

## Desenvolvimento de Antena de Microfita Aplicada à Internet das Coisas

Matheus Emanuel Tavares Sousa<sup>1</sup>, Humberto Dionísio de Andrade<sup>1</sup>, Idalmir de Souza Queiroz Júnior<sup>1</sup>, Josenildo Henrique Gurgel de Almeida<sup>2</sup>, Adelson Menezes Lima<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Engenharias – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)  
Caixa Postal 137 – 59625-900 – Mossoró – RN – Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós Graduação em Sistemas de Comunicação e Automação –  
Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)  
Caixa Postal 137 – 59625-900 – Mossoró – RN – Brasil

<sup>3</sup>Departamento de Engenharias e Tecnologias – Universidade Federal Rural do  
Semiárido (UFERSA)  
Caixa Postal 98 – 59900-000 – Pau Dos Ferros – RN- Brasil

matheus.emanuel@mail.com, josenildo\_henrique@hotmail.com,  
(humbertodionisio, idalmir, adelsonmlima)@ufersa.edu.br

**Abstract.** *This work proposes an analysis of a rectangular patch microstrip antenna's behavior for Internet of Thing (IoT) applications, operating at the Industrial, Medical and Scientific (ISM) frequency range 2,4000 GHz to 2,4835 GHz. Electromagnetic parameters will be analyzed, such as reflexion coefficient, 2D and 3D radiation diagrams, gain and bandwidth. The use of microstrip antennas for IoT applications will be studied too.*

**Resumo.** *Este trabalho propõe uma análise do comportamento de uma antena de microfita com patch retangular em aplicações para Internet das Coisas (IoT – Internet of Things) operando no intervalo de frequências Industriais, Médicas e Científicas (ISM) de 2,4000 GHz até 2,4835 GHz. Serão analisados parâmetros eletromagnéticos da antena, tais como coeficiente de reflexão, diagramas de radiação 2D e 3D, ganho e largura de banda. Também será estudada a utilização de antenas de microfita planares para aplicações em IoT.*

### 1. Introdução

A comunicação entre o mundo físico e o mundo digital por meio da conexão de atividades e itens utilizados no dia a dia à rede mundial de computadores é uma tendência tecnológica que vem ganhando destaque por se mostrar fundamental no desenvolvimento de uma cidade inteligente. No Brasil essa comunicação entre o mundo físico e o mundo digital é vista como uma solução para aumento da produtividade econômica e também no auxílio às atividades do sistema de saúde. Essa conexão entre realidade física e digital é o que é chamado hoje de Internet das Coisas (IoT – *Internet of Things*). A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) cita que o impacto socioeconômico da IoT na produtividade econômica brasileira e no aperfeiçoamento dos serviços públicos foi estimado em até US\$ 200 bilhões, dado estimado pela consultoria McKinsey.

Em outubro de 2017 o Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação lançou o Plano Nacional de Internet das Coisas, buscando inserir no Brasil a inovação tecnológica da IoT. De acordo com o plano, haverá primeiramente uma prioridade de desenvolvimento para os setores rural, setores da saúde, desenvolvimento das cidades e indústria.

Segundo Rodrigues et al (2018), a indústria da saúde está entre as mais rápidas a adotar as soluções baseadas em IoT, sendo usado um conceito derivado da IoT, que é o conceito de Internet das Coisas da Saúde (IoHT – *Internet of Health Things*).

As tecnologias atuais de Internet serão inadequadas para suportar o crescimento exponencial do número de dispositivos portáteis, interatividade, conteúdo e questões de segurança e privacidade [Alberti; Scarpioni; Magalhães, 2017].

Na Figura 1 é ilustrada uma relação entre a Internet e as funcionalidades do dia-a-dia nas cidades.

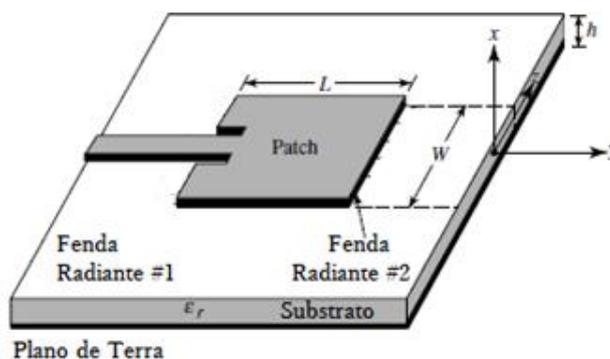


**Figura 1: IoT e Cidades Inteligentes**

**Fonte: Adaptado do IEEE**

Junto com o interesse em dispositivos portáteis, cresceu o interesse em antenas de fácil adaptação. Piper e Bialkowsky (2004), citam que embora vários tipos de antenas possam se adaptar a superfícies curvas ou planas, muitas aplicações favorecem antenas *patch* de microfita, em razão de suas dimensões discretas.

As antenas de microfita consistem de um material com características de um dielétrico, chamado de substrato e que atua armazenando energia de acordo com a frequência de operação, que possui nas superfícies superior e inferior uma camada de material conductor. Uma estrutura de antena de microfita é mostrada na Figura 2.



**Figura 2: Antena de Microfita**  
**Fonte: Adaptado de Balanis, 2005**

Nas Américas, a faixa de frequências reservadas para aplicações IoT foi a faixa de 902 MHz à 928 MHz, mas, no Brasil, a faixa de 908 MHz à 915 MHz, que está inclusa na faixa reservada para as Américas, não está disponível, pois já está reservada para uma operadora de telefonia, logo, ainda será determinada a faixa de frequências para aplicações IoT no Brasil, dessa forma, este trabalho tem como objetivo projetar, similar, por meio do *software* ANSYS® HFSS, e analisar uma antena de microfita com substrato composto por fibra de vidro (FR4) com permissividade relativa  $\epsilon_r=4,4$  e tangente de perdas  $\text{tg}\delta=0,02$  utilizando a frequência de projeto em 2,45 GHz, que é uma frequência que está dentro do espectro de frequências para aplicações industriais, médicas e científicas (ISM – *Industrial, Scientific and Medical*) 2,4 GHz, por ser uma faixa de frequências para uso não licenciado, e estudar os resultados relacionados aos diagramas de radiação 2D e 3D de campo elétrico e campo magnético, perda de retorno e largura de banda.

## 2. Materiais e Métodos

Neste trabalho serão utilizados os Métodos da Cavidade e da Linha de Transmissão, apresentados por Balanis (2005), para o cálculo das dimensões da antena proposta. Para o início do projeto, foi especificada a frequência de projeto em 2,45 GHz e selecionado um material feito de fibra de vidro para compor o substrato do dispositivo, que será alimentado por meio da técnica de alimentação por linha de microfita com uma impedância de entrada de  $50\Omega$ .

O *software High Frequency Structure Simulator* (HFSS®) foi utilizado para a simulação do dispositivo projetado, e o *software Matlab*® foi utilizado para auxílio nos cálculos das dimensões do dispositivo proposto.

A largura  $W$  e o comprimento  $L$  (ver Figura 2) da antena foram calculados com uso das Equações 1 e 2 (Balanis, 2005):

$$W = \frac{1}{2f_r \sqrt{\epsilon_o \mu_o}} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r} + 1} \quad (1)$$

$$L = \frac{1}{2f_r \sqrt{\epsilon_{ef} \sqrt{\epsilon_o \mu_o}}} - 2\Delta L \quad (2)$$

Em que  $\epsilon_0$ ,  $\epsilon_{ef}$  e  $\mu_0$  são a permissividade no espaço livre, a permissividade efetiva e permeabilidade no espaço livre, respectivamente.  $\Delta L$  representa uma extensão no comprimento elétrico da antena, em razão de efeitos de franjamento.

### 3. Resultados e Discussão

Após a simulação da antena no *software* ANSYS® HFSS, os diagramas de radiação 2D e 3D de campo elétrico e magnético foram obtidos, como mostrado na Figura 3, assim como o gráfico que relaciona a perda de retorno com a frequência, mostrado na Figura 4. O comprimento e a largura da antena (ver Figura 2) foram calculados e são mostrados na Tabela 1.

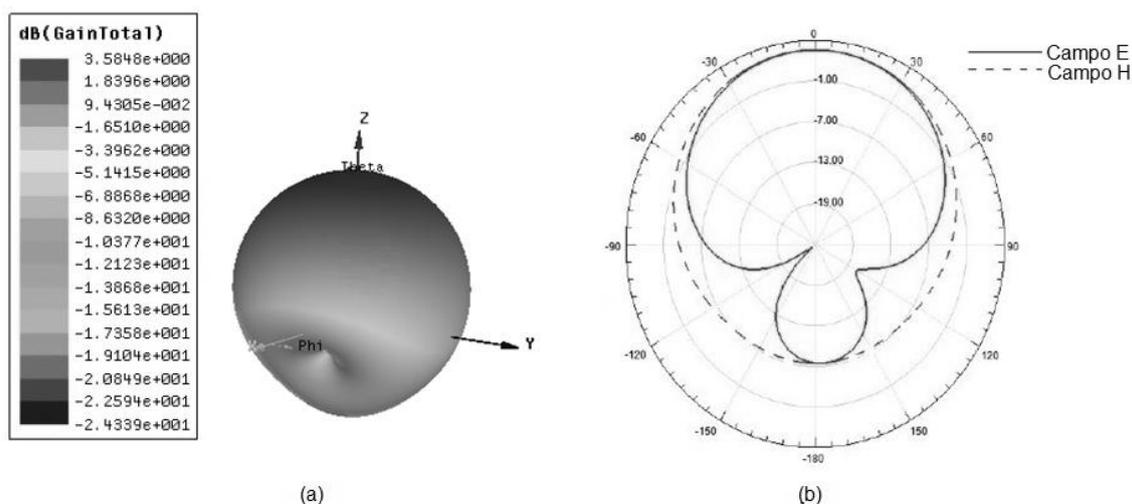
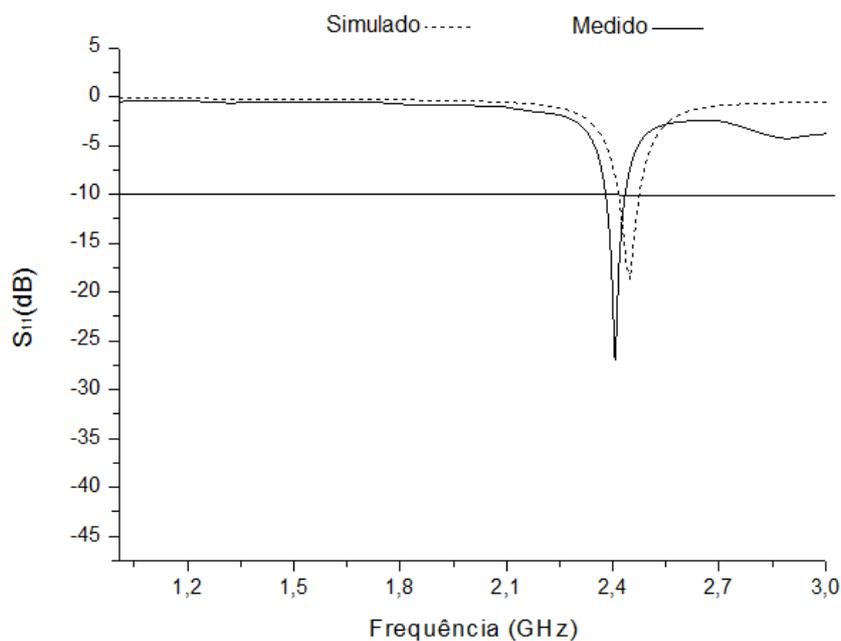


Figura 3: Diagrama de radiação (a) 3D e (b) 2D

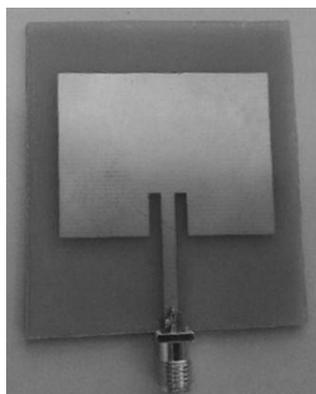
A radiação ocorreu de forma ortogonal ao *patch* da antena, de forma que o campo eletromagnético radiado está mais concentrado na direção do eixo z no sentido positivo com um ganho de 3,5848 dB. Uma antena com essa característica de radiação é desejável em casos em que se deseja maior concentração de campo eletromagnético em determinada direção e não se deseja lobos secundários, com objetivo de melhor aproveitamento de potência.

Na Figura 4 é possível observar que houve um deslocamento de frequência em relação ao valor simulado e ao valor medido, que foi obtido com uso de um analisador vetorial de redes.



**Figura 4: Perda de retorno (dB) vs Frequência de ressonância (GHz)**

A antena simulada apresentou o menor valor de coeficiente de reflexão (-16,26 dB) para a frequência de 2,45 GHz e largura de banda de 53,3 MHz, já a antena construída apresentou o menor valor de coeficiente de reflexão (-28 dB) na frequência de 2,4 GHz e largura de banda de 54 MHz, ou seja, ambas mantiveram suas frequências de ressonância na faixa de interesse, que é a faixa ISM 2,4 GHz, que possui um intervalo de frequências de 2,4 GHz até 2,4835 GHz. Na Figura 5 é possível observar o dispositivo construído.



**Figura 5: Antena Fabricada**

**Tabela 1: Dimensões da Antena**

Parâmetros	Dimensões (mm)
$W$	37,2600
$L$	28,8584

#### 4. Conclusão

As propriedades de radiação do dispositivo proposto puderam ser observadas após as simulações e medições realizadas, e esses resultados mostram que o dispositivo apresenta aplicabilidade para IoT, uma vez que seus parâmetros eletromagnéticos se mostraram coerentes para aplicação em Internet das Coisas.

#### 5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e a UFERSA.

#### Referências

- Alberti, A. M., Scarpioni, G. D., Magalhães, V. J. “Advancing NovaGenesis Architecture Towards Future Internet of Things”. **IEEE Internet Of Things Journal**, [s.l.], p.1-1, 2017. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/jiot.2017.2723953>.
- Balanis, C. A., “Antenna Theory: Analysis and Design”. Vol 1. 3 ed. New Jersey: John Wiley & Sons. p. 1073. 2005.
- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. “O Brasil da Internet das Coisas”. (2017). Disponível em <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2017/09/21/o-brasil-da-internet-das-coisas/>> Acesso em 02 de março de 2018.
- IEEE, disponível em: [http://forms1.ieee.org/IoT-eLearning-Program.html?LT=EA\\_WB\\_2017\\_LM\\_IEEEIOTsite/](http://forms1.ieee.org/IoT-eLearning-Program.html?LT=EA_WB_2017_LM_IEEEIOTsite/). Acesso em 03 de março de 2018.
- 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>.
- Rodrigues, J. J. *et al.* “Enabling Technologies for the Internet of Health Things”. **IEEE Access**, [s.l.], p.1-1, 2018. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/access.2017.2789329>.