

PROJETO E ANÁLISE DE UMA ANTENA MONOPOLO OCTÓGONO PARA SISTEMAS UWB

Rômulo Rodrigues de Moraes Bezerra¹

Elder Eldervitch Carneiro de Oliveira²

Rodrigo César Fonseca da Silva³

Maciel Alves de Oliveira⁴

RESUMO

Este trabalho apresenta um projeto e análise de uma antena monopolo baseado na figura geométrica octógono para aplicações em altas frequências, mais precisamente na faixa UWB (do inglês *Ultra Wide Band*), ou seja, para sistemas ultra banda larga na faixa das micro-ondas compreendida entre 3,1 GHz – 10,6 GHz. A antena foi fabricada sobre um material de baixo custo, apresentando baixo perfil e adequabilidade à faixa de frequência de projeto desejada, sendo possível sua aplicação em tecnologias de rede de comunicação sem fio, por exemplo, o conhecido Wi-Fi e *Bluetooth*. A antena proposta foi excitada pela técnica de linha de microfita baseada no modelo da linha de transmissão (TLM) e seus diversos parâmetros eletromagnéticos (parâmetros S) foram analisados no simulador de onda completa *Ansoft HFSSTM*, baseado no método dos elementos finitos (FEM). Após algumas simulações, com o intuito de validar o projeto e investigar o comportamento em frequência, um protótipo foi construído e medido em um analisador de rede vetorial (modelo S5071C da empresa *Agilent Technologies*). Os resultados simulados e medidos foram obtidos e em seguida apresentados e discutidos.

Palavras-chave: Antenas de microfita. Antena monopolo. Baixo perfil. Micro-ondas.

¹ Graduando em Computação pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

² Doutor em Engenharia Elétrica. Atualmente é professor adjunto da Universidade Estadual da Paraíba.

³ Doutor em Física. Atualmente é professor adjunto da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

⁴ Mestrando em Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem havido um rápido crescimento na comunicação *wireless* (comunicação sem fio). A tecnologia UWB (*Ultra Wide Band*) destaca-se entre as opções de sistemas de comunicação sem fio graças ao surgimento da comunicação de quarta geração (4G). Nesse aspecto, buscam-se soluções que atendam a novos e melhores serviços na área de telecomunicações para a faixa de frequência das micro-ondas, tais como: antenas com ganho moderado a essa aplicação, na faixa de comunicação sem fio, que apresentem baixo perfil e baixo custo.

O padrão de sistema de comunicação móvel de quarta geração (4G), licitado para ser utilizado no Brasil é o LTE (do inglês *Long Term Evolution*) Release 10, que também é utilizado em países da Ásia como Japão, bem como nos Estados Unidos e opera em duas faixas de frequências, sendo elas: A faixa de 700 MHz, que compreende as frequências de 698 MHz - 806 MHz, com 108 MHz de largura de banda dividida em duas bandas de 45 MHz. Cada canal utiliza um par de frequências: uma para a transmissão do móvel para a estação base (frequência da banda mais baixa) e outra para a transmissão da estação base para o móvel (frequência da banda mais alta). O sistema dispõe de uma faixa central de 10 MHz separando as duas bandas anteriores e duas bandas de guarda, uma de 5 MHz no início da banda inferior e outra de 3 MHz no final da banda superior. Por sua vez, a faixa de 2,5 GHz, que compreende as frequências de 2,5 a 2,69 GHz, com 169 MHz de largura de banda (GABRIEL, 2013).

As antenas são estruturas metálicas que irradiam e recebem energia eletromagnética pelo espaço livre (BALANIS, 1997). São componentes decisivos nesses tipos de sistemas de comunicação, sendo amplamente utilizadas em aplicações UWB e demais sistemas de comunicação sem fio, que necessitem que os parâmetros como o ganho e impedância operem em uma larga faixa de frequência de interesse (KUMAR, 2003).

O interesse do uso de antenas patch em microfita vem se intensificando em diversas áreas das telecomunicações, principalmente na faixa de frequência das micro-ondas, pois apresentam características interessantes como: facilidade de fabricação, baixo custo, compactas, modelagem simplificada, entre outras. Entretanto, é possível citar algumas desvantagens como baixo ganho, irradiação externa nas linhas e junções entre outras (MANDAL et al., 2013), (BALANIS, 1997). Algumas técnicas estão sendo aplicadas com intuito de acrescer a largura de banda dessas antenas, as alterações no plano de terra é uma delas (JOHN et al., 2005).

Neste sentido, o presente trabalho apresenta o projeto de uma antena monopolo com formato geométrico de um octógono. O projeto da antena foi executado visando aplicações que requeiram ultra banda larga, compreendida na faixa que vai de 3,1 GHz a 10,6 GHz, com exigência mínima de 7,5 GHz de largura de banda, visando posterior aplicação em sistemas de comunicação sem fio como dispositivos móveis de terceira e quarta geração, 3G e 4G LTE. Os resultados numéricos desta antena foi suportado pelo *software* comercial *Ansoft HFSSTM*, que implementa o método numérico de onda completa dos elementos finitos na análise e caracterização do dispositivo proposto. Um protótipo da antena proposta foi construído e medido em um analisador de rede vetorial com o intuito de validar o modelo teórico proposto.

Este trabalho se encontra organizado da seguinte forma: A Seção II descreve a estrutura da antena proposta. Resultados simulados e experimentais são apresentados na Seção III. A seção IV apresenta as conclusões desse artigo.

2 ESTRUTURA DA ANTENA OCTÓGONO PROPOSTA

Inicialmente, para a execução do projeto foi selecionado um material de baixo custo, de fácil acesso e manipulável, comercialmente vendido e capaz de suportar o projeto de antenas planares com boa eficiência e sem grande custos no processo de fabricação. O material utilizado foi a fibra de vidro (FR4) com permissividade elétrica de 4,4 e espessura do dielétrico de 1,5 mm segundo o *datasheet* do fabricante. Um substrato mais espesso aumenta a potência irradiada e reduz as perdas no condutor, o que melhora sensivelmente a largura de banda de impedância (BALANIS, 1997). Neste trabalho, a geometria do patch irradiante consiste em um octógono disposto sobre um plano de terra coberto com cobre, truncado de tal maneira com o intuito de aumentar a largura de banda da estrutura da antena projetada. Uma abertura (recorte) foi introduzida no plano de terra com a finalidade de melhorar o casamento de impedância e, conseqüentemente, a perda de retorno dessa antena (Bao et al., 2007). A estrutura característica da antena proposta está ilustrada na Figura 1, com suas dimensões especificadas em milímetros. Uma foto ilustrativa do *software* HFSS, utilizado como metodologia adotada na modelagem numérica desse dispositivo pode ser visualizada na Figura 2.

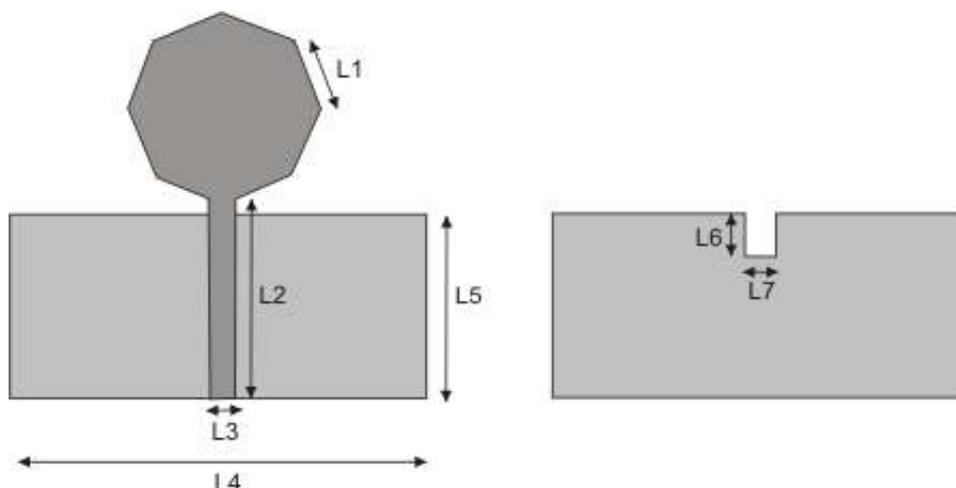


Figura 1 - Geometria da antena proposta: (a) Vista superior e (b) Plano de terra truncado com o recorte.

A alimentação da antena é realizada por uma linha de microfita (com dimensões $L2 \times L3$), de fácil fabricação e aliada ao recorte ($L6 \times L7$) no plano de terra, que nos permite obter um bom casamento de impedância para essa estrutura. O método de linha de transmissão tem como vantagem a simplicidade de produção e promove uma boa percepção física do procedimento (BALANIS, 1997). Este método leva em consideração os efeitos de borda causados pelo fato do patch possuir dimensões finitas, o que leva a um efeito de franjamento tanto ao longo do comprimento quanto da largura do patch.

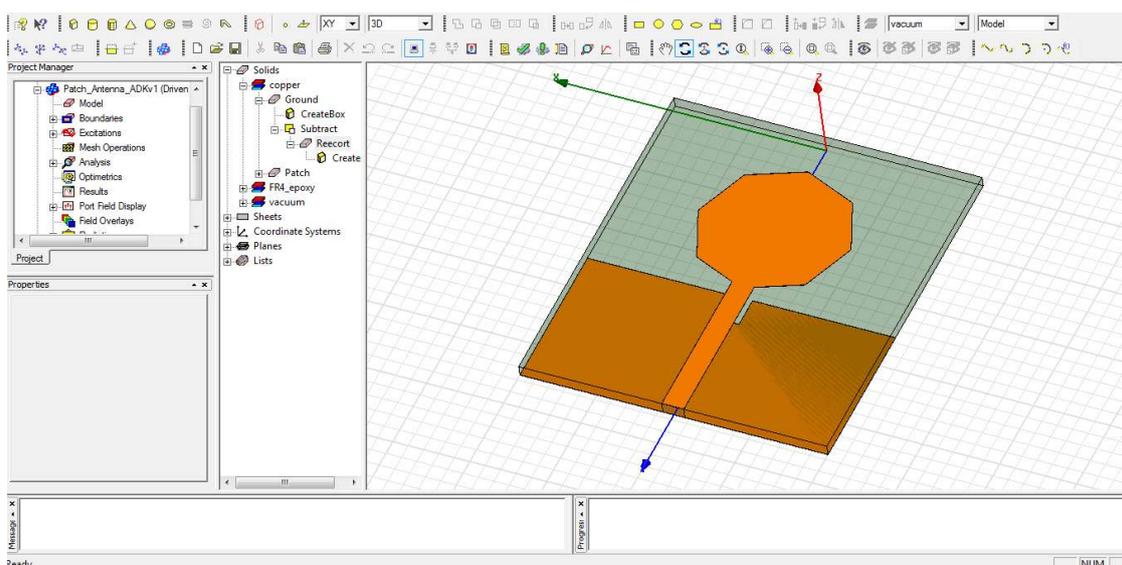


Figura 2 – Metodologia empregada utilizando o *software* HFSS para a modelagem da antena monopolo proposta.

Um cabo coaxial de 50Ω conectado a um conector SMA excita a linha de alimentação, dessa forma alimentando o patch octógono irradiante. Os parâmetros da antena proposta são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dimensões da antena monopolo proposta

Parâmetros	Valores
h	1,5 mm
L1	0,76 mm
L2	20,8 mm
L3	2,87 mm
L4	40,0 mm
L5	20,0 mm
L6	0,4 mm
L7	2,87 mm

3 RESULTADOS DA ANTENA MONOPOLO PROPOSTA

O protótipo de antena monopolo baseado na figura geométrica de um octógono e projetado para operar em sistemas UWB, na faixa compreendida entre 3,1 GHz e 10,6 GHz, com largura de banda de 7,5 GHz, foi construído e a visualização do patch irradiante pode ser conferida na Figura 3(a). É possível observar nessa mesma figura, em sua face posterior, o plano de terra truncado dessa estrutura. A metodologia empregada como *setup* é a medição experimental do comportamento eletromagnético da antena em um analisador de rede vetorial (modelo S5071C) para o dispositivo em estudo e essa fase do projeto pode ser visualizada na Figura 3(b).

Na medição dos parâmetros eletromagnéticos do modelo de antena proposto, que pode ser visualizado na Figura 3, foram verificados os dados da frequência de ressonância, perda de retorno e largura de banda obtidos pelo analisador de rede vetorial, além da simulação do diagrama de radiação 2D no plano H e 3D. Assim, foi possível realizar uma comparação com os resultados teóricos obtidos via simulação computacional, por meio do *software* comercial *Ansoft HFSS*, que implementa o método numérico de onda completa dos elementos finitos (FEM) na análise precisa do comportamento eletromagnético da antena projetada. O primeiro resultado é apresentado na Figura 4, que mostra uma comparação entre os resultados numéricos e experimentais para a perda de retorno da antena, onde se observa uma boa concordância entre os resultados medido e simulado em torno da frequência estabelecida para este

projeto, neste caso, para sistemas UWB que compreendem toda a faixa de frequência entre 3,1 GHz e 10,6 GHz.

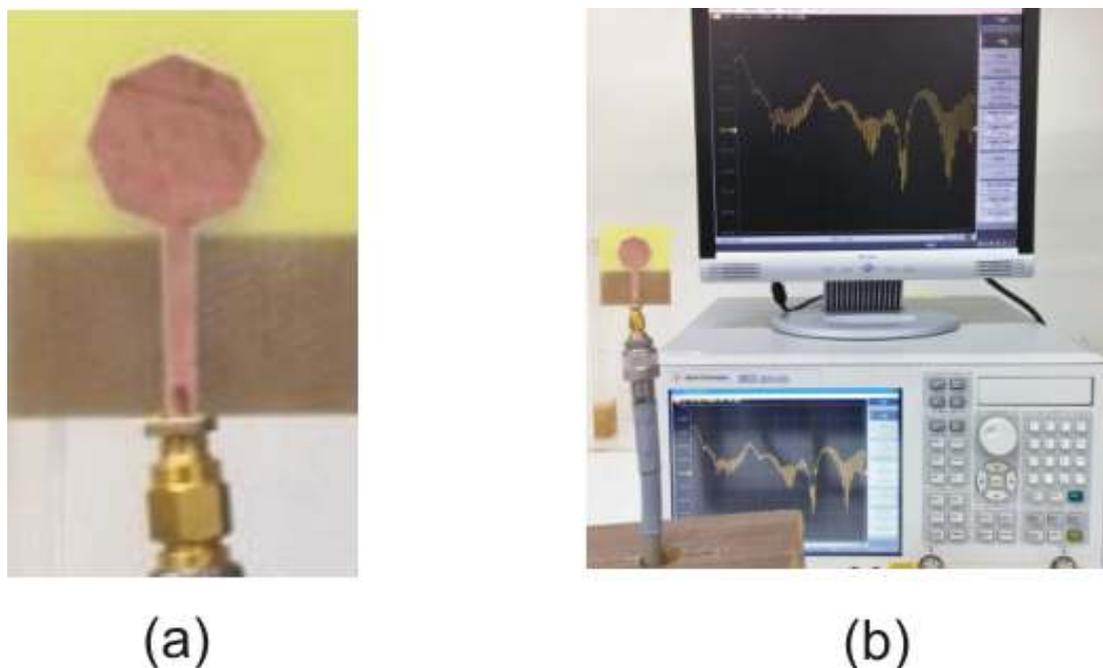


Figura 3 – (a) Antena octógono proposta; (b) *Setup* de medição da antena em um analisador de rede vetorial.

Os resultados cobriram toda a faixa de frequência para sistemas UWB apresentando, assim, uma largura de banda de 7,5 GHz, que é um requisito mínimo necessário para aplicações que se utilizem dessa tecnologia. A impedância de entrada para essa estrutura foi simulada no *software* e plotada na carta de Smith, segundo mostra a Figura 5, apresentando assim um bom casamento de impedância para essa antena, abaixo da condição limite de funcionamento de uma antena que é para uma perda de retorno de -10 dB o que, segundo Balanis (1997), nos garante uma eficiência de radiação de 90,0%.

A Figura 6 mostra os diagramas de radiação 2D (plano H) e 3D para a antena proposta. No diagrama de radiação obtido podemos observar uma característica de radiação bem comportada para a antena monopolo, a priori, sem níveis de lóbulos laterais indesejados, além de apresentar uma característica omnidirecional em virtude de a estrutura apresentar um plano de terra truncado. O ganho obtido foi de 2,49 dB, conforme mostrado na escala de valores da Figura 6(b), apresentando um máximo da concentração de energia na região de campo distante.

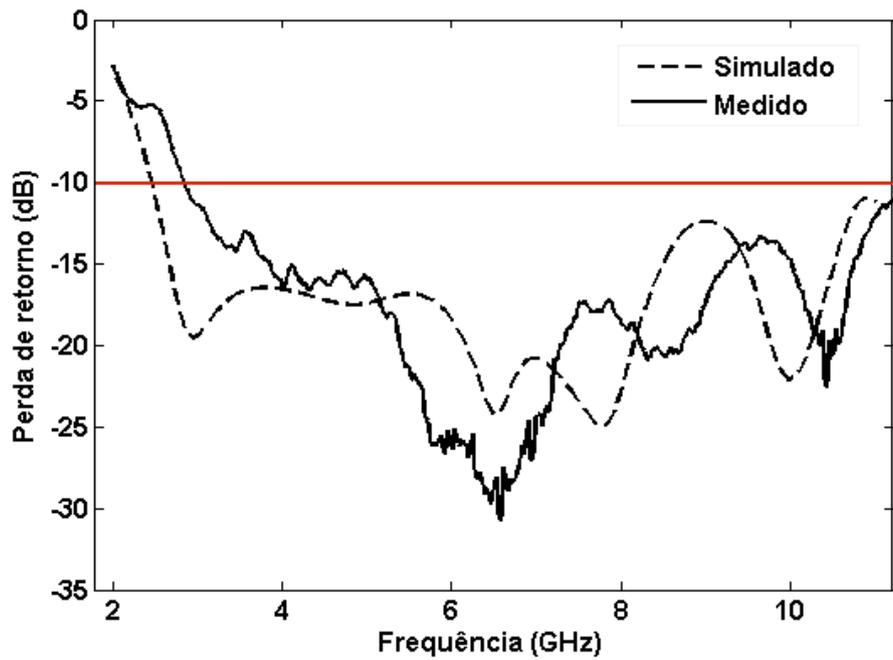


Figura 4 – Resultado de perda de retorno para a antena monopolo octágono proposta.

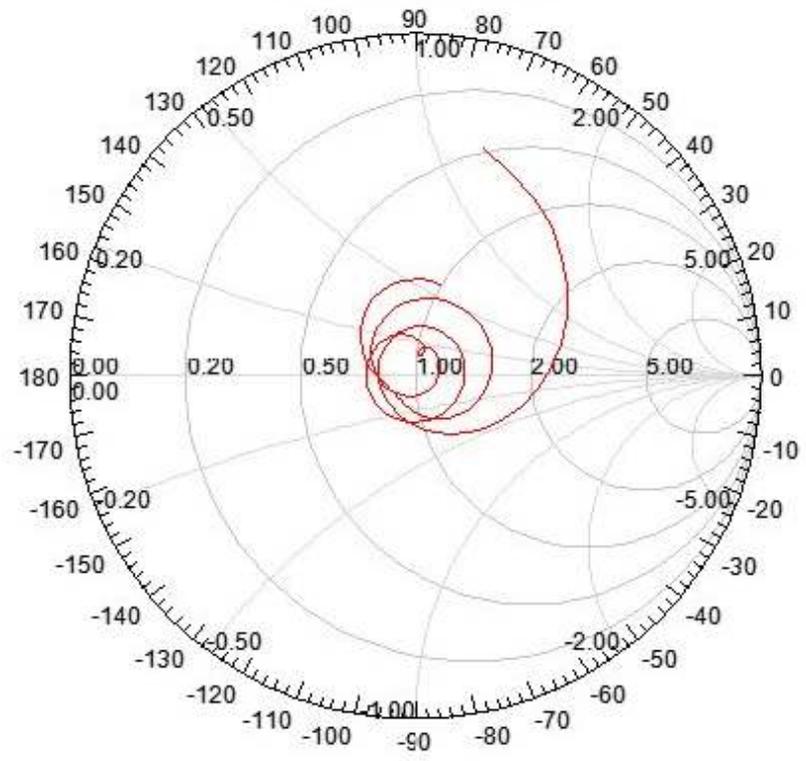


Figura 5 – Impedância de entrada simulada na carta de Smith para a antena monopolo proposta.

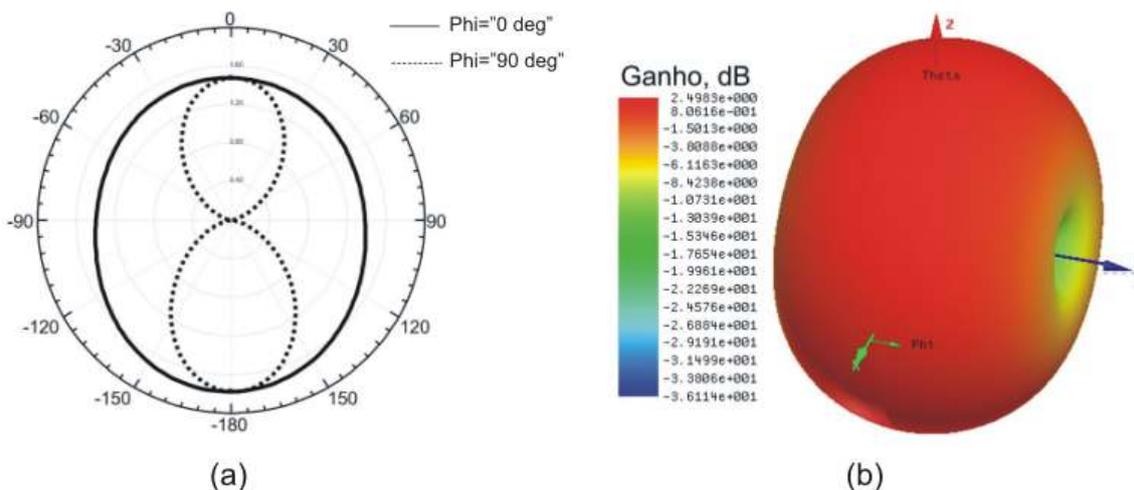


Figura 6 – Diagramas de radiação: (a) 2D (plano H); (b) diagrama de radiação 3D.

A Figura 7 mostra a distribuição de corrente no patch irradiante para a antena monopolo proposta. Podemos observar pela figura que está ocorrendo uma maior concentração de energia na linha de alimentação e as correntes estão se acomodando nas margens do patch octógono, isso acontece devido ao fato da estrutura apresentar uma simetria perfeita, segundo o eixo vertical (plano da página).

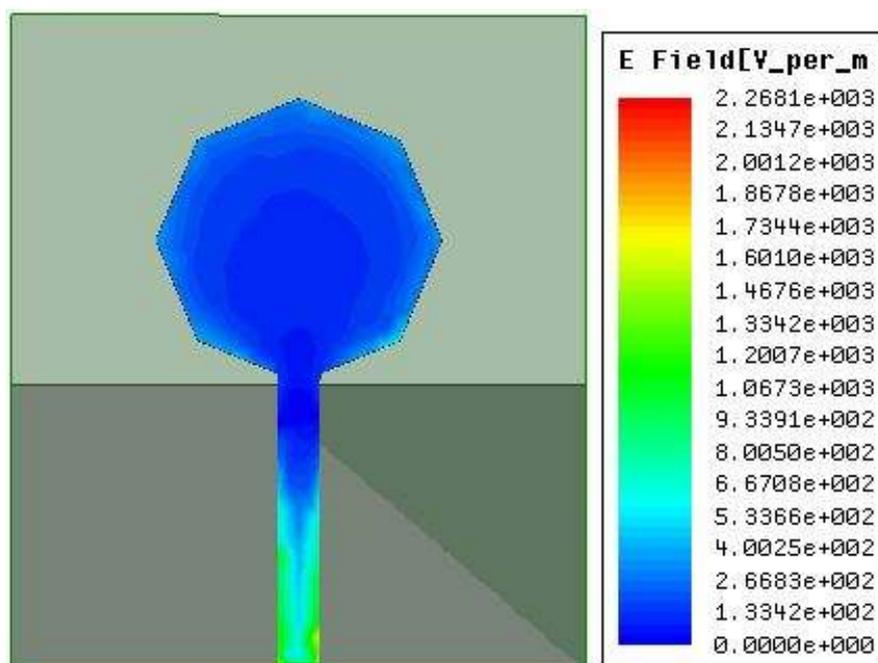


Figura 7 – Distribuição da corrente de superfície no patch da antena monopolo proposta.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma proposta de antena planar monopolo baseada na figura geométrica octógono para aplicações em tecnologias que operam na faixa de frequência dos sistemas UWB, compreendida entre 3,1 GHz e 10,6 GHz. A antena foi projetada utilizando um material de baixo custo, neste caso, uma fibra de vidro com permissividade elétrica de 4,4. Na qual, a metodologia empregada consistiu no projeto inicial da antena monopolo em um simulador de onda completa com o intuito de investigar o comportamento em frequência da antena proposta.

Pelos resultados apresentados, podemos observar uma boa concordância entre os resultados simulados e medidos, com baixas perdas de retorno (valores abaixo de -10 dB), o que caracteriza um bom casamento de impedância para a estrutura analisada, além da característica omnidirecional em seu diagrama de radiação, que se deve à aplicação de um plano de terra truncado em sua geometria. A antena cobriu toda a faixa UWB exigida, apresentando uma largura de banda de 7,5 GHz e com isso se mostrou viável a possíveis aplicações nessa faixa de frequência.

As características de radiação da antena foi mostrada por meio das simulações dos diagramas de 2D no plano H, com visualizações em Phi igual a 0 graus e 90 graus e em 3D. Na qual, podemos observar um diagrama bem comportado com característica omnidirecional em virtude da aplicação do plano de terra truncado.

Para futuros trabalhos, pretende-se investigar o comportamento dessa tecnologia de antenas mais a fundo, com projetos de novas antenas baseados em outras geometrias, tais como as antenas cujo design é “bioinspirado” na natureza, entre outras, sempre visando aplicações na faixa de comunicação sem fio e sem perda de desempenho.

AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem ao CNPq sob o convênio 472098/2013-6 e a Universidade Estadual da Paraíba- UEPB.

REFERÊNCIAS

BALANIS, Constantine. **Antenna theory-analysis and design**. 2. Ed. New York: John Wiley & Sons, 1997.

CARRIEL, V. S. A evolução do LTE até o padrão 4G de 1Gbits/s. Revista de Tecnologia da Informação e Comunicação, São Paulo, vol. 3, 2013, 30p.

MAITY, S. et al. Accurate Resonant Frequency of Isosceles Right-Angled Triangular Patch Antenna. Microwave and Optical Technology Letters, vol. 55, 2013, 1306p.

JOHN, M. et al. Optimization of impedance bandwidth for the printed rectangular monopole antenna. Microwave and Optical Technology Letters, vol. 47, 2005, 153p.

BAO, L. X. et al. Investigation on UWB printed monopole antenna with rectangular slitted ground plane". Microwave and Optical Technology Letters, vol. 49, 2007. 1578 p.

KUMAR, G. et al. Broadband Microstrip Antennas, USA: Artech House, 2003.

OLIVEIRA, E. E. C. et al. Size quasi-fractal patch antenna using the Minkowski curve". Microwave and Optical Technology Letters, 2012. 805 p.

MANDAL, et al. A compact high gain microstrip antenna for wireless applications. International Journal of Electronics and Communications, vol 67, 2013, 1010p.