



Avaliação da variação da escala de cinzas de imagens Ultrassônicas de tecidos biológicos em função da temperatura

J. G. Rigueira^{1*}, M. E. P. Chalco¹, M. A. von Krüger¹ e W. C. A. Pereira¹

¹ Programa de Engenharia Biomédica - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

* julianagrigueira@gmail.com

Histórico, Motivação e Objetivo. A ultrassonografia é um dos métodos de diagnóstico por imagem mais utilizados atualmente em virtude do seu baixo custo e fácil acesso. Porém, não apresenta uma imagem com nível de detalhamento como o observado com a técnica de ressonância magnética, p.ex.. Em vista disso, uma nova modalidade de processamento de imagem de ultrassom que utiliza a variação de temperatura como forma de perturbação do meio para a obtenção de um contraste de melhor qualidade foi proposta por Teixeira *et al.*, 2018. Onde foi utilizado como base a teoria da variação da energia retroespalhada - *changes in backscattered energy* (CBE). Nessa mesma linha de pesquisa foi constatado que meios com um maior número de dispersores lipídicos causam incremento na curva de CBE ao ser aquecidos, enquanto meios com dispersores aquosos causam declínio na curva quando submetidos às mesmas condições. Além disso, notou-se que imagens realizadas em diferentes temperaturas apresentaram contraste diferentes, o que levou a crer que seria possível observar mudanças na intensidade do sinal ultrassônico com o aquecimento do meio. Assim, o presente estudo tem como objetivo determinar a menor região possível na imagem cuja variação da intensidade dos pixels em tons de cinza gere um contraste perceptível aos olhos do observador. Essa variação é fruto da variação do sinal ultrassônico que gerou as imagens de tecido biológico durante o incremento de temperatura.

Métodos. O presente estudo contou com um banco de vídeos de tecido fresco adiposo de porco com 2,5cm de espessura e uma área de 5cm², que foi submetido a aquecimento em um sistema de banho com temperatura controlada onde sofreu uma variação de temperatura entre 35 C e 42 C e um conjunto de funções em MATLAB (MathWorks® Inc) para processamento dos vídeos, desenvolvidos por Chalco, como descrito em Teixeira *et al.*, 2018. A partir dos vídeos foram realizadas análises em MATLAB afim de quantificar a mudança de intensidade que ocorre em cada pixel de uma determinada região de interesse. Primeiramente, foi calculada a média das imagens convencionais (*frame*) de ultrassom modo-B correspondente a um período de gravação de 5 s, para que fosse obtida apenas uma imagem referente a cada temperatura. No segundo momento, iniciou-se o estudo da variação de intensidade de cada pixel, relacionando essa mudança ao incremento de temperatura. Uma vez obtida a imagem, uma região de interesse - *region of interest* (ROI) quadrada foi igualmente selecionada utilizando 4 tamanhos adimensionais: 10x10, 20x20, 30x30 e 100x100 pixels, sendo este último utilizado como referência. Análises foram feitas de quatro formas (Figura 1): (i) por linha, iniciando a partir da primeira linha e acumulando de uma em uma linha; (ii) análise de cada coluna; (iii) análise por coluna, iniciando da primeira coluna e acumulando de uma em uma coluna; (iv) análise acumulando colunas e linhas. Para cada uma delas foi calculada média e desvio padrão.

Resultados. Foram analisados 8 vídeos de ultrassom modo-B de tecido adiposo de porco onde os *frames* já apresentavam diferenças significativas ao olho nu, quando imagens com temperaturas diferentes eram comparadas (Figura 2). Assim as imagens obtidas nas temperaturas 35 C, 37 C, 39 C e 41 C, foram selecionadas para o estudo. Para cada uma destas temperaturas foram feitas as quatro análises descritas em cada uma das ROIs selecionadas. A maioria das análises apresentou o comportamento esperado com o aumento da curva de CBE como resposta ao incremento de temperatura. Na primeira análise, por linhas, as sub-regiões menores (10x10 e 20x20)

apresentaram um aumento na intensidade dos pixels maior do que os observados na região controle e 30x30, que apresentaram um aumento de 4 pontos (níveis de cinza). Já nas análises seguintes que envolviam o estudo das colunas, a menor região (10x10) teve um comportamento distante do controle, enquanto as demais se apresentaram mais estáveis e com comportamento mais próximo em relação à região referência. Ao final de todas as análises, a região que mais se aproximou do controle foi a de tamanho 20x20, ambas apresentando um aumento médio de 4 pontos, sendo esta, então, a menor região do estudo capaz de gerar mudanças na intensidade de pixels compatíveis com as perceptíveis aos olhos de um observador.

Discussão e Conclusão. Após as análises dos vídeos verificou-se que, para tecido fresco adiposo de porco, o incremento de temperatura levou ao aumento na intensidade dos pixels, assim como observado por Teixeira *et al.*, 2018. No presente estudo a intensidade dos pixels para região controle ocorreu em uma média de 4 pontos. As sub-regiões selecionadas se mostraram instáveis quando comparadas à região de referência, quando as regressões realizadas envolviam a análise em linhas, o que provavelmente é decorrente do fato de que a degradação da imagem acontece ao longo da profundidade. Já as análises que envolveram somente as informações das colunas mostraram que a região 20x20 tem as mesmas características de estabilidade que a referência (100x100). Sendo esta, a menor região selecionada onde pode-se observar mudança significativa na intensidade dos pixels para esse estudo. Como próximos passos, pretende-se fazer um ajuste fino no tamanho da região de interesse, tomando como referência a região 20x20.

Figura 1. Análise das ROIs. **A)** Transformação da ROI em uma matriz. **B)** Análise desde a primeira linha acumulando as linhas uma a uma. **C)** Análise individual de colunas. **D)** Análise desde a primeira coluna acumulando uma a uma. **E)** Análise desde as primeiras linhas e colunas acumuladas.

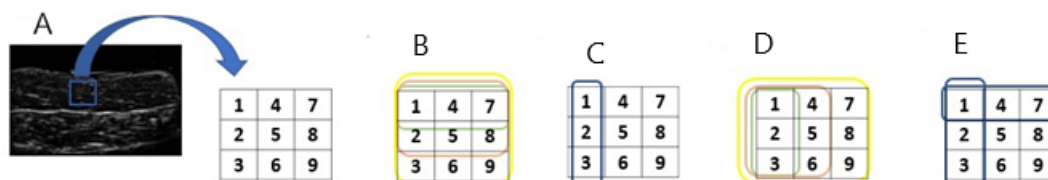
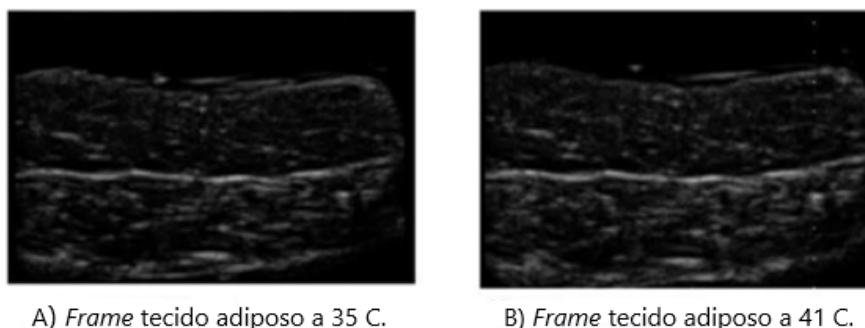


Figura 2. Imagens dos *frames* de tecido adiposo nas temperaturas de (a) 35 C e (b) 41 C. Onde é possível observar na imagem com temperatura mais alta um maior brilho de estruturas e o aparecimento de outras.



A) *Frame* tecido adiposo a 35 C.

B) *Frame* tecido adiposo a 41 C.

Agradecimentos. Às agências de financiamento CNPq(311.650/2017-1), CAPES e FAPERJ E26/203.041/2015.

Palavras-chave. Ultrassonografia, mudanças de temperatura, retroespalhamento.

Referências. Teixeira CA et al. On the feasibility of ultrasound imaging enrichment by medium temperature changes. Ultrasonic Imaging. Aceito para publicação em:22/08/2018.