

# Transdutor híbrido para medidas susceptométricas e ultrassônicas simultaneamente

## *Hybrid transducer for susceptométricas and ultrasonic measures simultaneously.*

A.Colello Bruno, A.A.O.Carneiro

*Física Aplicada à Medicina e Biologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil  
Dissertação de Mestrado  
2010*

### Resumo

#### Resumo

Este trabalho descreve a construção e caracterização de um novo transdutor dedicado às medições susceptométricas e ultrassônicas de amostras marcadas com partículas magnéticas. Este transdutor, denominado de magnetoacústico, consiste de um sistema híbrido formado pela junção de um Biosusceptômetro de Corrente Alternada (BCA) e um transdutor ultrassônico. Seu princípio básico de funcionamento consiste na medida simultânea da magnetização de um meio material marcado com partículas magnéticas e das microvibrações da estrutura interna deste meio quando excitado por um campo magnético alternado externo gerado pelas próprias bobinas de excitação do BCA. Estudos *in vitro* foram realizados para auxiliar no desenvolvimento e caracterização do protótipo apresentado neste trabalho. A técnica de medida empregando este transdutor híbrido foi denominada de vibromagnetoacustografia. As amostras utilizadas consistiram de meios fluidos marcados com traçadores magnéticos (micropartículas de ferrita de tamanhos variando entre 30 m e 70 m de diâmetro). Foi avaliada a dependência da resposta do sistema com diferentes parâmetros físicos tais como: viscosidade do material base o qual foi misturado as partículas ferromagnéticas; concentração dessas partículas misturadas ao material base; frequência de oscilação do campo magnético de excitação; tensão nas bobinas de excitação e a distância entre a amostra e o transdutores. A resposta do transdutor magnetoacústico apresentou melhor relação sinal/ruído em torno de 200 Hz de frequência de magnetização, considerando uma concentração de 4% de ferrita. Acima desta concentração a viscosidade do material base era alterada e interferia na medida. As respostas do susceptômetro e do ultrassom Doppler contínuo possuem uma relação linear com o nível de tensão aplicada nas bobinas de excitação e uma dependência quase linear com baixas concentrações de partículas ferromagnéticas (4%). Também foi realizado um teste de repetibilidade no protótipo obtendo um desvio relativo de 0,94% e 0,25% nas medições Doppler e susceptométricas, respectivamente. A medida de vibração das micropartículas ferromagnéticas realizadas *in vitro*, usando um transdutor Doppler contínuo, apresentou alta sensibilidade para baixas concentrações de material ferromagnético inseridos em meio fluido (~ 1%).

**Palavras-chave:** Biosusceptômetro de Corrente Alternada, Ferrita, Ultrassom Doppler, Vibromagnetoacustografia.

### Abstract

*This study describes the construction and characterization of a new transducer dedicated to the susceptometrics and ultrasonic measurements of samples labeled with magnetic particles. This transducer, called magneto-acoustic, consists of a hybrid system formed by the junction of an Alternating Current Biosusceptometer (ACB) and an ultrasonic transducer. Its basic operation principle is the simultaneous measurement of the magnetization and the internal structure micro-vibrations of a medium labeled with magnetic particles when excited by an external alternating magnetic field generated by the ACB excitation coils. In vitro measurements were performed to support the prototype development and characterization presented in this work. The measurement technique employing this hybrid transducer was called vibromagnetoacoustography. The samples consisted of fluid medium labeled with magnetic tracers (ferrite micro particles of diameter ranging from 30 m and 70 m). It was evaluated the system response dependence with different physical parameters such as: base material viscosity in which ferromagnetic particles was mixed; the particles concentration in the base material; the oscillation frequency of the magnetic field excitation; the voltage applied on magnetizing coils and the distance between sample and transducers. The magneto-acoustic transducer response showed a better signal to noise ratio for magnetization frequency around 200 Hz and a 4% ferrite concentration. Above this concentration the base material viscosity changed disrupting the measurements. The responses of susceptometer and Doppler ultrasound have a linear dependence with the applied voltage level in the magnetizing coils and an quasi*

*linear dependence with low ferromagnetic particles concentrations (4%). A repeatability test was also performed to the prototype, which indicated a deviation of 0.94% and 0.25% in the Doppler and susceptometric measurements, respectively. The vibration measurement of ferromagnetic micro-particles performed in vitro, using a Doppler transducer, showed high sensitivity to low ferromagnetic material concentrations (~1%) immersed in a fluid medium.*

**Keywords:** *Alternating Current Biosusceptometer, Doppler ultrasound, ferrite, vibromagnetoacoustography.*

**URL:** <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59135/tde-15042010-082441/pt-br.php>