# UTILIZAÇÃO DO ALGORITMO DE REALCE DIGITAL DE DETALHES NA DIFERENCIAÇÃO DE IMAGENS DE PACIENTES FIBROMIALGICOS E NORMAIS

A. P. C. Costa1*, M. L. Brioschi2**, M. J. Teixeira3** e J. M. Maia4***

*CPGEI/Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR, Curitiba, Brasil
**Hospital das Clinicas/Universidade de São Paulo/USP, São Paulo, Brasil
***CPGEI-DAELN/Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR, Curitiba, Brasil
e-mail: anachristakis@gmail.com

**Resumo:** Para esta pesquisa preliminar com o objetivo de verificar a utilização do algoritmo de Realce Digital de Detalhes – DDE, no auxílio da diferenciação entre os padrões térmicos de pacientes com fibromialgia e pacientes controle, selecionou-se 20 pacientes diagnosticados com fibromialgia e 10 pacientes normais. Os grupos selecionados foram submetidos ao protocolo de captação padronizado para aquisição de imagem infravermelha, corpo total anterior e posterior, e as imagens foram captadas pelo sensor T650sc (*FLIR Systems*, USA) utilizando o programa *FLIR ResearchIR MAX* (USA) e o sistema de realce digital de detalhe - DDE. Diante da metodologia empregada, observou-se que o DDE foi mais eficaz na análise de todos os casos de fibromialgia, diferenciando-os dos controles e apresentando uma melhor distinção entre as imagens, contribuindo, assim, com o diagnóstico médico da doença.
**Palavras-chave:** Fibromialgia, realce digital de detalhes, termografia.

***Abstract:*** *For this preliminary study in order to verify the use of the algorithm Digital Detail Enhancement - DDE, to help in the differentiation between thermal patterns in patients with fibromyalgia and control patients, 20 patients diagnosed with fibromyalgia and 10 normal patients were selected. The groups were submitted to a standardized protocol of infrared image acquisition, including whole body anterior and posterior. The images were captured by the sensor T650sc (FLIR Systems, USA) using the FLIR ResearchIR MAX program (USA) and the system of digital enhancement of detail - DDE. Through the methodology used, it was observed that the DDE was more effective in analyses of all cases of fibromyalgia, differentiating controls, presenting a better distinction between images, thus contributing to the clinical diagnosis of disease.*
***Keywords:*** *Fibromyalgia, digital detail enhancement, thermography.*

## Introdução

A fibromialgia (FM) é uma síndrome caracterizada por dor musculoesquelética que persiste por muitos anos e não responde aos anti-inflamatórios e analgésicos compostos. Além das dores musculoesqueléticas, o paciente pode apresentar fadiga, distúrbios de sono, parestesia, edema subjetivo, distúrbios cognitivos e dor em pontos específicos sob pressão. As características da FM sugerem uma alteração na atividade termorregulatória, como: diminuição da temperatura corporal; distribuição da gordura marrom – BAT (responsável por manter a temperatura corporal), assemelhando-se ao dos pontos dolorosos (*tender points*) [1], intolerância ao frio, baixa taxa metabólica, diminuída sobre os pontos dolorosos; vasoconstrição cutânea sobre os pontos dolorosos; resposta às medidas simpatolíticas; piora após injeção de norepinefrina; polimorfismos de catecol-o-metil transferase foram relacionados a FM e, degradação defeituosa de catecolaminas aumenta o risco de desenvolvimento de FM [2].

A atividade da BAT em repouso e a incidência de FM são relativamente maiores em mulheres do que em homens, enquanto a termogênese adaptativa é maior em homens do que em mulheres. Estresse e frio estimulam a termogênese e agravam os sintomas da FM, enquanto o calor suspende a termogênese e aliviam temporariamente os sintomas de FM. A regulação da termogênese e dor compartilham várias áreas do cérebro onde podem influenciar-se simultaneamente. O bloqueio anestésico do gânglio estrelado (projeções simpáticas da BAT subclavicular) reduz a dor em pacientes com FM e programas periódicos de exercícios aliviam os sintomas da FM, melhorando a termorregulação, diminuindo a atividade adrenérgica e inibindo o recrutamento da BAT [2].

Em 2007, Brioschi e cols. [3] observaram em seu artigo de revisão sobre termografia em reumatologia que a imagem “deve ser analisada em conjunto com o exame clínico e outros exames complementares” e colocaram a necessidade de ambiente específico para a realização, como paciente despido e submetido por 15 minutos a uma temperatura ambiente de 23°C antes da realização do exame. Descreveram, também, que em paciente com FM um padrão consistente chamado 'manto sinal' que corresponde a um exacerbado aumento de temperatura no interior da região supraclavicular que pode estender-se ao pescoço e tronco, observado anteriormente por Biasi e cols. [4] como um padrão com hipertermia em tratamento inespecíficos, o que corresponde a zonas musculares dolorosas. Os autores

também relacionaram uma direta correspondência clínica com estes achados com a analogia visual em escala de dor durante o estudo de corpo inteiro por termografia infravermelho de 226 pacientes e depois validados com mais de 542 avaliações. Na maioria das vezes, este achado foi relacionado com a simetria das mãos frias e radiação hiper periocular. Com base na contagem de pontos quentes, 74,2% dos 252 indivíduos foram diagnosticados corretamente por Ammer e cols. [5], que descreveram uma elevada consistência dos pontos quentes correlacionados a pontos dolorosos (TP) na parte superior do corpo com 74,2% de precisão em pacientes com FM.

O contraste térmico, entre aumento de temperatura axial supraclavicular (sinal do manto) e extremidades frias, que pode chegar a 15°C, cria uma dificuldade de ajuste na análise térmica especialmente aos poucos habituados ao método. Quando é realizado o ajuste do contraste da região superior no *software* da câmera amputa-se inevitavelmente a imagem das extremidades, e quando se ajusta a das extremidades cria-se muita saturação de imagem na região superior. No modo automático, onde é possível criar uma escala de temperatura entre o valor mínimo e o máximo da imagem, perde-se o contraste adequado para análise deste padrão de manto e de extremidades. Devido a essa dificuldade, recentemente foi desenvolvido pela indústria termográfica um algoritmo de processamento de imagens conhecido por *Digital Detail Enhancement* - DDE, em português: Realce Digital de Detalhes, onde tem por objetivo auxiliar o usuário com problemas de detecção de alvos de baixo contraste em cenas de grande diferença térmica [6].

O DDE é um algoritmo de processamento avançado de imagem não linear que preserva detalhes em imagens de grande intervalo de temperatura. Esta imagem detalhada é reforçada para que corresponda a faixa dinâmica total da imagem original, tornando assim os detalhes visíveis para o examinador, mesmo em cenas com variações extremas de temperatura [6]. As imagens térmicas com alto intervalo de temperatura, como no caso da fibromialgia (até 15°C), criam um problema para o sistema visual humano e limitação nas interfaces típicas de vídeo e o DDE pode ser uma instrumento de auxílio para findar estas limitações.

Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar se o algoritmo de processamento avançado de imagem DDE auxilia na diferenciação entre os padrões térmicos de pacientes com fibromialgia e pacientes do grupo controle, preservando toda a imagem termográfica obtida e tratada de cada paciente.

**Materiais e métodos**

Para este estudo preliminar foram selecionados 20 pacientes da InfraRedMed Telemedicina, com fibromialgia recém diagnosticados, e seguindo os critérios do *American College of Rheumatology*, de 2010, com idades de 30 a 50 anos. O grupo controle selecionado foi de 10 pacientes mantendo a mesma faixa etária. Os critérios de diagnóstico foram presença de dor generalizada por mais de três meses e presença de pontos dolorosos padronizados. Os pontos dolorosos foram identificados pelo pesquisador, pois nem sempre o paciente estava ciente da exata localização destes pontos. E não existem exames específicos laboratoriais ou radiológicos que permitam diagnosticar a fibromialgia.

Portanto, após a seleção dos pacientes mediante diagnóstico realizou-se o estudo termográfico, onde os pacientes, previamente orientados, removeram toda a roupa e adereços, permaneceram por 15 minutos em sala mantida a 23ºC, para que houvesse a aclimatização, e sem corrente de ar. A temperatura de 23°C é suficiente para que não haja a manifestação de calafrio ou sudorese durante a captação das imagens.

Foram adquiridas imagens de corpo total anterior superior, anterior inferior, posterior superior e posterior inferior utilizando-se um sensor T650sc (*FLIR Systems*, USA) com definição de 640x480 pixels, 1% de sensibilidade e 0,03°C de resolução térmica. As imagens foram analisadas com o programa *FLIR ResearchIR MAX* (USA) [6], configurado com paletes de cores RainHI, Lava na escala automática e o sistema de realce digital de detalhe DDE. O estudo foi submetido para apreciação ao Comitê de Ética do Hospital das Clínicas de São Paulo/USP e autorizado pelo representante da Empresa InfraRedMed Telemedicina.

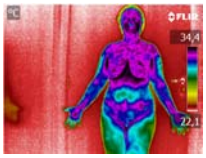
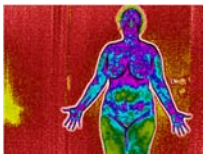
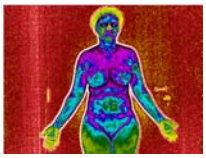
**Resultados**

As imagens de corpo inteiro anterior superior, anterior inferior, posterior superior e posterior inferior foram fusionadas e padronizadas pelo programa *Flir ResearchIR MAX (USA)*, configurado com paletes de cores RainHI, Lava na escala automática e o sistema de realce digital de detalhe DDE, onde pôde-se padronizar todas as imagens dos grupos de estudo. O *Flir*, além de caracterizar à escala de cores, também determina a temperatura de cada região, a qual nesse estudo não foi considerada, pois não ser foco do estudo preliminar.

Com o uso do DDE para análise do padrão térmico em pacientes com fibromialgia foi observado em todos os casos que o filtro de imagem DDE ressaltou a hiporradiação de extremidades (mãos, nariz, malar) provocada pela vasoconstrição cutânea e a hiper-radiação supraclavicular devido ativação metabólica da gordura marrom. Estes fenômenos não foram apresentados no grupo controle normal.

Na Tabela 1, observa-se em um dos casos, a dificuldade de análise no modo RainHI (1ª linha), mesmo com inversão de escala térmica (2ª linha). Porém, ao utilizar-se do DDE, tanto no RainHI invertido (3ª linha) quanto especialmente no Lava invertido (4ª linha), o padrão de manto e extremidades frias ficou muito mais ressaltado e de fácil identificação em comparação com o grupo controle.

Tabela 1: Exemplo de imagens analisadas pelo Modo RainHI e DDE.

| Normal | Fibromialgia | Modo |
|---|---|---|
| | | RainHI Escala automática |
|  | | RainHI invertido |
|  |  | RainHI invertido com DDE |
| | | Lava invertido com DDE |

## Discussão

A inervação da distribuição da gordura marrom e dos tecidos circundantes quando analisadas descrevem que os nervos projetados para a distribuição da gordura marrom (BAT) estão localizados perto das regiões vizinhas dos TP, principalmente na região supraclavicular e, também, nas zonas axiais, supra, perirrenal e subcutânea, diante disso o American College of Rheumatology definiu dezoito pontos dolorosos distribuídos simetricamente no tronco e regiões proximais dos membros inferiores que são geralmente mais sensíveis à estimulação tátil como mãos, pés, genitais e boca em indivíduos saudáveis. Esta sobreposição anatômica fornece inervação colateral ao tecido adjacente a BAT, por exemplo, da pele e do músculo, por nervos aferentes primários e simpáticos. A atividade termogênica é aumentada pela mesma condição que agravam os sintomas da FM, ou seja, frio e estresse diário [1, 4, 5].

Nessa pesquisa foram utilizados os parâmetros do American College of Rheumatology onde selecionou-se as regiões anteriores e posteriores dos pacientes para a obtenção das imagens térmicas e foi utilizado o programa *FLIR ResearchIR MAX* (USA), configurado para paletes de cores RainHI, Lava na escala automática e, posteriormente, aplicação do algoritmo de realce digital de detalhes - DDE. Na configuração sem o DDE, não foi possível distinguir as imagens obtidas dos pacientes fibromialgicos e normais. Entretanto, o sistema de realce digital de detalhes– DDE com RainHI invertido e Lava invertido, ressaltou a hipo-radiação de extremidades (mãos, nariz, malar) provocada pela vasoconstrição cutânea e a hiper-radiação supraclavicular devido à ativação metabólica da gordura marrom, diferentemente dos achados nas imagens dos pacientes normais.

Os resultados obtidos estão de acordo com os achados de Jeschonneck e cols. [1], que em sua pesquisa observaram inúmeros sintomas, como dor musculoesquelética, pontos específicos de pressão e outros, que sugerem alterações na atividade termorregulatória, como diminuição da temperatura corporal.

Os padrões de manto e extremidades frias também ficaram mais evidentes e de fácil identificação, confirmando as observações de Bengtsson e cols. [2], que afirmaram que o estresse e o frio estimulam a termogênese e agravam os sintomas de FM.

Brioschi e cols. [3] indicaram em seu trabalho que os pacientes com FM apresentam um padrão consistente de aumento de temperatura exacerbado na região da supraclavicular que pode se estender pelo pescoço e tronco, resultados afirmados por Biasi e cols. [4] que alegam que os pacientes com FM apresentam hipertermia em tratamentos inespecíficos que correspondem a zonas musculares dolorosas. Além disso, Ammer e cols. [5] dizem que pontos quentes podem ser correlacionados a pontos dolorosos na parte superior do corpo de pacientes com FM.

O DDE simplesmente aumenta todos os detalhes de forma igual, independentemente da faixa de temperatura de aquisição de imagem. Isso significa que um pequeno objeto quente contra um fundo frio irá apresentar detalhes tão claros quanto o fundo que passou a representar a faixa de temperatura dominante.
Utilizando o algoritmo DDE para analisar as imagens térmicas obtidas para essa pesquisa observou-se que este se sobressai às análises do RainHI invertido e Lava invertido quando utilizados sozinhos, pois oferece nitidamente as diferenciações entre as imagens dos pacientes com fibromialgia dos pacientes normais, evidenciando os pontos dolorosos.

## Conclusão

Diante da metodologia empregada e utilizando-se do sistema de algoritmo de imagem DDE, todos os casos de fibromialgia dessa pesquisa foram observados e diferenciados dos controles, apresentando uma melhor distinção entre as imagens, contribuindo assim com o diagnóstico médico. E para esse estudo preliminar observa-se que o modo DDE foi efetivo para o reconhecimento por imagem térmica em pacientes com fibromialgia.

## Agradecimentos

À CAPES, CNPq e Fundação Araucária pelo suporte financeiro. Ao CPGEI/UTFPR, Departamento Acadêmico de Mecânica/UTFPR, Hospital das Clinicas de São Paulo - Universidade de São Paulo/USP, DR Marcos Leal Brioschi e InfraRedMed Telemedicina pela

disponibilização das imagens e programas utilizados para realização deste trabalho.

**Referências**

[1] Jeschonneck M et al. Abnormal microcirculation and temperature in skin above tender points in patients with fibromyalgia. Rheumatology. 2000; 39:917–921.

[2] Bengtsson A, Bengtsson M. Regional sympathetic blockade in primary fibromyalgia. Pain. 1988; 33:161–167.

[3] Brioschi ML., Yeng TY, Pastor E, Teixeira MJ. Infrared imaging use in rheumatology. Revista Brasileira de Reumatologia. 2007; 47: 42-52.

[4] Biasi G, Fioravanti A, Franci A, Marcolongo R. The role computerized telethermography in the diagnosis of fibromyalgia syndrome. Minerva Medical. 1994; 85:451-4.

[5] Ammer K, Engelbert B, Kern E. Reproducibility of the hot spot count in patients with fibromyalgia, an intra- and inter-observer comparison. Thermology. International. 2001. volume 11. p. 143

[6] Flir Commercial Vision Systems B. V. Digital Detail Enhancement (DDE): Technical Note [internet]. Available from: http://www.flir.com/uploadedfiles/ Eurasia/MMC/Tech_ Notes/TN_0003_EN.pdf.