

Antena Log-Periódica Compacta para Aplicações 5G de Longo Alcance

Anna Clara A. Pereira, Vinícius S. Rosa, Lucas M. R. Couto, Prof. Dr. Arismar Cerqueira S. Jr.

Resumo— Este trabalho propõe a miniaturização de uma antena Log-Periódica por meio de Chanfros e Dobras nos elementos radiantes. São comparadas três versões para integrar sistemas UHF a redes 5G em áreas remotas. A versão miniaturizada reduziu cerca de 10,32% do tamanho, preservando a faixa de frequência (480–760 MHz) e desempenho semelhante.

Palavras-Chave— Miniaturização, Antena Log-Periódica (LPDA), UHF, Chanfros e Dobras.

Abstract— This work proposes the miniaturization of a Log-Periodic antenna using chamfers and folds in its radiating elements. Three versions are compared to integrate UHF systems into 5G networks for remote areas. The miniaturized version reduced size by about 10.32%, maintaining the frequency range (480–760 MHz) and similar performance.

Keywords— Miniaturization, Log-Periodic Dipole Antenna (LPDA), UHF, Chamfers and Bends.

I. INTRODUÇÃO

A evolução da quinta geração de redes móveis (5G) e a transição para a sexta geração (6G) impulsionam pesquisas em redes de alta performance com foco em ultravelocidade, baixa latência e suporte a muitos dispositivos conectados [1]. O Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel), em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPPI), lidera o projeto XGMobile, parte da iniciativa Brasil 6G, que une academia, indústria e governo no desenvolvimento de redes futuras [1].

Nesse contexto, cresce também a demanda por conectividade em áreas remotas. Nessas regiões, o desafio é garantir desempenho eficiente de RF, apesar das limitações físicas. Antenas UHF comerciais, por operarem em baixas frequências, são grandes e de difícil instalação. Este trabalho propõe o redesenho de uma antena Log-Periódica Convencional [2], com ajustes geométricos [3], visando miniaturização e adequação a sistemas 5G em locais de difícil acesso.

Para viabilizar essa proposta, o sistema ilustrado na Figura 1, baseado em rádios definidos por software (SDR) [4], é utilizado para testar o desempenho do projeto. Dispositivos periféricos de rádio de software universal (USRP) são conectados a computadores na Unidade Interna (IDU) e à Unidade Externa (ODU) [4]. O sistema utiliza Multiple-Input e Multiple-Output (MIMO 2x2) para diversidade (visando a robustez) e realiza a comunicação por meio de antenas UHF, operando nas faixas de 480–600 MHz e 620–760 MHz [4].

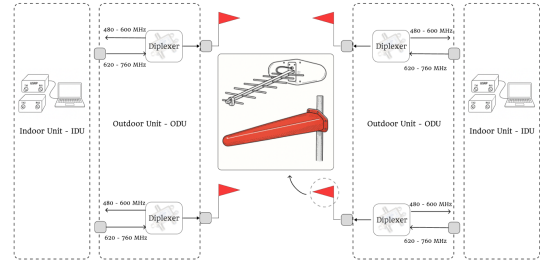


Fig. 1. Esquemático da implementação do transceptor de dados para áreas remotas envolvendo antenas UHF [4].

II. ANTENAS LOG-PERIÓDICAS: SIMULAÇÕES E RESULTADOS

A. Log-Periódica Convencional

Para o projeto da antena Log-Periódica (LPDA) convencional, adotou-se uma antena planar (PLPDA), utilizando o método proposto por Carrel (1961) [2], descrito e aprofundado em Balanis [5]. O arranjo foi projetado para garantir diretividade e largura de banda adequadas, atendendo às exigências do projeto UHF.

As simulações eletromagnéticas para análise do desempenho da antena foram realizadas utilizando o software Ansys HFSS, versão 2024 R2 (24.2), o qual oferece recursos avançados para modelagem precisa de estruturas complexas.

O modelo, com 7 elementos sobre substrato FR4 ($\epsilon_r = 4,4$) e condutor ideal, foi dimensionado com $\tau = 0,89$, $\sigma = 0,05$ e frequência central de 620 MHz. A malha adaptativa teve erro máximo de 0,5%.

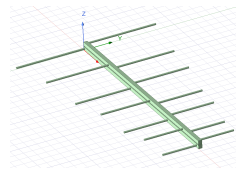


Fig. 2. Antena Log-Periódica para a faixa de 480 MHz a 760 MHz versão convencional.

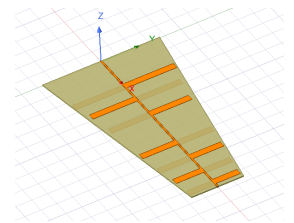


Fig. 3. Antena Log-Periódica para a faixa de 480 MHz a 760 MHz versão convencional impressa.

B. Log-Periódica Miniaturizada

Para o projeto de uma antena miniaturizada, foi escolhida a técnica de Chanfros e Dobras, descrita na patente BR102012020810-5B1 Sodré et al. (2012), com permissão do autor [3]. Essa técnica não causa descontinuidades na densidade de corrente e no campo magnético, ou seja, não ocasiona mudanças na banda de operação.

Técnicas alternativas de miniaturização, como estruturas fractais [6], também foram consideradas, mas optou-se pelos

chanfros e dobras pela manutenção da banda de operação e do ganho, além da simplicidade construtiva.

Na técnica de chanfros e dobras (Fig. 5), cada semi-elemento é composto por três segmentos: o primeiro (6, fig. 2), inclinado em β (30° a 60°); o segundo (7, fig. 2), paralelo ao eixo, com $\lambda/8$; e o terceiro (8, fig. 2), com $\lambda/16$, assim como o primeiro. O ângulo β' entre 8 e 7 é complementar de β .

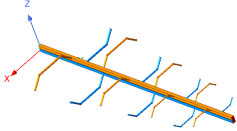


Fig. 4. Simulação de uma antena planar log-periódica operando entre 480 MHz e 760 MHz, com recurso eletromagnético proposto por Arismar Cerqueira [3].

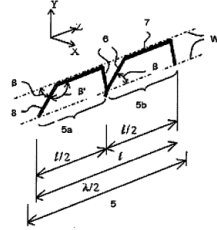


Fig. 5. Ilustração da técnica de miniaturização baseada em chanfros e dobras aplicada à geometria da antena [3].

C. Resultados

A Tabela I destaca que, embora a LPDA Chanfrada ocupe a menor área, seu volume é o maior ($5810,52 \text{ cm}^3$) devido à geometria tridimensional adotada na miniaturização. Dobras e chanfros elevam a espessura da antena, compactando a área sem prejuízo ao desempenho, mas exigindo mais espaço vertical.

TABELA I

COMPARAÇÃO ENTRE AS ÁREAS OCUPADAS EM RELAÇÃO AO λ_{MAX}

Antena	Área (cm^2)	Vol. (cm^3)	Área/ λ_{max}^2	Ganho (dBi)
LPDA	1120,20	2016,00	0,287	9,25
PLPDA	1672,02	530,33	0,428	7,73
LPDA Chanfrada	1005,28	5810,52	0,257	8,27

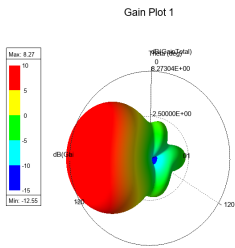


Fig. 6. Ganho da antena após a técnica de miniaturização, em dBi.

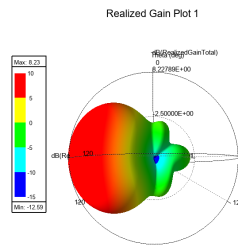


Fig. 7. Ganho Realizado da antena após a técnica de miniaturização, em dBi.

Nas Figuras 6 e 7, observa-se os gráficos de ganho direto e ganho realizado da antena miniaturizada. O ganho demonstra que a antena mantém desempenho satisfatório ao longo da faixa de operação, com valores próximos aos obtidos pela LPDA convencional. Já o ganho realizado, que incorpora perdas por desadaptação, reforça que a técnica de chanfros e dobras não compromete a eficiência global da antena.

A PLPDA apresentou menor ganho (7,73 dBi), inferior ao da LPDA convencional (9,25 dBi) e da miniaturizada (8,27 dBi). Essa redução pode estar ligada às perdas no substrato dielétrico, que afetam diretividade e eficiência. Já

a miniaturizada manteve bom desempenho, sugerindo que chanfros e dobras preservam a eficiência de radiação.

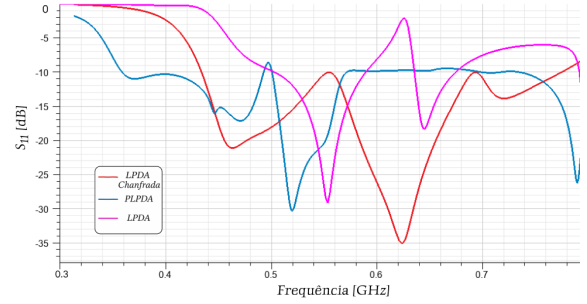


Fig. 8. Curvas do parâmetro S_{11} em função da frequência para três antenas Log-Periódicas: LPDA Chanfrada, PLPDA e LPDA convencional. A frequência está no eixo horizontal e S_{11} , em dB, no vertical.

A Figura 8 apresenta as curvas do parâmetro S_{11} , evidenciando que todas as antenas analisadas exibem boa adaptação de impedância na faixa de 480 a 760 MHz, com S_{11} abaixo de -10 dB .

III. CONCLUSÃO

A versão miniaturizada reduziu a área para $1005,28 \text{ cm}^2$ (10,32% menor que a LPDA convencional), sem alterar a faixa de 480–760 MHz, comprovando a eficácia dos chanfros e dobras.

A análise do S_{11} confirmou boa adaptação de impedância (480–760 MHz) nas três antenas. A versão miniaturizada manteve ganho similar, com variações aceitáveis. O redesenho geométrico preserva a eficiência da antena log-periódica, viabilizando seu uso em sistemas UHF para aplicações 5G. Como trabalho futuro, pretende-se construir o protótipo físico da antena para caracterização experimental e validação dos resultados simulados.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo projeto XGM-AFCCT-2024-2-15-1 (xGMobile/EMBRAPII), com recursos do PPI IoT/Manufatura 4.0 do MCTI (Termo 052/2023). Os autores também agradecem ao CNPq (Contratos 182245/2024, 181826/2024 e 180776/2025).

REFERÊNCIAS

- [1] H. R. D. Filgueiras et al. “Wireless and Optical Convergent Access Technologies Toward 6G”. Em: *IEEE Access* 11 (2023), pp. 9232–9259. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3239807.
- [2] R. Carrel. “Design of log-periodic dipole antennas”. Em: *IRE Int. Conv. Record* (1966). DOI: 10.1109/IRECON.1961.1151016.
- [3] A. Cerqueira Sodré et al. “Método de obtenção de dispositivos eletromagnéticos reduzidos”. BR 102012020810-5 B1. 2012.
- [4] M. S. B. Cunha et al. “TV White Space Implementation in Brazil Using 5G-RANGE”. Em: *Sensors* 25.8 (2025), p. 2469. DOI: 10.3390/s25082469.
- [5] C. A. Balanis. *Antenna Theory: Analysis and Design*. 2ª ed. Wiley, 1997.
- [6] D. F. Sihalohe e A. Munir. “Size reduction of printed log-periodic dipole array antenna using fractal Koch geometry”. Em: *Int. J. Electr. Eng. Inform.* 7.2 (2015), pp. 226–232.