



## Desenvolvimento de protocolo de ultrassom para estadiamento de linfedema por elastografia

Letícia T. N. Ribeiro<sup>1\*</sup>, F.W. Grillo<sup>1</sup>, C. S. Perez<sup>2</sup>, T. W. Lemos<sup>2</sup>, E. C.O. Guirro<sup>2</sup>, T.Z. Pavan<sup>1</sup>, A. A. A. Carneiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Filosofia Ciências e Letras - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil

<sup>2</sup> Faculdade de Medicina - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil

\*leticiathaisnr@gmail.com

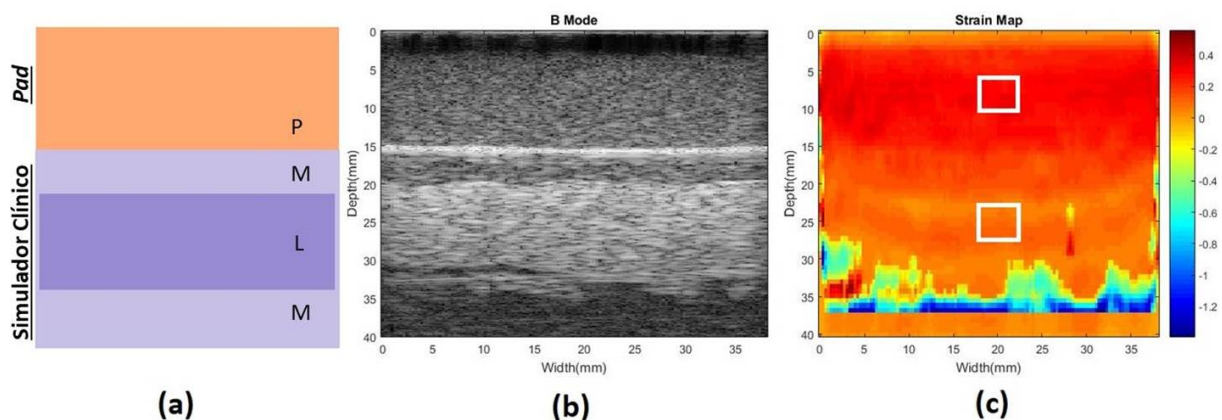
**Introdução, Motivação e Objetivo.** Linfedema é uma disfunção decorrente da insuficiência ou perturbação do sistema linfático que provoca o acúmulo de líquido intersticial, gerando inchaço e enrijecimento do tecido subcutâneo (De Brucker, 2016). Um ponto importante na avaliação do linfedema é a quantificação e estadiamento do edema para diagnosticar e monitorar os pacientes antes, durante e após o tratamento. A volumetria é considerada o método padrão na mensuração do edema (Táboas, 2013). Entretanto este método não é capaz de detectar alterações inerentes às características biomecânicas do tecido e sua relação com a progressão ou cronicidade da disfunção (Taylor, 2006). Todavia, a elastografia por ultrassom é um método de imagem que possibilita o mapeamento da deformação dos tecidos de acordo com sua rigidez (Suehiro, 2014). Este estudo tem por objetivo o desenvolvimento de um protocolo de medidas para estadiamento do linfedema utilizando elastografia por ultrassom para obter mapas de deformação do tecido afetado com relação a um material padrão, cujas características mecânicas foram caracterizadas.

**Materiais e Métodos.** Este estudo foi dividido em três etapas: (1) Desenvolvimento e caracterização de um dispositivo de referência (*Pad*) e de um simulador clínico para mimetizar um tecido afetado por linfedema, contendo duas camadas de diferentes rigidez; (2) aquisição dos dados de ultrassom, em modo radiofrequência (RF), referentes ao simulador clínico em conjunto ao *Pad*, em um ensaio *free-hand* de compressão e descompressão dos tecidos; e (3) processamento dos dados para obtenção dos mapas de deformação do conjunto e cálculo do *Strain Ratio* entre uma *ROI* (*region of interest*) no *Pad* e outra na região de maior rigidez do simulador clínico. Na primeira etapa, o *Pad* de referência foi preparado utilizando um material produzido a partir de um copolímero em bloco de estireno - etileno/ butileno - estireno (SEBS) - Shore 64, com 10% em massa; no simulador clínico foram criadas duas camadas (M e L): a camada M com 9% de SEBS (Shore 72) e a camada L com 9% de SEBS (Shore 72) mais 5% de polietileno, para aumentar a rigidez do material. Além disso, foram acrescentados 0,1% de micropartículas de PVC no preparo de cada material, para mimetizar o espalhamento das ondas ultrassônicas ao observado em tecidos biológicos e deixar a imagem de ultrassom modo B com aparência equivalente. A caracterização do Módulo de Young dos materiais foi realizada a partir de 3 amostras cilíndricas (com 2,5 cm de diâmetro e 2 cm de altura) de cada material, utilizando um texturômetro (Modelo TA.XT Plus Texture Analyzer, Stable Micro Systems) . No processamento dos dados foi utilizado o algoritmo de *block matching* que a partir dos mapas de RF adquiridos antes e após compressão, obtém mapas de deslocamento, considerando que a distribuição da tensão aplicada é uniformemente distribuída. Na etapa final, comparou-se o *Strains Ratio*, calculado computacionalmente, com a razão dos Módulos de Young caracterizados e avaliou-se a exatidão do método de medida proposto para estadiamento de disfunções que alteram a rigidez do tecido, como o linfedema.

**Resultados.** Da caracterização mecânica, os valores médios do Módulo de Young obtidos para o material utilizado no *Pad*, na camada M e na camada L do simulador clínico foram respectivamente  $38,7 \pm 0,7 \text{KPa}$ ,  $72,2 \pm 1,5 \text{Pa}$  e  $141 \text{KPa} \pm 3 \text{KPa}$ . Sendo assim, a camada interna (L) do simulador possui maior rigidez que o material em torno dela e o *Pad* de referência. A figura 1. (a) mostra um esquema da disposição dos materiais no ensaio, onde (P) é o *Pad* de referência, (M) a camada M do simulador clínico e (L) a camada L do simulador clínico; (b) é a imagem em Modo B do conjunto obtida a partir do processamento do mapa de RF; e (c) é o mapa de deformação alcançado através do algoritmo *block matching*. As ROIs na figura 1.(c) indicam as regiões selecionadas para o cálculo do valor da deformação mediana. O valor calculado de *Strain Ratio*, portanto, entre essas duas regiões, foi de 0,31. Enquanto que a razão entre os módulos de Young dos respectivos materiais de cada região, é de 0,27.

**Discussão e Conclusão.** Os resultados sugerem que a utilização de um dispositivo (*Pad*), produzido com um material cujo Módulo de Young é conhecido, como referência para a elastografia por ultrassom, permite a obtenção de parâmetros quantitativos para estimar a rigidez do tecido avaliado; pois a razão entre os módulos de Young, que corresponde à deformação e rigidez de um tecido, está próxima do *Strain Ratio* calculado computacionalmente. Portanto, o protocolo apresentado pode ser adotado como um método para quantificar o grau de rigidez de tecidos afetados por linfedema, bem como monitorar a alteração desse parâmetro ao longo de um tratamento, tendo então grande potencial para auxiliar o estadiamento dessa disfunção. O próximo passo do estudo é, portanto, aplicar a técnica desenvolvida em pacientes afetados pela disfunção para compara-se o método desenvolvido com a volumetria, que é a técnica padrão atualmente utilizada.

**Figura 1.**(a) ilustração do ordenamento dos materiais utilizados no ensaio elastográfico, onde (P) é o *Pad* de referência, feito a base de SEBS (Shore 64), (M) a camada do simulador clínico preparada com SEBS (Shore 72) e (L) a camada L do simulador feita com SEBS (Shore 72) e polietileno; (b) é a imagem em Modo B do conjunto; e (c) é o mapa de deformação do mesmo.



**Agradecimentos.** CAPES, CNPQ, FAPESP, FINEP, Grupo GIIMUS, Grupo REMA.

**Palavras-chave.** Elastografia; ultrassom; *strain ratio*; Módulo de Young; linfedema.