



## Avaliação da Hidrocefalia por Técnicas Ultrassônicas

Vivian Ayres de Souza Luccas<sup>1\*</sup>, Diego R. Thomaz Sampaio<sup>1</sup>, Jorge Elias<sup>2</sup>, Luiza da S. Lopes<sup>2</sup>, Gustavo B. Sampaio<sup>2</sup>, Thais H. Romeiro<sup>2</sup>, Ricardo A. Brandão<sup>2</sup>, Antonio Adilton O. Carneiro<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – FFCLRP-USP, Brasil.

<sup>2</sup>Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – FMRP, Brasil.

\*vivian.luccas@usp.br

**Introdução, Motivação e Objetivo.** A hidrocefalia é uma doença congênita que acomete os ventrículos cerebrais, acumulando volume anormal de líquido cefalorraquidiano, o que causa sua dilatação, podendo ocorrer de maneira obstrutiva e não-obstrutiva. A ultrassonografia é um método eficaz, minimamente invasivo, em tempo real e que permite o diagnóstico da doença ainda no neonato através da janela acústica fontanelar. Contudo, os atuais métodos por ultrassonografia (modo-B) presentes são usuário-dependente – fato que pode acarretar em falsos diagnósticos, e incapacidade de diferenciar suas duas ocorrências. Dessa maneira, esse estudo visa trazer um novo protocolo para diagnóstico e avaliação da doença em neonatos via elastografia e volumetria por ultrassom, e que seja passível de procedimento ainda em berçário, para que, dessa forma, constatada a doença, o tratamento seja rapidamente procedido, evitando demasiadas sequelas. Nesse trabalho, estudos foram realizados em objetos simuladores e em modelo animal.

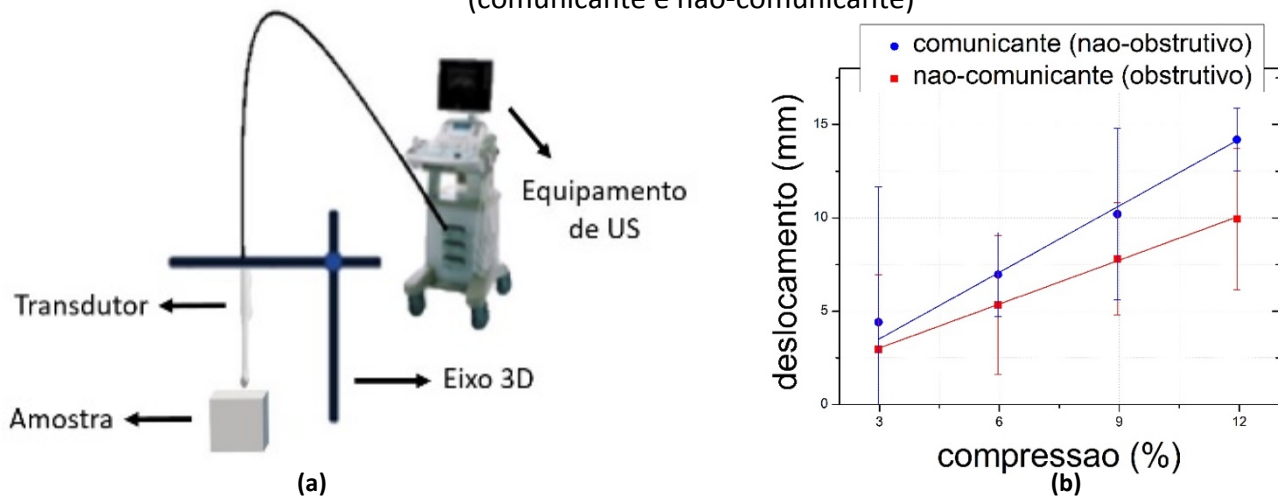
**Métodos.** Os phantoms para simulação hidrocefálica foram feitos com parafina-gel como mimetizador do tecido cerebral. A cavidade interna foi confeccionada na própria parafina-gel e preenchida com óleo mineral. No caso comunicante, há a interligação entre interior e o exterior por um tubo de plástico (3 mm de diâmetro), que permite o movimento do líquido (óleo mineral) para a parte externa da cavidade quando comprimido pelo transdutor ultrassônico. No caso obstrutivo não há vaso comunicação, portando o óleo interno permanece confinado. A compressão foi realizada em passos de 1 mm com um transdutor endocavitário (EC9-5/10), preso à um eixo 3D de fixação. Para cada passo foram adquiridos os mapas de radiofrequência (RF) usando uma plataforma de ultrassom programável da Ultrasonix, modelo *Sonix RP*. Esses mapas de RF foram processados com auxílio de um algoritmo de *speckle tracking* via software MatLab. Dada a média de deslocamento em região ventricular simulada *versus* porcentagem de compressão, obteve-se gráficos de avaliação – vide figura 1b. Paralelamente, a volumetria ventricular de roedores *post-mortem* da espécie *Rattus norvegicus Wistar* – sob autorização do comitê de ética número de parecer favorável 0166/2015 intitulada “Técnica Ultrassônica para Investigar a Hidrocefalia Neonatal”, obtida pelo laboratório de neurocirurgia pediátrica e neuropatologia do desenvolvimento sob coordenação da Profa. Dra. Luisa da Silva Lopes, em colaboração com o laboratório GIIMUS sob coordenação do Prof. Dr. Antonio Adilton Oliveira Carneiro – (6 hidrocefálicos e 1 controle), os quais possuíam hidrocefalia induzida por injeção de *Caulim 15%* na cisterna magna aos 7 dias de vida, e dissecados por volta de seu 30º dia, utilizando-se de apenas do crânio e encéfalo. Imersos em água miliq, uma imagem volumétrica do crânio foi gerada fazendo uma varredura com o transdutor de ultrassom, em passos de 1 mm pelo eixo sagital do craniano. Os dados RF foram salvos e renderizados utilizando o software Slicer 3D. Em seguida, segmentando manualmente apenas a região ventricular, foi medido o volume de líquido, e comparado ao obtido via drenagem cirúrgica – vide tabela 1.

**Resultados.** A partir do gráfico comparativo do deslocamento *versus* compressão (figura 1b), observou-se que os comportamentos médios dos casos hidrocefálicos obstrutivos e não-obstrutivos são distintos. Isso indica que a rigidez intracraniana, causada pela elevação da pressão interna no caso hidrocefálico obstrutivo, é de fato verificada pelo menor deslocamento percentual, quando comparado ao não-obstrutivo. Além disso, a avaliação volumétrica (tabela 1) por tomografia ultrassônica mostrou-se compatível ao obtido por drenagem cirúrgica, ou seja, com variação percentual entre o obtido computacional e o experimentalmente (<23%).

**Discussão e Conclusões.** Dessa forma, nota-se que a rigidez ventricular é alterada pela doença de maneira distinta às duas ocorrências – obstrutiva e não-obstrutiva – sendo possível o diagnóstico e diferenciação da mesma pela técnica elastográfica apresentada, visto que para o caso hidrocefálico obstrutivo a deformação é menor, o que indica maior rigidez, comparada ao não-obstrutivo. Além disso, também foi notório que a avaliação volumétrica computacionalmente verificada foi fiel ao volume obtido via drenagem – indicando que ambas as metodologias geraram resultados coerentes.

**Figuras e Tabelas (Opcional).**

**Imagem 1.a:** ilustração do aparato de aquisição dos mapas elastográfico em phantoms e avaliação volumétrica em roedores ; **b:** gráfico comparativo entre o deslocamento médio dos phantoms (comunicante e não-comunicante)



**Tabela 1: comparativo da volumetria computacional (\*) e cirúrgica.**

Rato	hidro 1	hidro 2	hidro 3	hidro 4	hidro 5	hidro 6	controle
vol.*(ml)	2,45 ± 0,50	0,84 ± 0,05	0,13 ± 0,05	0,08 ± 0,05	0,20 ± 0,05	0,04 ± 0,05	0,15 ± 0,05
vol.(ml)	2,00 ± 0,02	0,76 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,16 ± 0,02	0,00 ± 0,02	0,00 ± 0,02
diferença (%)	22,39	11,17	15,90	0,00	24,37	4,00	15,00

**Agradecimentos.** Ao laboratório GIIMUS; ao laboratório de neurocirurgia pediátrica e neuropatologia do desenvolvimento, e ao CNPQ, à Fapesp e à FINEP pelo suporte financeiro.

**Palavras-chave.** Ultrassom, hidrocefalia, neonatal, elastografia, volumetria, phantom.