLD et al., 2004, 2009). Por exemplo, em estudo de Gold et al. (2010), a espectroscopia por infravermelho próximo (*near infrared spectroscopy* – NIRS) foi usada para verificar moderada correlação entre o volume sanguíneo relativo no primeiro interósseo dorsal e a temperatura das mãos (também com duração da tarefa de digitação de 10 minutos, em indivíduos aparentemente saudáveis). Mostraram também que o volume sanguíneo e a temperatura pós-tarefa parecem ser influenciados pela velocidade da digitação. Em outro estudo de Gold et al. (2004), foi verificado que o aumento na temperatura da pele em indivíduos após a digitação poderia ser pelo calor criado nos músculos com o exercício, sendo esperado um aumento no fluxo sanguíneo na área onde os músculos são utilizados.

Em todas as aplicações médicas, a termografia consegue apenas fornecer uma imagem da distribuição da temperatura da pele. Ou seja, não fornece informações de uma profundidade específica dentro do corpo, como é comum com outras técnicas de imagem. Contudo, o fato de ser não-invasiva, objetiva, segura e relativamente sem riscos, torna esse método bastante interessante (RING e AMMER, 2012).

Zaproudina et al. (2008) investigaram a reprodutibilidade intra- e inter-avaliador de medidas termográficas em diversas regiões do corpo de pessoas saudáveis. As medidas tiveram boa reprodutibilidade quando estudadas em um pequeno intervalo de tempo, mas em diferentes dias a estabilidade dos parâmetros térmicos foi pequena e variou dependendo da área da

medida: obteve boa reprodutibilidade em regiões centrais do corpo e reprodutibilidade ruim nas áreas distais. Segundo eles, as variações nas temperaturas na pele observadas em cada voluntário tem origens multifatoriais, estando relacionadas à fatores externos como a acurácia do equipamento termográfico, ambiente onde estão sendo coletadas as imagens, e fatores internos como a variabilidade do fluxo sanguíneo, por diversas razões.

Verifica-se a necessidade de estudos de padronização de protocolos para processamento de imagens e seleção de regiões de interesse (ROI) (RING e AMMER, 2012). O presente método não passou por um estudo de validação e confiabilidade, o que deverá ser realizado em breve. Uma das possíveis limitações do método é a escolha do limiar de intensidade e das regiões das articulações metacarpofalângicas e extremidades dos dedos, que foi feita por apenas um avaliador. Não se sabe ainda o grau de repetibilidade e confiabilidade do método. Outro fator é a amostra abordada aqui, de voluntários sem nenhum distúrbio osteomioarticular prévio, e aparentemente saudáveis, com um pequeno número amostral ($N = 30$), o que não permite generalizar as conclusões para toda uma população. No entanto, a técnica se mostra viável, de fácil aplicação em um computador, e pode auxiliar estudos futuros sobre o efeito de variáveis fisiológicas e ambientais na distribuição da temperatura das mãos, através da termografia.

CONCLUSÃO

Foi possível apresentar resultados iniciais com uma técnica de processamento de imagens que avalia a distribuição da temperatura nas mãos, levando em consideração a região do dorso da mão e dos dedos, através de termografia. A técnica se mostra de fácil uso, e fornece informações principalmente acerca do gradiente de temperatura entre a região central da mão e suas extremidades. De forma geral, foi um avanço da técnica proposta por Monteiro et al. (2014), na qual apenas a região do dorso era analisada através da seleção de uma região de interesse.

Estudos futuros são necessários, por exemplo, de validação do método, com a avaliação intra- e inter-observadores. Além disso, pretende-se aplicar a técnica em estudos sobre o efeito de posturas não-ergonômicas na distribuição de temperatura nas mãos após tarefa de digitação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estácio de Sá (PIBIC-UNESA), CNPq e à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa no Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo auxílio financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANBAR M. Assessment of physiologic and pathologic radiative heat dissipation using dynamic infrared imaging. *Ann NY Acad Sci.* 2002 ; 972: 111–118.
- BERNARD V, STAFFA E, MORNSTEIN V, BOUREK A. Infrared camera assessment of skin surface temperature - effect of emissivity. *Physical Medica.* 2013; 29: 583-591.
- DUL J, WEERDMEEESTER B. *Ergonomia Prática.* 3ª edição, Ed. Blucher, 2012.
- FERREIRA LC, PEREIRA TS, SANDOVAL RA, VIANA FP. Avaliação da Qualidade de Vida de Trabalhadores Feirantes. *Rev. Movimenta.* 2009; 2 (4).
- FLECK MPA. O instrumento de avaliação de qualidade de vida da Organização Mundial de Saúde (WHOQOL-100): características e perspectivas. *Ciência & Saúde Coletiva.* 2000; 5 (1): 33-38.
- GOLD JE, CHERNIACK M, BUCHHOLZ B. Infrared thermography for examination of skin temperature in the dorsal hand of office workers. *Eur J Appl Physiol.* 2004; 93: 245–251.
- GOLD JE, CHERNIACK M, HANLON A, DENNERLEIN JT, DROPKIN J. Skin temperature in the dorsal hand of office workers and severity of upper extremity musculoskeletal disorders. *Int Arch Occup Environ Health.* 2009; 82: 1281–1292, 2009.
- GOLD JE, CHERNIACK M, HANLON A, SOLLER B. Skin temperature and muscle blood volume changes in the hand after typing. *International Journal of Industrial Ergonomics.* 2010; 40:161–164.
- IIDA I. *Ergonomia: Projeto e Produção.* 2ª edição. São Paulo: Blucher, 2005.
- MELZER ACS. Fatores de Risco Físicos e Organizacionais Associados a Distúrbios Osteomusculares Relacionado ao Trabalho. *Fisioterapia e Pesquisa.* 2008; 15 (1): 19-25.
- MINAVO-GOMEZ C, THEDIM-COSTA SMF. A Construção do Campo de Saúde do Trabalhador: percurso e dilemas. *Cad. Saúde Pública.* 1997; 13(2): 21-32.
- MONTEIRO AC, SILVA SG, TAIAR R, MACHADO CB. Desenvolvimento de metodologia de processamento de imagens para avaliação termográfica do dorso das mãos. *Revista Anima.* 2014; 14 (27): 59-65.
- NIEHOF SP, BEERTHUIZEN A, HUYGEN FJPM, ZIJLSTRA FJ. Using skin surface temperature to differentiate between complex regional pain syndrome type 1 patients after a fracture and control patients with various complaints after a fracture. *Anesthesia and Analgesia.* 2008; 106 (1): 270-277.

PINHEIRO FA, TRÓCCOLI BT, CARVALHO CV. Validação do questionário nórdico de sintomas osteomusculares como medida de morbidade. Rev. Saúde Pública. 2002; 36 (3): 307-312.

PINHEIRO FA, TRÓCCOLI BT, PAZ MGT. Preditores Psicossociais de Sintomas Osteomusculares: A importância das relações de Medição e Moderação. Psicologia: Reflexão & Crítica. 2006; 19 (1): 142-150.

RING EFJ, AMMER K. Infrared thermal imaging in medicine. Physiological Measurement. 2012; 33: R33-R46.

SATO L, ARAÚJO MD, UDIHARA ML, FRANCO MA, NICOTERA FN, DALDON MT, SETTIMI MM, SILVESTRE MP. Atividade em Grupo Portadores de L.E.R e Achados sobre a Dimensão Psicossocial. Rev. Brasileira de Saúde Ocupacional. 1993; 79(21): 49-62.

SILVA CR, SILVA MAC, SILVA SR, SOUZA JCC, SANTOS SD. Ergonomia: Um estudo sobre a Influência na Produtividade. Rev. de gestão USP. 2009; 16(4): 61-75.

ZAPROUDINA N, AIRAKSINEN O, NÄRHI M. Are the infrared thermography findings skin temperature-dependent? a study on neck pain patients. Skin Research and Technology. 2013; 19: e537–e544.

ZAPROUDINA N, VARMAVUO V, AIRAKSINEN O, NÄRHI M. Reproducibility of infrared thermography measurements in healthy individuals. Physiological Measurement. 2008; 29: 515-524.