

## FSS Bioinspiradas na Espiral de Baravelle Modificada

Rodrigo B. Moreira<sup>1</sup>, Valeriano A. de Oliveira<sup>2</sup>

Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Departamento de Matemática, Câmpus de São José do Rio Preto, SP

Alexandre J. R. Serres<sup>3</sup>

DEE/UFCG, Campina Grande, PB

Jefferson Costa e Silva<sup>4</sup>

IFPB, João Pessoa, PB

Robson H. C. Maniçoba<sup>5</sup>

DCT/UESB, Jequié, BA

Superfícies Seletivas em Frequência, do inglês *Frequency Selective Surfaces* (FSS), são estruturas projetadas com elementos majoritariamente de metal distribuídos sobre uma camada de isolante elétrico (dielétrico) de forma periódica e possuem a capacidade de filtrar frequências. Dentre suas muitas aplicações podemos citar: GPS, WIFI, 4G, 5G, forno micro-ondas e janelas inteligentes. Para mais detalhes, veja [1–3] e as referências neles contidas. Tendo em mente essa vasta gama de aplicabilidade, neste trabalho apresentamos uma FSS simples bioinspirada na espiral de Baravelle modificada. A motivação pelo uso desta geometria vem de [3], onde os autores propuseram uma estrutura com a configuração da espiral de Baravelle convencional. Usamos a palavra “modificada”, pois alteramos o processo iterativo de construção dos braços espirais, isto é, construímos os octógonos regulares circunscritos como na Fig. 1 (a) (vértices na cor preta), diferente de [3] (vértices na cor vermelha). Essa mudança consiste em um deslocamento de pontos, cuja representação da primeira iteração é destacada pela seta na cor amarela em Fig. 1 (a). Ilustramos apenas a modificação da primeira iteração, mas esse padrão deve seguir nas demais. Apesar da alteração, mantivemos a mesma configuração de níveis adotada por [3]. Assim, as Figs. 1 (a), (b), (c) e (d) tem os Níveis 0, 1, 2 e 14, respectivamente.

Uma unidade do padrão periódico da estrutura projetada pode ser vista na Fig. 1 (d). Toda construção foi feita virtualmente e o desempenho foi analisado por intermédio do Método dos Momentos (MoM), implementado no software Scilab com o auxílio do GeoGebra, que teve o papel de facilitador da compreensão geométrica da espiral. A modificação feita na espiral, a escolha do Nível 14 e do material para a criação da FSS foram decisões tomadas mediante uma bateria de testes empíricos realizados computacionalmente.

Na Fig. 2 exibimos os resultados de transmissão em decibéis (dB) para uma onda que incide sobre a FSS ilustrada na Fig. 1 (d) e a FSS proposta em [3, Fig. 1 (d)] e forma um ângulo normal. É perceptível que se fixarmos  $-10$  dB como nível de referência, a estrutura do presente trabalho fornece duas bandas com larguras mais abrangentes que as de [3] (espiral convencional), com localizações aproximadas em  $1,7 - 3,0$  GHz e  $4,7 - 6,0$  GHz. Essas faixas de atuação possibilitam aplicações nos canais de frequências *Wireless Local Area Network* (WLAN), tais como  $2,4$  GHz (IEEE 802.11b/g/n),  $4,9$  GHz (IEEE 802.11j),  $5,0$  GHz (802.11a/h/j/n/ac) e  $5,9$  GHz (802.11p).

---

<sup>1</sup>rodrigo.barbosa@unesp.br

<sup>2</sup>valeriano.oliveira@unesp.br

<sup>3</sup>alexandreserres@dee.ufcg.edu.br

<sup>4</sup>jefferson@ifpb.edu.br

<sup>5</sup>rhcmanicoba@uesb.edu.br

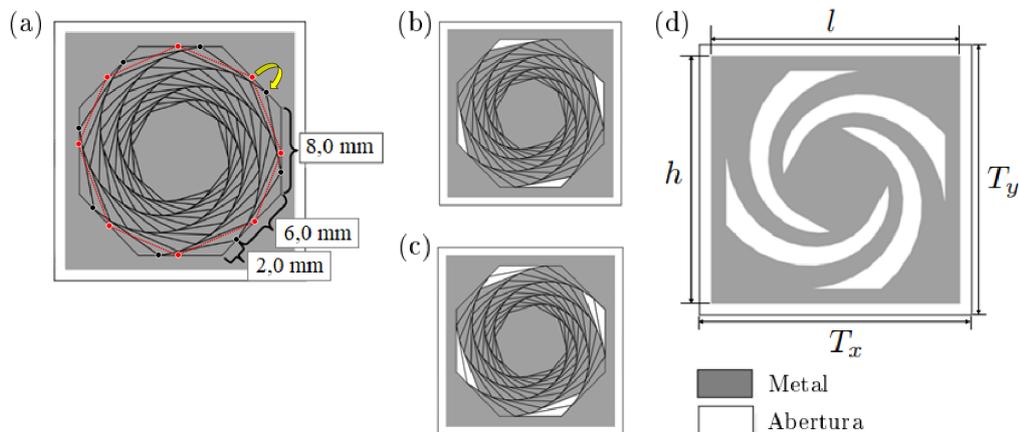


Figura 1: (a) FSS no Nível 0; (b) FSS no Nível 1; (c) FSS no Nível 2; (d) FSS no Nível 14; Periodicidade:  $T_x = T_y = 24,0 \text{ mm}$ ; Dimensões:  $l = h = 22,0 \text{ mm}$ ; Tipo do material dielétrico: ROGERS 3010, com espessura de  $1,28 \text{ mm}$ , permissividade elétrica de  $10,2 \text{ F/m}$  e tangente de perda igual a  $0,0035$ .

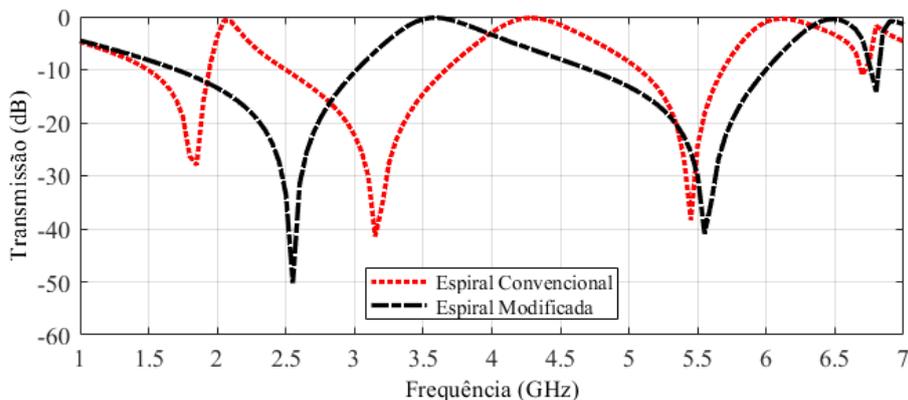


Figura 2: Resultados de transmissão para as FSS com as espirais convencional e modificada no Nível 14.

Em síntese, quando comparamos os resultados apresentados pela FSS proposta neste trabalho com os da FSS apresentada por [3], podemos perceber características distintas, tais como números e larguras de bandas, ver Fig. 2. Porém, não somos capazes de distinguir qual é a melhor, pois são as finalidades de cada aplicação que definem quais estruturas são as mais adequadas.

## Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processos 2013/07375-0 e 2022/16005-0, e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## Referências

- [1] A. L. P. S. Campos. **Superfícies Seletivas em Frequência: análise e projeto**. Natal: IFRN Editora, 2008.
- [2] B. A. Munk. **Frequency Selective Surfaces: theory and design**. New York: Wiley, 2000.
- [3] R. B. Moreira, V. A. de Oliveira, A. J. R. Serres, G. W. Pereira e R. H. C. Maniçoba. "FSS Bioinspiradas na Espiral de Baravelle". Em: **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**. 2022.