



# Comparação qualitativa de imagens de ultrassom geradas pelas técnicas DAS e MV

## *Qualitative comparison of ultrasound images generated by DAS and MV techniques*

Milena Grazielle Zanardi Andrade\*, Amauri Amorin Assef<sup>†</sup>,  
Joaquim Miguel Maia<sup>‡</sup>, Alexandre Francisco de Moraes Filho<sup>§</sup>

### RESUMO

A técnica *beamforming* é bem estabelecida e aplicada com sucesso para geração de imagens por ultrassom em tempo real. Tradicionalmente, o *beamforming Delay and Sum* (DAS), que é baseado no atraso e somatório coerente dos ecos de ultrassom, é a técnica mais empregada. Entretanto, novos métodos, como o *beamforming* adaptativo que utiliza a técnica de filtragem baseada em mínima variância (MV), vêm sendo estudados para melhorar a qualidade de sinal e reduzir os efeitos do ruído e da interferência, otimizando a resolução da imagem e contraste. Neste trabalho é realizada uma comparação qualitativa de imagens de ultrassom Modo B geradas pelas técnicas DAS e MV utilizando dados gerados pelo software de simulação de campo acústico Field II.

**Palavras-chave:** Ultrassom, Simulação, Delay and Sum, Mínima Variância

### ABSTRACT

The beamforming technique is well established and successfully applied for real-time ultrasound imaging. Traditionally, the Delay and Sum (DAS) beamforming, which is based on the delay and coherent summation of ultrasound echoes, is the most used technique. However, new methods, such as adaptive beamforming that uses the minimum variance (MV) filtering technique, have been studied to improve signal quality and reduce noise and interference effects, optimizing image resolution and contrast. In this work, a qualitative comparison of B Mode ultrasound images generated by DAS and MV techniques is performed using data generated by the acoustic field simulation software Field II.

**Keywords:** Ultrasound, Simulation, Delay and Sum, Minimum Variance

## 1 INTRODUÇÃO

Dada a necessidade de aperfeiçoar o processamento de imagens médicas de ultrassom, faz-se necessário utilizar novas ferramentas, métodos e abordagens. Entre as técnicas mais empregadas no processamento de sinais de ultrassom, destaca-se o *beamforming* (ASSEF, 2013; BELL et al., 2020).

O conceito básico de *beamforming* de ultrassom é alinhar o atraso temporal dos ecos e, em seguida, realizar o somatório coerente dos sinais. Os ecos de ultrassom chegam aos diferentes elementos transdutores em tempos distintos determinados pela distância entre o ponto alvo no tecido e a posição do elemento transdutor. Dessa

\* Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil; [milena@alunos.utfpr.edu.br](mailto:milena@alunos.utfpr.edu.br)

<sup>†</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba; [amauriassef@utfpr.edu.br](mailto:amauriassef@utfpr.edu.br)

<sup>‡</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba; [joaquim@utfpr.edu.br](mailto:joaquim@utfpr.edu.br)

<sup>§</sup> Instituto Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil; [alexandre.moraes@ifpr.edu.br](mailto:alexandre.moraes@ifpr.edu.br)



maneira, para aumentar a relação sinal-ruído (SNR) e a resolução espacial do sistema, o *beamformer* de recepção alinha os ecos recebidos através da aplicação de um atraso de tempo adequado para cada canal e, posteriormente, realiza o somatório coerente dos sinais a partir de diferentes elementos transdutores para formar uma linha de varredura (*scanline*). Essa técnica é conhecida como *beamforming Delay and Sum* (DAS) (HEDRICK; HYKES; STARCHMAN, 1995; SHUNG, 2005).

Apesar do método DAS ser bem conhecido e estabelecido, esse método ainda tem baixa qualidade em termos de contraste e resolução de imagem (ALIABADI et al., 2016). Visando aprimorar as imagens geradas pelo método DAS, foi apresentado por Capon uma técnica de *beamformer* adaptativo (CAPON, 1969). Essa técnica de filtragem adaptativa baseada em mínima variância (MV) tem sido amplamente estudada e permite melhorar a qualidade de sinal e reduzir os efeitos do ruído e da interferência, assim melhorando a resolução da imagem e contraste (ALIABADI et al., 2016).

O método MV se baseia em encontrar um vetor de apodização diferente, geralmente indicado por  $w$ , que ainda represente os sinais de interesse, mas que possa minimizar a contribuição dos sinais de interferência, através da análise da potência de saída (NEVES, 2020).

Neste trabalho é apresentada uma avaliação qualitativa de imagens de ultrassom geradas pelas técnicas DAS e MV para um transdutor matricial linear a partir de sinais gerados pela ferramenta de simulação de campo acústico Field II (JENSEN, 1992; JENSEN, 1996), a fim de verificar a redução dos efeitos que prejudicam a resolução da imagem.

## 2 MÉTODO

Para a geração dos sinais brutos de ultrassom foi utilizada a ferramenta gratuita de simulação Field II no Matlab, disponível em <https://field-ii.dk/>. O Field II é um programa para simular campos transdutores de ultrassom e imagens de ultrassom usando acústica linear. O programa usa o método Tupholme-Stepanishen para calcular os campos de ultrassom pulsado (JENSEN, 1992; JENSEN, 1996). Além disso, os arquivos bases foram executados no MATLAB R2021a, disponibilizado gratuitamente para servidores e estudantes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

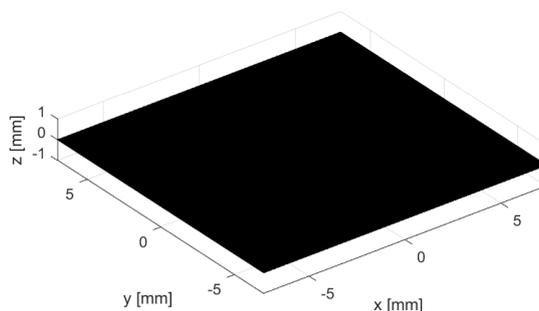
Na Tabela 1 são mostradas as informações utilizadas para a geração dos sinais pelo Field II na transmissão (TX) e recepção (RX), considerando um transdutor matricial linear. Na Figura 1 e Figura 2 são apresentadas a geometria do transdutor e o perfil de apodização aplicado em ambas a TX e RX, respectivamente.

**Tabela 1 – Informações para geração dos sinais brutos pelo Field II para o método DAS.**

Parâmetro	Especificação
Velocidade do som no meio ( $c$ )	1540 m/s
Frequência de amostragem ( $f_s$ )	40 MHz
Abertura ativa	64
Largura de cada elementos transdutor	192,5 $\mu$ m
<i>Kerf</i> (distância entre os elementos transdutores)	38,5 $\mu$ m
Altura do elemento transdutor	14 mm
Foco	65 mm
Subabertura nos eixos $x$ e $y$	5
Função de cálculo do Field II	<i>calc_scatt_multi</i>
Apodização (TX e RX)	Hamming
Número de linhas de varredura	204
Faixa dinâmica	60 dB

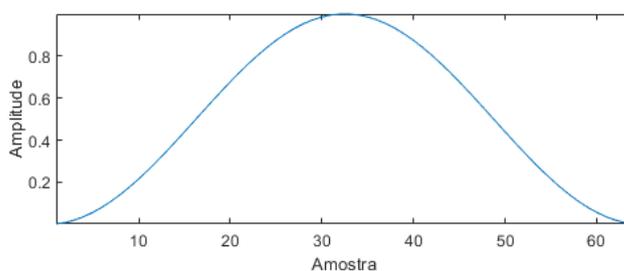
Fonte: Autoria própria (2021).

**Figura 1 – Geometria do transdutor matricial linear utilizado nas avaliações.**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

**Figura 2 – Perfil de apodização com janelamento de Hamming aplicado na transmissão e recepção.**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

Na Tabela 2 são apresentadas as informações para a aplicação do *beamformer* MV (SZASZ, 2017). As equações utilizadas para geração dos sinais e imagens deste trabalho, incluindo a suavização espacial (SE), cálculo do fator de coerência e *beamformer* MV foram adaptadas de Neves (2020).

**Tabela 2 – Informações para aplicação do método MV.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Especificação</b>
Comprimento da submatriz na suavização espacial (SE)	64
Tamanho do vetor de pesos de apodização ao aplicar a SE	64
Tamanho do vetor de direção de matriz	64
Número de submatrizes na SE	141
Número de instantâneos usados para calcular a matriz de covariância espacial	1

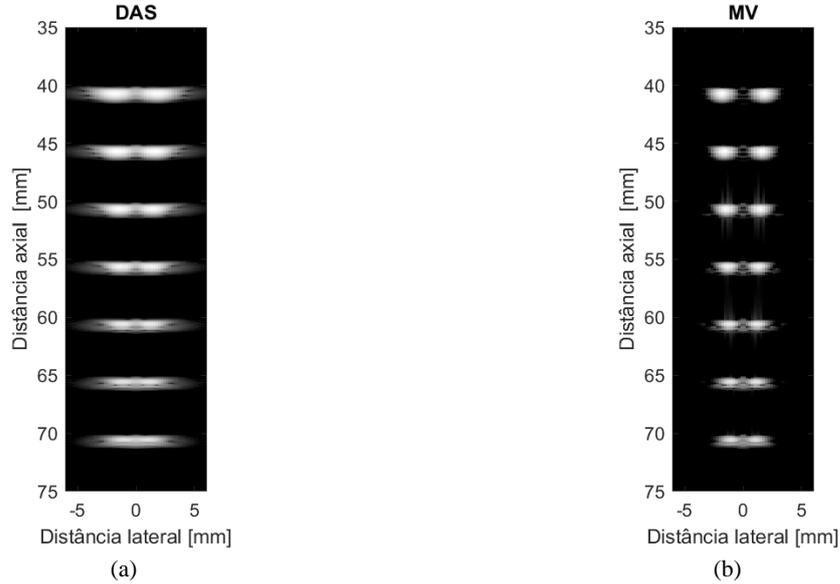
**Fonte: Autoria própria (2021).**

### 3 RESULTADOS

Nesta seção são mostrados os resultados da simulação das imagens de ultrassom em Modo B, com faixa dinâmica de 60 dB, geradas a partir de dados brutos do software Field II. Na Figura 3 (a) e (b) são mostradas as imagens geradas pelos métodos DAS e MV, respectivamente.

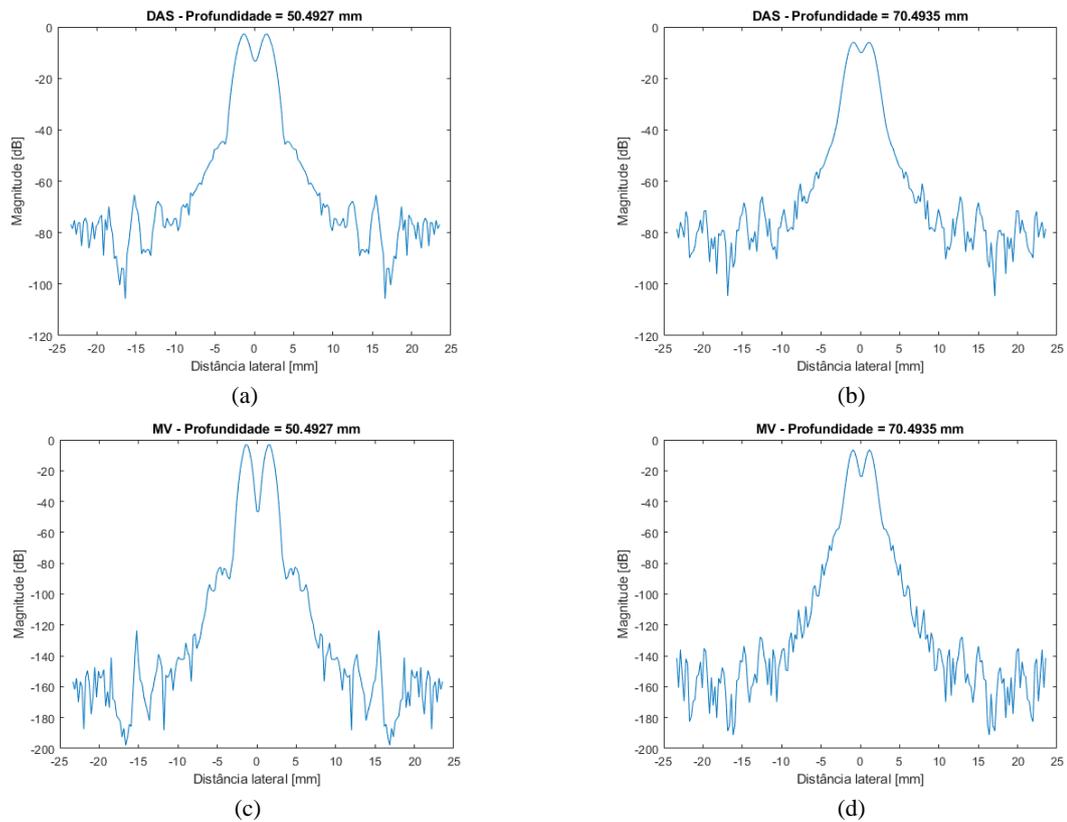
Para melhor ilustrar as diferenças entre os resultados, na Figura 4 são apresentadas as imagens laterais em duas profundidades para ambos os dois métodos. Na Figura 4(a) e (b) são mostrados os comportamentos do sinal no eixo lateral com o método DAS nas profundidades de 50,49 mm e 70,49 mm, respectivamente. Na Figura 4(c) e (d) são mostrados os resultados do sinal no eixo lateral com o método MV nas mesmas profundidades, respectivamente.

**Figura 3 – Resultados da simulação de imagens de ultrassom Modo B com faixa dinâmica de 60 dB geradas a partir de dados brutos do software Field II. (a) Imagem gerada pelo método DAS e (b) imagem gerada pelo método MV.**



Fonte: Autoria própria (2021).

**Figura 4 – Avaliação da resolução de alvos laterais nas profundidades de 50,79 mm e 70,49 mm. (a) DAS em 50,49 mm. (b) DAS em 70,49 mm. (c) MV em 50,49 mm. (d) MV em 70,49 mm.**



Fonte: Autoria própria (2021).



## 4 CONCLUSÃO

Os resultados das simulações indicam que a aplicação da técnica de filtragem do *beamforming* MV realmente melhora ambas as resoluções laterais e axial das imagens. Conforme discutido por Neves (2020), a partir de novos algoritmos de simulação, técnicas inovadoras de filtragem adaptativa poderão ser implementadas e avaliadas utilizando imagens adquiridas *in vivo* com relação à melhoria das resoluções axiais e laterais. Em trabalhos futuros, além da avaliação qualitativa, a avaliação quantitativa poderá ser realizada utilizando métricas como, por exemplo, a Largura à meia altura (*Full Width at Half Maximum* - FWHM), o contraste (CR) e a relação contraste-ruído (CNR).

## 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as seguintes organizações brasileiras pela bolsa do Programa Institucional de Iniciação Tecnológica e Inovação (PIBITI) e do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da UTFPR e pelo apoio financeiro que possibilitou a pesquisa: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação Araucária e UTFPR.

## REFERÊNCIAS

- ALIBADI, Saeid; WANG, Yuanyuan; YU, Jinhua. **Adaptive scaled Wiener postfilter beamformer for ultrasound imaging**. In: 2016 URSI Asia-Pacific Radio Science Conference (URSI AP-RASC). IEEE, 2016. p. 1449-1452.
- ASSEF, Amauri Amorin. **Arquitetura de hardware multicanal reconfigurável com excitação multinível para desenvolvimento e testes de novos métodos de geração de imagens por ultrassom**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.
- BELL, Muyinatu A. Lediju et al. **Challenge on ultrasound beamforming with deep learning (CUBDL)**. In: 2020 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS). IEEE, 2020. p. 1-5.
- CAPON, Jack. **High-resolution frequency-wavenumber spectrum analysis**. Proceedings of the IEEE, v. 57, n. 8, p. 1408-1418, 1969.
- HEDRICK, Wayne R.; HYKES, David L.; STARCHMAN, Dale E. **Ultrasound physics and instrumentation**, 1994.
- JENSEN, Jørgen Arendt. **Field: A program for simulating ultrasound systems**. In: 10TH NORDICBALTIC CONFERENCE ON BIOMEDICAL IMAGING, VOL. 4, SUPPLEMENT 1, PART 1: 351--353. 1996.
- JENSEN, Jørgen Arendt; SVENDSEN, Niels Bruun. **Calculation of pressure fields from arbitrarily shaped, apodized, and excited ultrasound transducers**. IEEE transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, v. 39, n. 2, p. 262-267, 1992.
- NEVES, Larissa Comar. **Implementação de beamformer adaptativo combinado com generalized sidelobe canceler e filtros para geração de imagens de ultrassom com ondas planas**. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um  
mundo em transformação

XI Seminário de Extensão e Inovação  
XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica  
08 a 12 de Novembro - Guarapuava/PR



SHUNG, K. Kirk. **Diagnostic ultrasound: Imaging and blood flow measurements**. CRC press, 2005.

SZASZ, Teodora. Projeto DAS\_MV\_Beamforming\_US. Disponível em:  
[https://github.com/DoraSzasz/DAS\\_MV\\_Beamforming\\_US](https://github.com/DoraSzasz/DAS_MV_Beamforming_US). Acesso em: Set. 2021.