

# Parametrização de uma antena do tipo Meander Line para banda ISM em 2.45 GHz aplicada a internet das coisas (IOT)

Édson Fernandes Chaves Filho<sup>1</sup>, Leonardo Marques de Freitas<sup>1</sup>, Humberto Dionísio de Andrade<sup>1</sup>, José Lucas da Silva Paiva<sup>1</sup>, Isaac Barros Tavares da Silva<sup>1</sup>, Matheus Emanuel Tavares Sousa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de engenharias – Universidade Federal do Rural do Semi-árido (UFERSA)  
Caixa postal 137-59625-900- Mossoró-RN-Brasil

edson.fernandes.chaves.381@gmail.com, leonardo.xoop@gmail.com,  
humbertodionisio@ufersa.edu.br, lucas.paiva@ufersa.edu.br,  
isaac.barros@ufersa.edu.br, matheus.sousa@ufersa.edu.br

**Abstract.** *The work developed here presents the modeling and simulation of a dipole antenna printed in planar form with folded lines. In which, this antenna acts in the frequency of 2,45 GHz in the band (ISM- Industrial, Scientific and Medical), for application in internet of things (IoT- Internet of Things), so that the article developed has an emphasis on the behavior of the diagrams 2D, 3D and Return loss coefficient provided by the antenna's Software HFSS® with the modification of the ground plane size*

**Resumo.** *O trabalho aqui desenvolvido apresenta a modelagem e simulação de uma antena dipolo impresso na forma planar com linhas dobradas. No qual, essa antena atua na frequência de 2,45 GHz na banda (ISM- Industrial, Scientific and Medical), para aplicação em internet das coisas (IoT- Internet of Things), de forma que, o trabalho desenvolvido tem ênfase no comportamento dos diagramas 2D, 3D e Coeficiente de reflexão fornecidos pelo Software HFSS® da antena com a modificação do tamanho do seu plano de terra*

## 1. Introdução

Atualmente tem se notado um crescimento constante da ligação entre a população e as tecnologias do mundo digital, de forma que, segundo pesquisas mais de 50% da população mundial tem acesso a internet e utiliza da mesma aproximadamente 6 horas por dia [Kemp,2018]. Essa conexão entre os meios tecnológicos de comunicação e o meio real é chamado hoje em dia de internet das coisas (IoT- *Internet of Things*). De forma que, em outubro de 2017, o ministério de Ciências, Tecnologia, Inovação e Comunicação lançou o plano Nacional de Internet das Coisas, buscando inserir no Brasil a inovação tecnológica da IoT, onde, de acordo com o plano, haverá primeiramente uma prioridade de desenvolver a tecnologia, para setores rurais, setores de saúde e desenvolvimento de cidades e indústrias.

Junto com o crescimento do interesse da população por meios de comunicação e tecnologia, se desenvolveu a necessidade e o interesse em antenas de baixo perfil e baixo custo, pois, muitos tipos de antenas se adaptam a superfícies curvas ou planas, facilitando a sua utilização [Piper e Bialkowsky, 2004].

Antenas de microfita consistem em um material com características de um dielétrico, ao qual contém um substrato que apresenta uma permissividade elétrica específica e que atua armazenando energia de acordo com a frequência de operação que possui nas superfícies superior e inferior uma camada de material condutor [Balanis, 2005]

Em outros países, a faixa de aplicação reservada pra IoT é de 902 MHz à 928 MHz, porém, no Brasil, a faixa de 908 MHz à 915 MHz, não está disponível pois é reservada para uma operadora de telefonia, logo mais, será determinada uma faixa de frequências para aplicações IoT no Brasil. Dessa forma, o trabalho aqui proposto tem como intenção projetar uma antena de linha dobrada (*Meander Line Antenna* - MLA) em formato de S formando um conjunto de 3 meandros como pode ser vista na Figura 1, e realizar a parametrização do plano de terra da antena MLA, assim, podendo avaliar seu comportamento para aplicação em IoT.

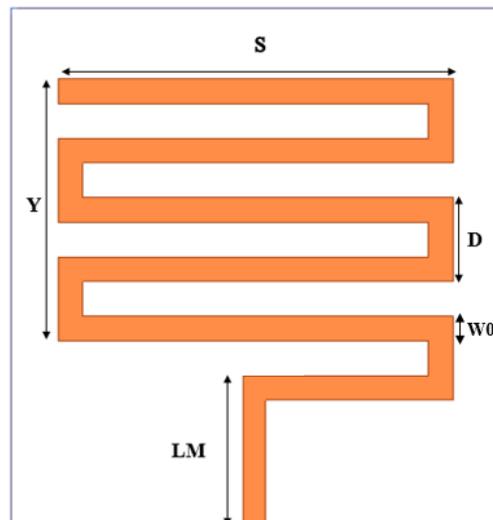


Figura 1- Antena MLA e seus parâmetros

A antena proposta, contém um substrato composto de fibra de vidro (FR4) com permissividade relativa de  $\epsilon_r = 4$  e altura do substrato ( $h = 1,56$  mm) e com uma frequência de operação ( $f = 2,45$  GHz) que está dentro do espectro de frequências para aplicação industriais, médicas e científicas (ISM- *Industrial, Scientific and Medical*), o foco será dado no comportamento dos diagramas 2D, 3D e no coeficiente de reflexão obtido com as modificações com o plano de terra.

## 2. Materiais e métodos

A metodologia abordada neste trabalho, trata-se da modelagem e simulação de uma antena MLA, ao qual tem como objetivo trabalhar dentro da faixa ISM com aplicação em IoT. De forma que, a ênfase é realizar a variação do plano de terra da antena e analisar o comportamento da perda de retorno e da largura de banda de cada variação.

A antena MLA possui esse nome devido as alterações que são feitas na sua estrutura física, de forma que, um dos seus benefícios é a possibilidade de redução do seu tamanho físico com o dobrar da sua linha e consequentemente aumento do seu comprimento elétrico [Deng e Ma, 2010].

Para a modelagem da antena, foi definido inicialmente o substrato de fibra de vidro (FR4) com permissividade elétrica de  $\epsilon_r = 4,4$  e uma altura de 1.56 mm, ao qual iria trabalhar em uma frequência de operação de 2,45 GHz. Para realizar a alimentação da antena, foi utilizado o método da Linha de Transmissão e para que haja o casamento de impedância, foi definido uma impedância de entrada característica de  $Z_0=50\Omega$  (Balanis,2005). Para o cálculo da largura da linha de transmissão é usado as Equações 1 e 2, de forma que B representa , w é a largura da patch e h a altura do substrato

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

$$w = \frac{2h}{\pi} \left[ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \ln(b - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \quad (2)$$

Para o cálculo do comprimento da linha, foi utilizado a equação 3,

$$Lm = \frac{c}{4f\sqrt{\epsilon_{ref}}} \quad (3)$$

Onde c representa a velocidade da luz no vácuo, f a frequência a ser aplicada, e  $\epsilon_{ref}$  é a constante dielétrica efetiva do substrato e, de forma que seu valor pode ser obtido pela Equação 4

$$\epsilon_{ref} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[ 1 + 12 \frac{h}{w} \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Para a realização dos cálculos dos demais parâmetros da antena MLA, foram utilizadas as Equações 5, 6, 7 e 8 presentes em [Call,2008].

$$L = 0,7\lambda_g \quad (5)$$

$$S = 0,42\lambda_g \quad (6)$$

$$d = 0,16\lambda_g \quad (7)$$

De forma que, o parâmetro  $\lambda_g$  representa o comprimento de onda eletromagnética dentro do substrato analisado, e pode ser obtido a partir da Equação 8. Onde os valores dos parâmetros citados na Figura 1, podem ser observados na Tabela 1

$$\lambda_g = \frac{c}{f\sqrt{\epsilon_{ref}}} \quad (8)$$

Tabela 1. Parâmetros obtidos para a antena MLA 2,45 GHz

S	52,5 mm
Y	35,3 mm
D	11,3 mm
W0	3,3 mm

LM	16,6 mm
----	---------

Para a modelagem e análise da antena MLA e poder avaliar o comportamento das variações de tamanho do plano de terra da antena, foi utilizado *Software High Frequency Structure Simulator* (HFSS<sup>®</sup>), pois essa ferramenta computacional, possibilita a obtenção de parâmetros tais como coeficientes de reflexão de perda de retorno, diagramas de radiação 2D e 3D, que são utilizados para comprovar a eficiência do dispositivo analisado, na Figura 2a, 2b e 2c é possível observar os resultados referentes a antena 2,45 GHz analisada segundo os parâmetros citados.

Como pode ser visto na Figura 2a, o diagrama do coeficiente de reflexão, para a frequência de 2,45 GHz, apresenta um coeficiente de reflexão abaixo de -10dB, caracterizando a estrutura como uma antena.

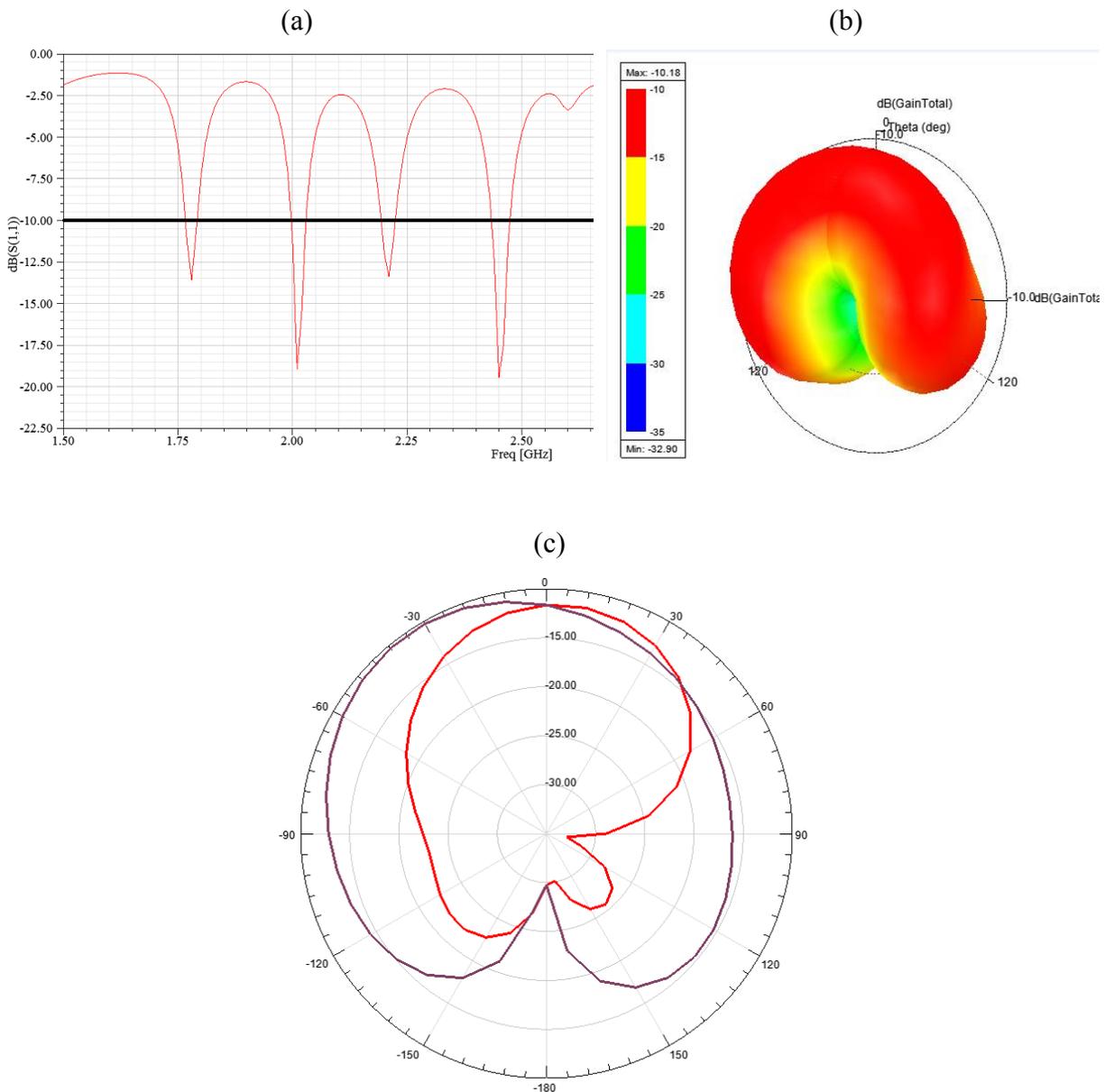


Figura 2. Parâmetros antena MLA 2.45GHz. Coeficiente de reflexão de perda de retorno(a), Diagrama de radiação 3D(b) e Diagrama de radiação 2D(c).

### 3. Resultados e Discussões

De acordo com o truncamento do plano de terra como pode ser visto na Figura 3. Foi possível obter diferentes resultados para o comportamento de cada modificação realizada na antena.

Na análise realizada sobre o diagrama 3D como pode ser visto na Figura 4, foi possível observar um relativo ganho para os truncamentos de 20% ao qual apresentou um aumento no ganho em 38,408% e para o truncamento em 30%, o mesmo apresentou um ganho de 73,87% em relação a antena com plano de terra completo. Para o truncamento de 10% houve uma redução no ganho de 1,66 % o que é inesperado, pois nesses casos esperasse um aumento no ganho relativo da antena.

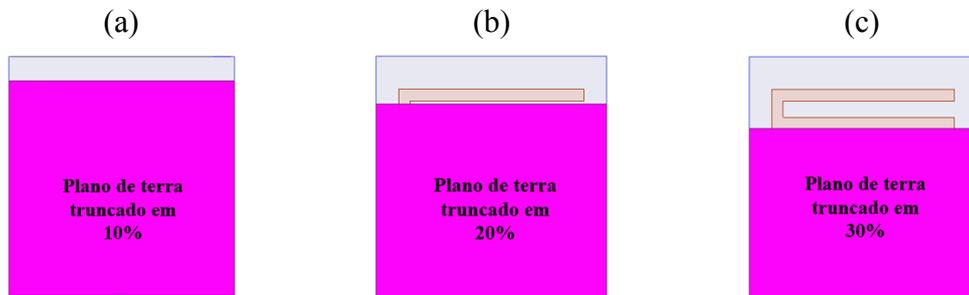
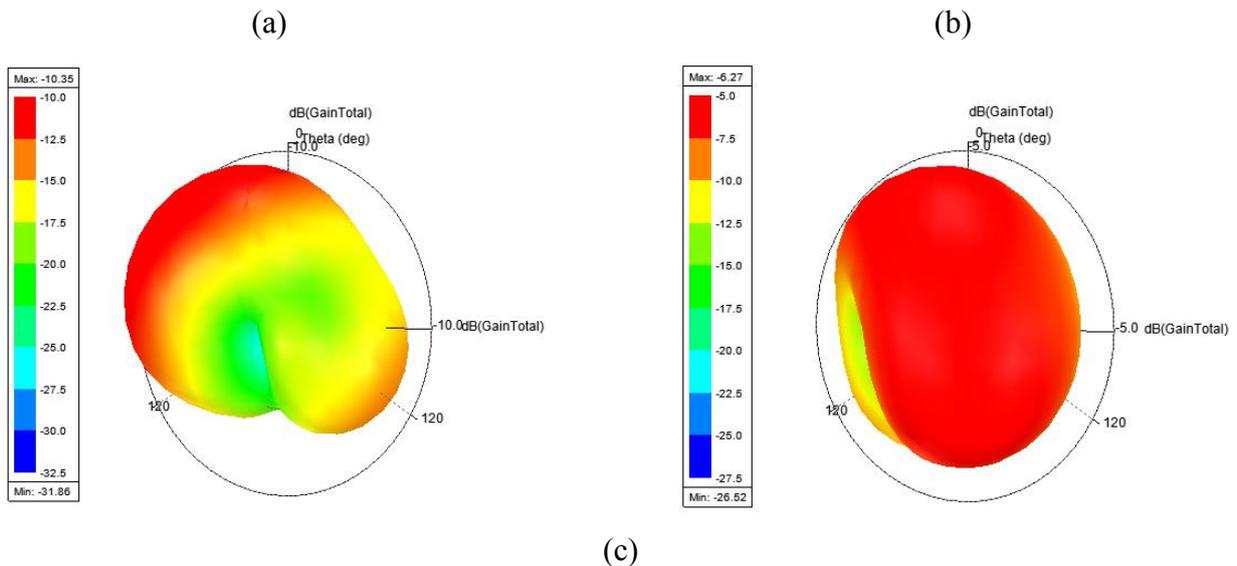


Figura 3. Modificações no plano de terra antena MLA 2,45 GHz. Truncamento em 10% (a), Truncamento em 20% (b) e Truncamento em 30% (c).



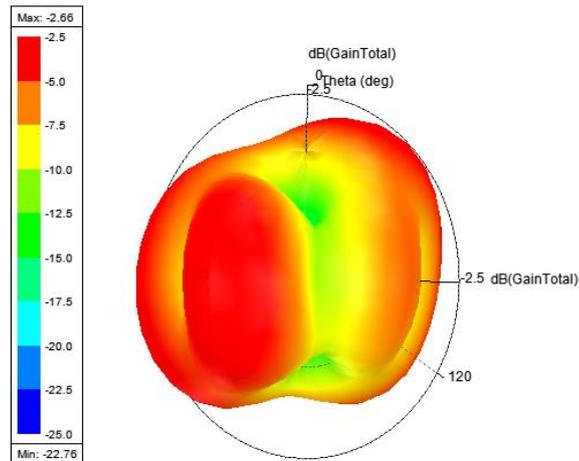
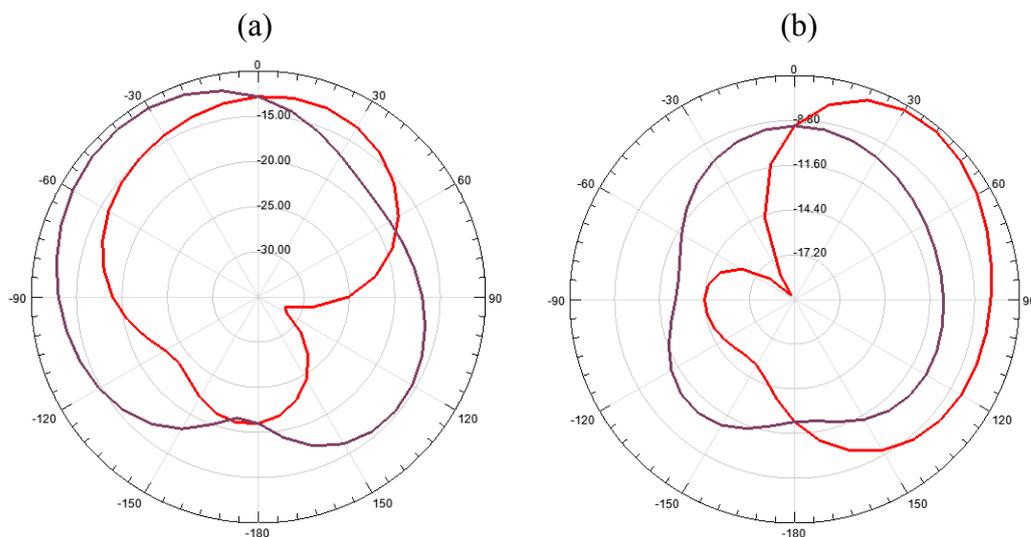


Figura 4. Análise do diagrama 3D antena MLA 2,45 GHz variação. Truncamento em 10% (a), Truncamento em 20% (b) e Truncamento em 30% (c).

Para a análise realizada no diagrama 2D como pode ser observado na Figura 5 foram observadas poucas modificações no comportamento dos módulos de irradiação para os truncamentos de 10% e 20%, pois a parte retirada do plano de terra não alterou de forma significativa a forma de irradiação dos módulos, porém, para o truncamento de 30% foi possível observar uma formação de módulos omnidirecionais que pode beneficiar a questão da comunicação em múltiplas direções como dispositivos móveis



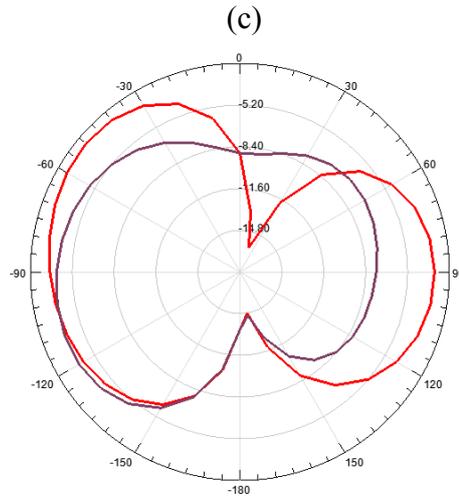


Figura 5. Análise do diagrama 2D antena MLA 2,45 GHz variação do plano de terra. Truncamento em 10% (a), Truncamento em 20% (b) e Truncamento em 30% (c).

Para a análise realizada sobre o coeficiente de reflexão da antena 2,45 GHz analisada como pode ser vista na Figura 6, foi observado que para todos os troncamentos de plano de terra, houve descaracterização da banda de atuação ISM para IoT em 2,45 GHz, porém, como a faixa de canais de atuação para 4G varia de forma contínua sobre a largura de 21 canais de atuação, as antenas projetadas ainda irão poder ser aplicadas em 2,45 GHz para IoT, além do mais, foi observado aumento do coeficiente de reflexão para o truncamento de 20%, bem como, aumento da largura de banda para truncamento de 30%. Além de todas as antenas apresentarem comportamento multibanda.

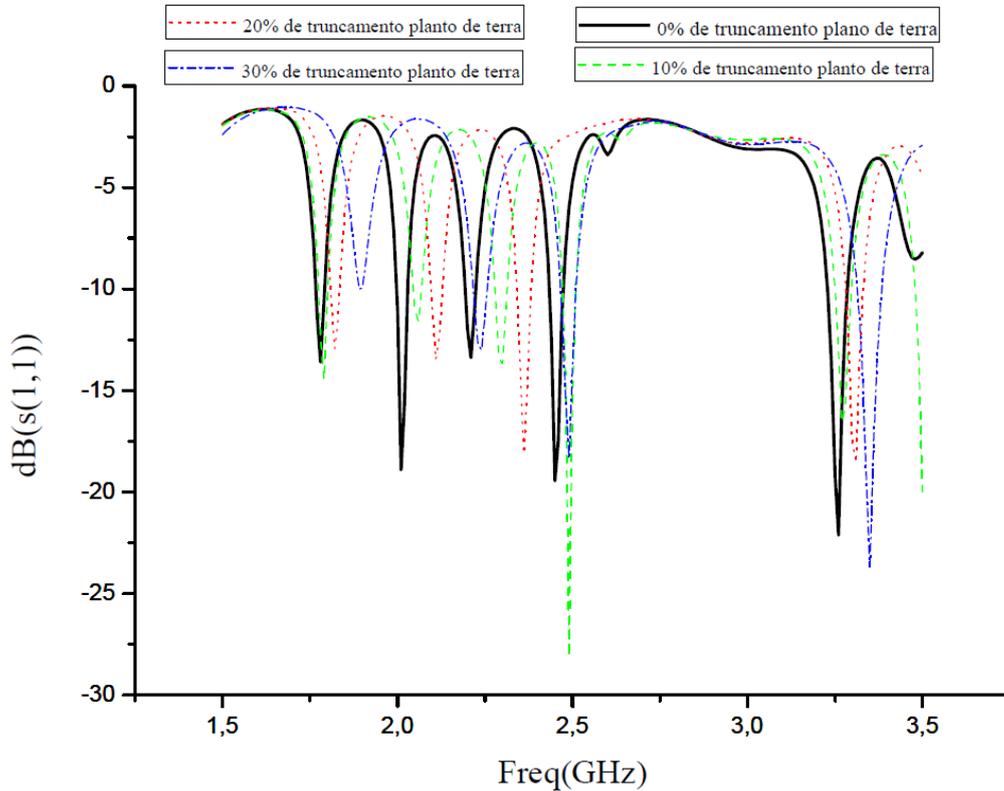


Figura 6. Análise do coeficiente de reflexão antenna MLA 2,45 GHz

#### **4. Conclusão**

Portanto, após a parametrização realizada no plano de terra da antenna meandro proposta, é possível concluir que, mesmo o coeficiente de reflexão tenha deslocado da frequência de aplicação proposta, 2,45 GHz, as antenas propostas com a variação do plano de terra podem ser aplicadas na banda ISM para IoT, uma vez que, os parâmetros eletromagnéticos obtidos são coerentes para uma aplicação em internet das coisas.

#### **5. Agradecimento**

Os autores agradecem à CAPES, CNPq, UFERSA, GEPEAT e à equipe do Laboratório de 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.

#### **7. Referencias**

Kemp, S (2018). We Are Social. “Digital in 2018: World’s internet users pass the 4 billion mark” <https://wearesocial.com/blog/2018/01/global-digital-report-2018>, abril.

Piper, B. R., Bialkowski, M.E. “Electromagnetic modeling of conformal wideband and multi-band patch antennas by bridging a solid-object modeler with MoM software”. IEEE Antennas And Propagation Magazine, [s.l.], v. 46, n. 5, p.42-52, out. 2004. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/map.2004.1388825>.

Balanis, C. A., “Antenna Theory: Analysis and Design”. Vol 1. 3 ed. New Jersey: John Wiley & Sons. p. 1073. 2005.

Deng, K; Ma, M. The study and implementation of meander-line antenna for an integrated transceiver design. 2010.

Calla, O. P. N. et al. Empirical relation for designing the meander line antenna. In: 2008 International Conference on Recent Advances in Microwave Theory and Applications. IEEE, 2008. p. 695-697.