

Análise do Efeito de Técnicas de Miniaturização em Antenas de Microfita para Aplicações em WBAN e WPAN Utilizando a Banda ISM

Matheus Emanuel Tavares Sousa¹, Pablo Lucian Cardoso de Azevedo¹, Henrique Emanuel Andrade Castelo Branco¹, Iggor Bezerra da Silva¹, Humberto Dionísio de Andrade¹, José Lucas da Silva Paiva¹

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)
Caixa Postal 137 – 59.625-900 – Mossoró – RN – Brasil

matheus.emanuel@mail.com, {pablolucian, iggorsilva}@hotmail.com, henrique_e_acb@outlook.com, {humbertodionisio, jose.paiva}@ufersa.edu.br

***Abstract.** This paper discusses the application of miniaturization techniques on planar microstrip antenna, in order to compare the effects of each applied technique in radiation parameters of the antenna operating at ISM frequency band and according to STD IEEE 802.15.6 protocol (WBAN) and STD IEEE 802.15.4 protocol (WPAN). The electromagnetic parameters of gain, bandwidth and reflection coefficient varied according to the applied technique. The simulated devices demonstrated applicability to the range of interest.*

***Resumo.** Este artigo aborda a aplicação de técnicas de miniaturização em uma antena planar de microfita com objetivo de comparar os efeitos de cada técnica aplicada nos parâmetros de radiação da antena, operando na faixa de frequências ISM e de acordo com os protocolos IEEE 802.15.4 (WBAN) e IEEE 802.15.6 (WPAN). Os parâmetros eletromagnéticos do ganho, largura de banda e coeficiente de reflexão variaram de acordo com a técnica aplicada. Os dispositivos simulados demonstraram aplicabilidade à faixa de interesse.*

1. Introdução

O avanço da comunicação sem fio, ou *wireless*, acompanha o avanço de equipamentos que possuem vários dispositivos embarcados, além disso, Sagun, Maan e Rana (2015) ressaltam que à medida que gradualmente a população está sendo cercada de dispositivos eletrônicos, há então uma crescente demanda por melhor gerenciamento e desenvolvimento de uma rede de comunicação entre os dispositivos eletrônicos. Nos sistemas de comunicação sem fio, em que dimensões, peso, custo e facilidade de instalação são fatores restritivos, é fundamental a utilização de antenas que atendam a esses requisitos, e para que se cumpram essas restrições, antenas de microfita podem ser utilizadas [Hanzaz, 2016].

O processo de embarcar um sistema de comunicação em equipamentos requer cada vez mais sistemas compactos, ou seja, que ocupem menos espaço e sejam mais leves, logo, os dispositivos envolvidos na etapa de comunicação devem atender esses pré-requisitos. Lee e Tong (2012) destacam características das antenas de microfita tais como adaptabilidade a superfícies planares ou não planares, sendo seu processo de

fabricação relativamente simples e de baixo custo, logo, tornam-se atrativas para essas aplicações.

Dessa forma, é necessário estudo a respeito da possibilidade de miniaturização das antenas embarcadas nos sistemas de comunicação, ou seja, reduzir suas dimensões e observar a influência desse processo nas propriedades de radiação do dispositivo, obedecendo aos requisitos dos protocolos de comunicação na qual está a faixa de frequências em que o dispositivo irá operar.

Exemplos de redes de comunicação sem fio são as chamadas *Wireless Body Area Network* (WBAN) e *Wireless Personal Area Network* (WPAN), que fazem parte de protocolos da família STD IEEE 802.15, em que o protocolo para WBAN é o STD IEEE 802.15.4 e para WPAN o protocolo é o STD IEEE 802.15.6 e englobam a faixa de frequências ISM 2,4 GHz.

A importância do processo de miniaturização dos dispositivos se dá pela observação da gama de aplicações que as antenas de microfita são utilizadas. Por exemplo, Patel, Vaghela e Seddik (2010) estudaram a aplicação desse tipo de antena em sistemas de monitoramento remoto de saúde, já Elsheakh e Abdallah (2019) utilizaram a ideia de antena de microfita para aplicações com detecções em radar. Então percebe-se que a versatilidade das antenas de microfita se dão em razão de sua adaptabilidade, que deve agora acompanhar a tendência de diminuição das dimensões dos dispositivos. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo comparar três técnicas de miniaturização de antenas de microfita: aplicação de geometria quase-fractal, proposta por Oliveira (2008), aplicação de *defected ground structure* (DGS) no plano de terra da antena, técnica proposta por Karade e Zade (2015) e utilização de um material com alta permissividade elétrica no substrato da antena, a fim de observar a influência de cada técnica nas propriedades de radiação do dispositivo, tais como ganho, coeficiente de reflexão, padrões de radiação e largura de banda. Os dispositivos foram simulados no *software* ANSYS[®] HFSS versão 19.2, todos projetados para operar dentro da banda de frequências para aplicações Industriais, Científicas e Médicas (ISM – *Industrial, Scientific and Medical*) 2,4 GHz, com aplicabilidade ao apresentado nos protocolos STD IEEE 802.15.4 e STD IEEE 802.15.6.

2. Materiais e Métodos

Projetou-se uma antena de microfita, com *patch* retangular, por meio do Modelo da Linha de Transmissão, com alimentação por meio de linha de microfita considerando-se uma impedância de entrada igual a 50Ω , mas, sem a aplicação de nenhuma técnica de miniaturização. A Figura 1 resume a metodologia adotada no trabalho.

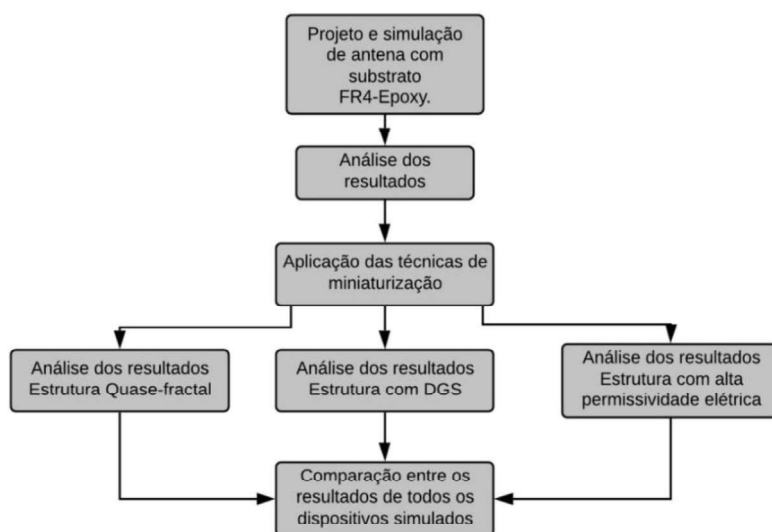


Figura 1: Metodologia adotada no trabalho

Após a etapa de projeto e simulação, foram aplicadas técnicas a fim de se observar a redução nas dimensões físicas da primeira antena projetada, denominada Antena Padrão. A primeira técnica utilizada foi a aplicação de uma estrutura quase-fractal, na segunda técnica foi realizada uma modificação no plano de terra do dispositivo, e por último foi utilizado um material no substrato com uma alta permissividade elétrica. Com exceção da última técnica citada, o substrato do dispositivo foi utilizado o material FR4-Epoxy, com constante dielétrica $\epsilon_r = 4,4$ e tangente de perdas $\tan\delta = 0,02$. O material com alta permissividade utilizado foi o *Rogers®* RO3010 (tm), que possui constante dielétrica $\epsilon_r = 10,2$ e tangente de perdas $\tan\delta = 0,0035$. Na Figura 2, são ilustradas as técnicas de miniaturização aplicadas, assim como a Antena Padrão.

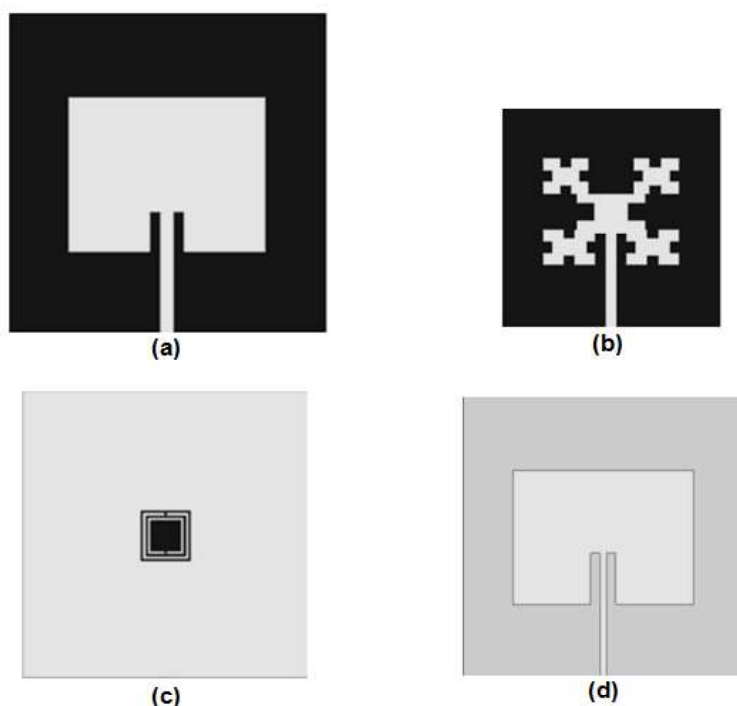


Figura 2: Dispositivos Simulados (a) Antena Padrão (b) Quase-fractal (c) DGS (d) Substrato com alta permissividade elétrica

Na Figura 2 (c) está ilustrado o plano de terra do dispositivo, uma vez que é onde está aplicada a técnica de DGS, e com exceção desta, todas apresentam plano de terra totalmente preenchido. Após a definição das estruturas a serem simuladas, foi dada sequência ao estudo para se analisar a influência, com relação ao desempenho da Antena Padrão, de cada técnica.

3. Resultados e Discussão

A partir das simulações foram obtidos os gráficos e diagramas representativos do comportamento das antenas de acordo com a técnica utilizada. Na Figura 3, é apresentada a relação entre coeficiente de reflexão e frequência, para cada técnica apresentada.

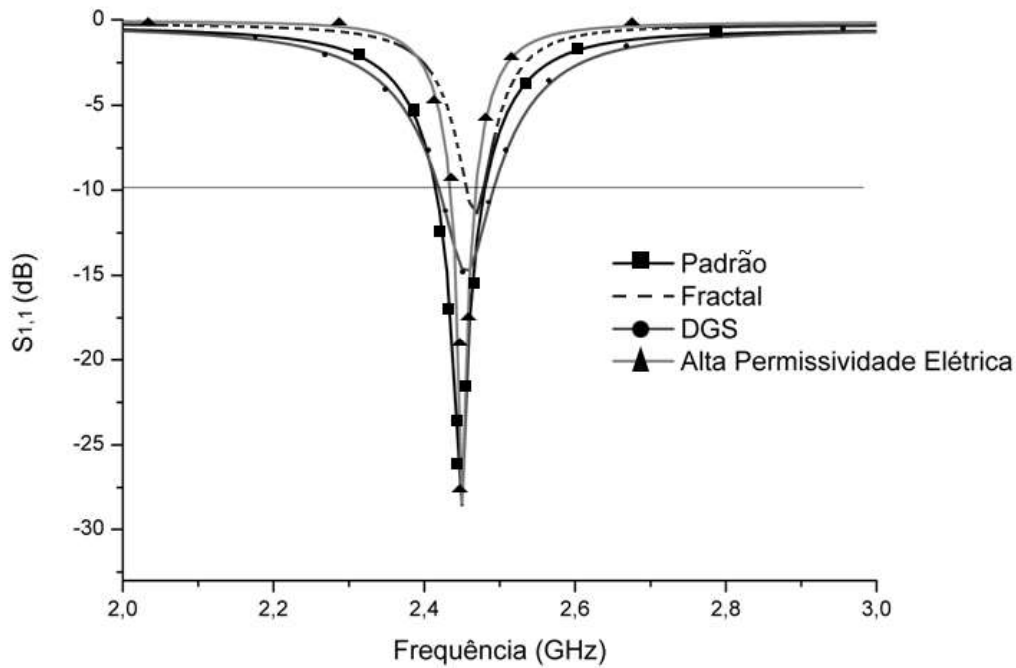
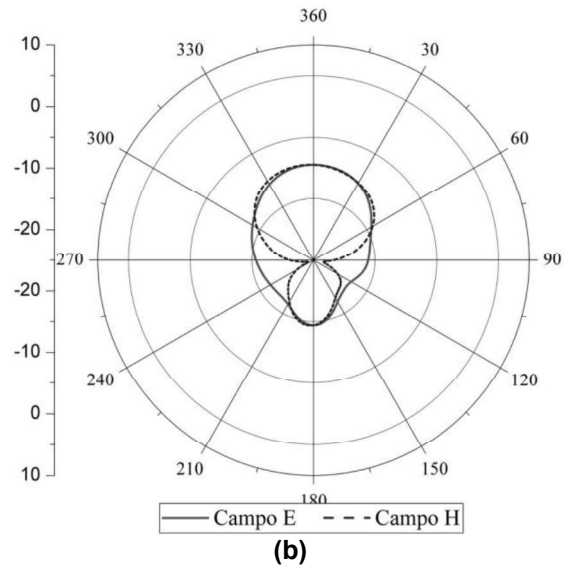
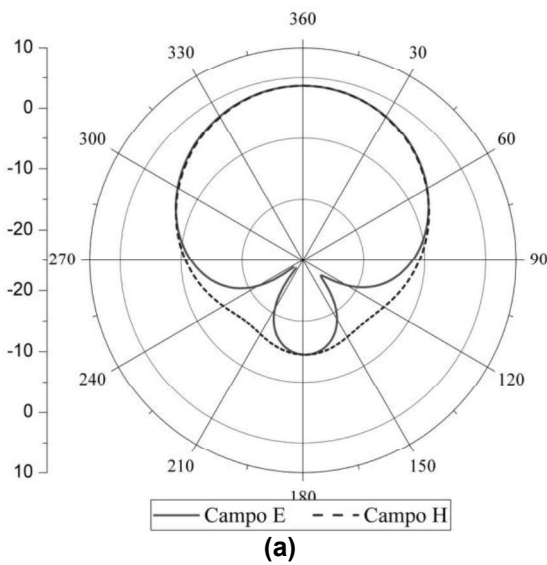


Figura 3: Coeficiente de reflexão (dB) x Frequência (GHz)

A observação da Figura 3 sugere que a aplicação de cada técnica de miniaturização influencia tanto no valor do coeficiente de reflexão quanto na largura de banda apresentada por cada dispositivo. Dentre os dispositivos com aplicação de técnica de miniaturização, a antena com aplicação de material com alta permissividade elétrica apresentou menor coeficiente de reflexão, alcançando o valor de -28,43 dB, porém, a maior largura de banda resultou da antena com aplicação de DGS, sendo inclusive maior que a largura de banda da Antena Padrão. Na Figura 4, são apresentados os padrões de radiação resultantes para cada simulação.



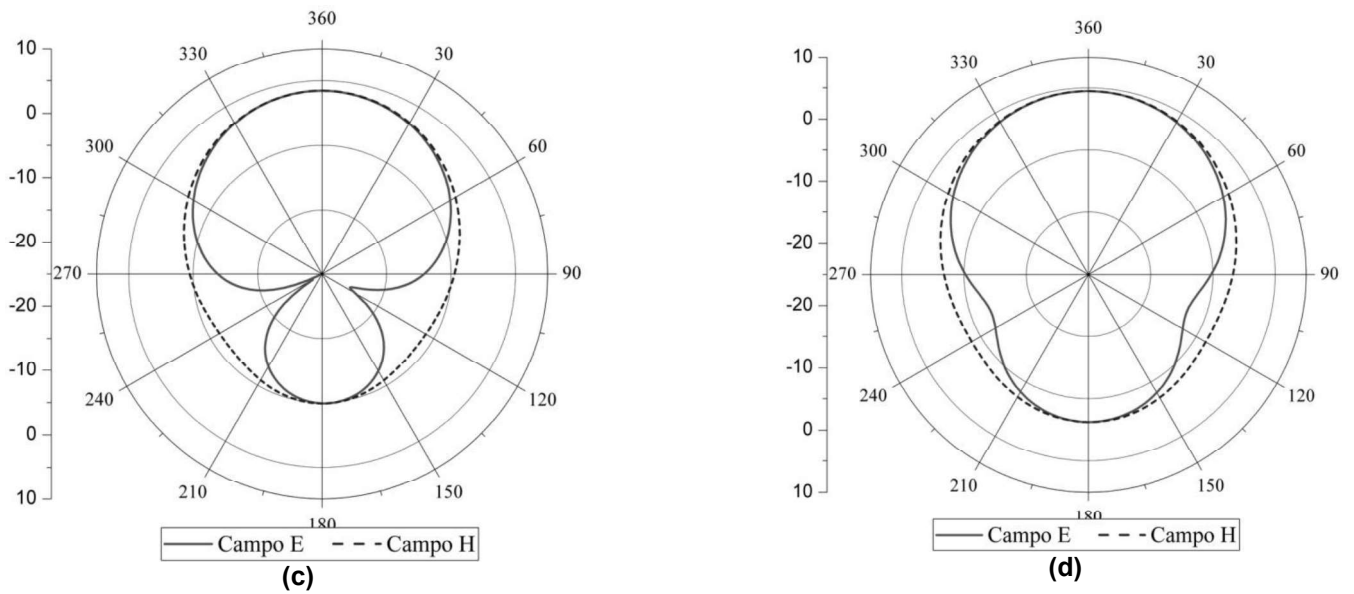


Figura 4: Padrões de radiação para cada antena (dB x Graus) (a) Antena Padrão (b) Quase-fractal (c) DGS (d) Alta Permissividade Elétrica

A análise da Figura 4 indica que todos os dispositivos apresentaram um padrão de radiação *broadside*, ou seja, perpendicular ao *patch* da antena, como ilustrado na Figura 5. A principal diferença de comportamento apresenta-se no lóbulo posterior dos diagramas, em que a antena com substrato com alta permissividade elétrica apresentou maior valor de lóbulo posterior. Na Tabela 1 é apresentado os resultados referentes ao desempenho de cada uma das antenas apresentadas.

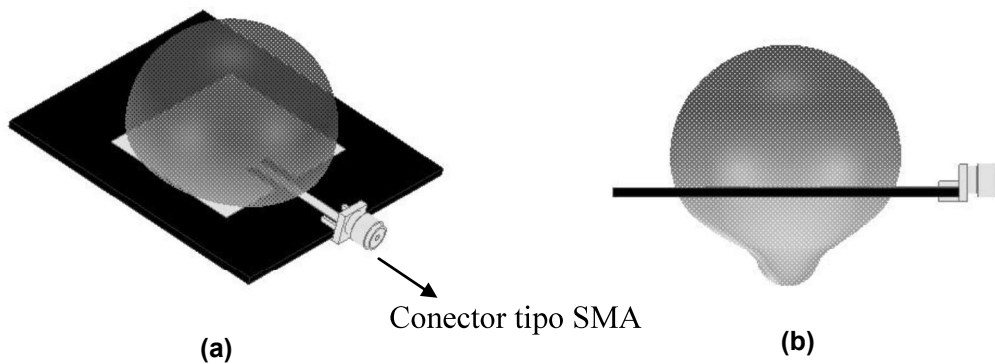


Figura 5: Exemplo de padrão de radiação *broadside* (a) Vista superior (b) Vista lateral

Tabela 1. Desempenho individual das antenas

Antena	Técnica de Miniaturização	Redução Dimensional (%)	Ganho (dB)	Largura de Banda (MHz)	$S_{1,1}$ (dB)	Frequência de Ressonância com menor $S_{1,1}$ (GHz)
Padrão	-	-	3,66	64,8	-28,53	2,45
2	Quase-fractal	42,4	-9,42	20,9	-11,34	2,48
3	DGS	6,6	3,46	71,3	-14,61	2,45
4	Substrato com alta ϵ_r	34,7	4,47	34,7	-28,43	2,45

As influências de cada técnica apresentada na Tabela 1 mostram que apesar de comportamentos variados com relação ao ganho, largura de banda e coeficiente de reflexão, foi possível alcançar redução dimensional a partir das três técnicas. A técnica de aplicação de substrato com alta permissividade elétrica se sobressai com relação ao ganho, apresentando um aumento de aproximadamente 22,13 % com relação à antena sem aplicação de técnica de miniaturização. Já com relação à largura de banda, a técnica de aplicação de DGS se sobressaiu com relação às demais, e a antena com estrutura quase-fractal apresentou maior redução dimensional. Após a análise dos resultados, constatou-se que todas as antenas apresentaram frequências de ressonância dentro da faixa de interesse.

4. Conclusão

Nesse trabalho foram apresentadas técnicas de miniaturização de antenas de microfita, incluindo o método de aplicação de estrutura quase-fractal, aplicação de estrutura DGS e utilização de material com alta permissividade elétrica. As técnicas de miniaturização por meio de quase-fractais e material com alta permissividade apresentaram maiores reduções dimensionais com relação à antena projetada inicialmente, sem aplicação de técnicas de miniaturização. A antena com substrato de alta permissividade elétrica apresentou o maior ganho total simulado, enquanto a antena com DGS apresentou maior largura de banda. A antena inicial obteve o melhor coeficiente de reflexão, porém, todos os dispositivos simulados ressoaram na faixa pretendida, ou seja, demonstraram aplicabilidade à faixa ISM. Sugere-se como estudo para trabalhos futuros a análise e comparação, com relação à influência nos parâmetros eletromagnéticos, de outras técnicas em antenas de microfita, por exemplo técnicas de aumento de largura de banda ou diretividade.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES, UFERSA, GEPEAT e à equipe do Laboratório de telecomunicações e micro-ondas da UFERSA. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- Elsheakh, D. N. e Abdallah, E. A. “Compact ultra-wideband Vivaldi antenna for ground-penetrating radar detection applications”. *Microwave and Optical Technology Letters*, v. 61, pág. 1268-1277, Fev. 2019. DOI: 10.1002/mop.31724. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mop.31724>.
- Hanzaz, A. A. “Development of Microstrip Patch Antenna with Change in Materials and Dimensions Using MCM Technology”. *International Conference on Electronic Devices, Systems and Applications*. DOI: 10.1109/ICEDSA.2016.7818462. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7818462>.
- Karade, A. R. e Zade, P. L. “A Miniaturized Rectangular Microstrip Patch Antenna using SSRR for WLAN Applications”. *IEEE ICCSP 2015 conference*. DOI: 10.1109/ICCSP.2015.7322650. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7322650>.
- Lee, K. e Tong, K. “Microstrip Patch Antennas: Basic Characteristics and Some Recent Advances”. *Proceedings Of The IEEE*, v. 100, n. 7, p.2169-2180, jul. 2012. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/jproc.2012.2183829>.
- Oliveira, E. E. C. “Antenas de Microfita com Patch Quase-fractal para Aplicações em Redes WPAN/WLAN”. 2008. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e da Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.
- Patel, A. C, Vaghela, M. P, Bajwa H. e Seddik H. “Comformable Patch Antenna Design for Remote Health Monitoring”. *IEEE Long Island Systems, Applications and Technology Conference*. DOI: 10.1109/LISAT.2010.5478267. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5478267>.
- Sargun, Maan, S. e Rana, S. “Wireless Personal Area Networks Architecture and Protocols for Mutimedia Applications”. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, v. 4, p. 369-374, jan. 2015. DOI: 10.17148/IJARCCE.2015.4183