



## **Análise numérica de antena de microfita para recepção de TV digital e aplicação em notebooks através do Ansoft HFSS**

**Jéssica Pederneiras Moraes Rocha<sup>1</sup>, Cíntia José Mendes<sup>1</sup>, Jayne dos Santos Lima<sup>1</sup>, Jefferson Costa e Silva<sup>2</sup>, Adaildo Gomes d'Assunção Jr<sup>3</sup>, Alfrêdo Gomes Neto<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Graduandas do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Elétrica - IFPB. e-mails: {jessicapmr, cintiajmendes, jayneslima}@gmail.com

<sup>2</sup>Doutor em Engenharia Elétrica – UFRN. e-mail: jeffersoncs@gmail.com

<sup>3</sup>Doutorando em Engenharia Elétrica -UFCG. e-mail: adaildojr@ieee.org

<sup>4</sup>Doutor em Engenharia Elétrica – UFPB. e-mail: alfredogomes@ieee.org

**Resumo:** Nos dias atuais, há um aumento na demanda por dispositivos móveis e/ou portáteis, como *notebook* e *tablet*. Esse interesse surgiu principalmente pelo aumento da quantidade de serviços que utilizam sistemas de comunicação sem fio (ou *wireless*). Uma tendência do mercado é a integração de diferentes tecnologias sem fio em um único dispositivo portátil, de baixo custo, com *design* leve e compacto. Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma antena com pequenas dimensões (mas com eficiência aceitável) e que atue na faixa de frequência para aplicações em TV digital (470 a 806 MHz). As simulações foram realizadas utilizando o software comercial *Ansoft HFSS (High Frequency Structure Simulator)*, que utiliza o método numérico das diferenças finitas. A estrutura escolhida para a simulação foi uma antena de microfita planar. Os resultados obtidos, a partir das simulações, apontam para a eficiência do processo de miniaturização (inserção de fendas) empregado na antena, permitindo a mesma funcionar na faixa de frequência utilizada pela aplicação de TV Digital.

**Palavras-chave:** Antenas, HFSS, Notebooks, Recepção de TV digital

### **1. INTRODUÇÃO**

O conceito de comunicação passa pelo intercâmbio de informação entre sujeitos ou objetos. Sua origem vem do latim *communis*, ou seja, comum. Assim, comunicar significa participar, socializar ideias. O papel da comunicação é de transmissão de significados entre pessoas para a sua integração na organização social (DUARTE, 2003).

Com o avanço tecnológico ocorrido nos últimos anos e o contínuo aumento da oferta de serviços de comunicações, em especial aplicações de comunicações sem fio, tem sido cada vez maior a demanda por estruturas que operem em diferentes faixas de frequência, e que atendam às características requeridas como largura de banda, seletividade, dimensões e pesos reduzidos, baixo custo, etc. (MONTALVÃO et al, 2011).

Dentre os vários sistemas de comunicação existentes, podemos destacar o rádio, a televisão, jornais impressos, internet, dentre vários outros existentes. Com o passar do tempo e com o avanço tecnológico, surgiram sistemas de comunicação híbridos, que apresentam características comuns de dois ou mais sistemas. A TV digital faz parte dessa nova categoria.

Um sistema de Televisão Digital Terrestre é definido como uma plataforma capaz de transmitir e receber sinais de áudio e vídeo, bem como dados, utilizando o sinal de radiodifusão nas faixas de frequências de VHF/UHF. A União Internacional de Telecomunicações (*International Telecommunications Union – ITU*) definiu um modelo de referência para sistemas de televisão digital que é comum aos padrões atualmente disponíveis (ATSC, DVB, ISDB e DTMB). O modelo de referência permite que se tenha uma visão geral das principais estruturas de um sistema de televisão digital, seu funcionamento e como essas estruturas interagem entre si (ALENCAR, 2007).

O Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTV-D-T) permite a recepção de imagens em alta definição, com som de alta qualidade, além de, futuramente, possibilitar a implantação da interatividade e outros serviços. Porém, sua maior vantagem com relação aos outros sistemas de TV digital é proporcionar mobilidade ao usuário, através de qualquer equipamento que tenha capacidade de decodificar seu sinal.

A recepção de TV digital em *notebooks*, como em qualquer dispositivo eletrônico, necessita de um sistema irradiante. Porém, restrições de projeto ainda limitam o desenvolvimento de antenas menores e, em geral, elas são limitadas em tamanho e largura de banda. Atualmente, a maioria desses dispositivos pode ser integrada em equipamentos sem fio portáteis de uma forma transparente para o usuário. A antena é uma parte de um sistema de transmissão ou recepção que é projetado para transmitir ou receber ondas eletromagnéticas (IEEE Std 145, 1993). Para determinar o seu desempenho são necessários diversos parâmetros, tais como: modos ressonantes, ganho, diagrama de irradiação, eficiência, polarização, impedância e largura de banda. Esses devem ser definidos e explicados para saber quais os requisitos básicos devem ser atendidos em cada aplicação particular.

O constante interesse nos últimos anos por dispositivos leves, compactos e com custo reduzido tem chamado a atenção de técnicos, engenheiros e pesquisadores da área de Telecomunicações. Essas características tornam as estruturas planares multi-banda atrativas para aplicações em sistemas de comunicações móveis, comunicação por satélite e radar. Não resta dúvida que a redução das dimensões e a operação em várias faixas de frequências são requisitos desejáveis aos aparelhos de comunicação modernos (ALMEIDA FILHO, 2010).

Em razão dessas características principais, as antenas planares, e, em particular, as antenas de microfita, se mostraram mais atrativas para uso nos sistemas de comunicação sem fio do que as antenas convencionais, tais como as antenas de fio, de abertura, parabólicas, etc. Em relação à alimentação das antenas de microfita, ela geralmente é efetuada através de linhas de microfita, linhas de fita coplanares (*CPS – coplanar stripline*), guias de onda coplanar (*CPW – waveguide stripline*) e cabos coaxiais (WADELL, 1991).

Neste trabalho é apresentada a caracterização numérica de uma antena em microfita, que trabalha na frequência de UHF, compatível com a TV Digital, simulada no *software Ansoft HFSS*.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Antenas de microfita

Estas antenas são discretas, moldáveis a superfícies planas e não planas, de construção simples, de baixo custo e podem ser construídas utilizando a tecnologia de circuitos impressos. Além disso, são mecanicamente robustas quando montadas em superfícies rígidas, compatíveis com projetos MMIC e , quando a forma específica do elemento e o modo irradiante são selecionados, apresentam muita versatilidade em termos de frequência de ressonância, polarização, diagrama de irradiação e impedância. Além disso, ao adicionar cargas entre o *patch* irradiante e o plano de terra, como pinos e diodos varactores, podem ser projetados elementos adaptativos com frequência de ressonância, impedância, polarização e diagramas variáveis (BALANIS, 2005).

As antenas de microfita consistem em um *patch* metálico de pequena espessura  $t \ll \lambda_0$  (onde  $\lambda_0$  é o comprimento de onda no espaço livre), posicionado a uma pequena distância  $h$  (onde  $h \ll \lambda_0$ , usualmente  $0,003 \lambda_0 \leq h \leq 0,05 \lambda_0$ ), acima de um plano de terra, conforme pode ser visto na Figura 1.

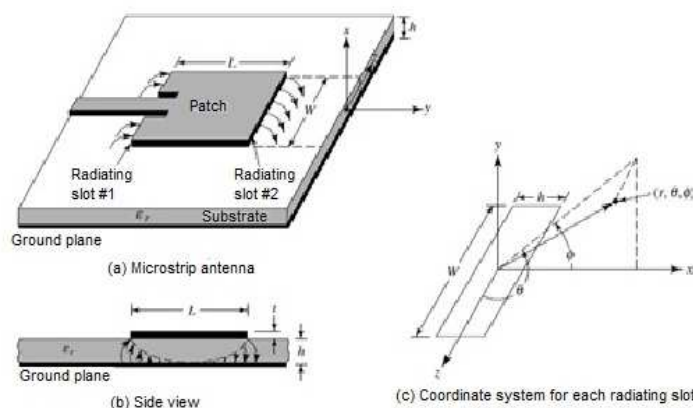


Figura 1 – Antena de microfita a) visão geral, b) vista lateral e c) sistema de coordenadas (BALANIS, 2005).

O *patch* irradiante é geralmente projetado de modo que sua irradiação máxima seja normal a ela (*broadside*). Isto é alcançado com uma escolha adequada do tipo de excitação. A irradiação *end-fire* também pode ser obtida através de uma escolha criteriosa do modo ressonante. Em geral, no caso de um *patch* retangular seu comprimento  $L$  é tal que  $\lambda_0/3 < L < \lambda_0/2$ . O elemento irradiante e o plano de terra são separados por uma camada dielétrica, como mostrado na Figura 1(a) (BALANIS, 2005).

Diferentes materiais podem ser usados como substrato no projeto de antenas de microfita. Em geral, a constante dielétrica desses materiais tem valores de  $2,2 \leq \epsilon_r \leq 12$ . Os substratos mais adequados para antenas de bom desempenho são espessos e têm constante dielétrica de valor baixo, pois permitem maior eficiência, maior largura de banda e campos mais desprendidos, facilitando a radiação no espaço (BALANIS, 2005).

Os elementos irradiantes e linhas de alimentação são, em geral, fotogravados na placa metálica, sobre o substrato dielétrico. O formato do *patch* irradiante pode ser quadrado, retangular, fita estreita, circular, elíptica, triangular ou de qualquer outra forma, como mostrado na Figura 2 (BALANIS, 2005).

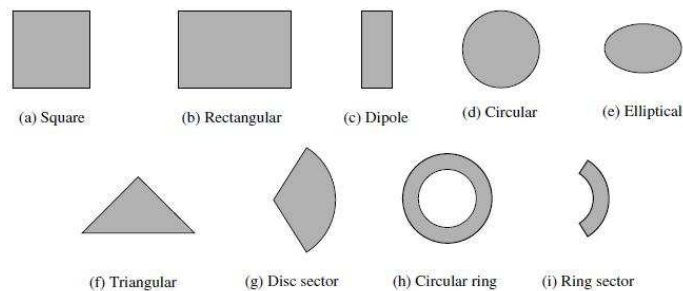


Figura 2 – Formas típicas de elementos de plaquetas de microfita (BALANIS, 2005).

Os *patches* quadrados, retangulares, dipolos e circulares são os mais comuns, devido à facilidade de análise e fabricação, assim como às suas características de irradiação mais atraentes, especialmente com baixa polarização cruzada. Os tipos de polarizações linear e circular podem ser obtidos com um único elemento ou com um conjunto de antenas de microfita, formando um arranjo. Esses, com alimentação simples ou múltipla, podem também ser usados para alcançar diretividades mais elevadas (BALANIS, 2005).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da antena utilizada neste trabalho, utilizou-se como base um *layout* proposto e desenvolvido por (Chi, 2007) cujas dimensões estão ilustradas na Figura 3.

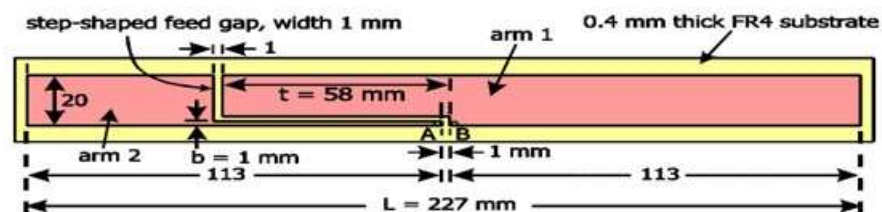


Figura 3 – Configuração da antena de banda larga para recepção de sinal digital proposta por Chi (2007).

A partir do *layout* apresentado na Figura 3 foram realizadas modificações por meio dos softwares *Ansoft HFSS* e *Ansoft Designer*.

O *software* HFSS utiliza-se do método dos elementos finitos. Este método é um modelo semelhante ao método das diferenças finitas (JI et al, 2000), ou seja, necessita da construção de uma malha fina que definirá as coordenadas locais da superfície analisada, como representado na Figura 4,

para o caso bidimensional. Para cada ponto da malha, são associadas as informações relacionadas com os parâmetros do material constituinte (como por exemplo: permissividade, permeabilidade e condutividade), onde a equação diferencial é discretizada de modo que a mesma seja substituída por equações de diferença, melhorando assim o desempenho computacional. Quanto maior o refinamento da malha, maior a precisão dos resultados. Todos os campos ao longo da malha são assumidos inicialmente nulos, e só depois a fonte é aplicada às células correspondentes com uma distribuição de amplitude adequada. À medida que a excitação na entrada se propaga ao longo da estrutura, o algoritmo do método das diferenças finitas atualiza o campo nas células vizinhas.

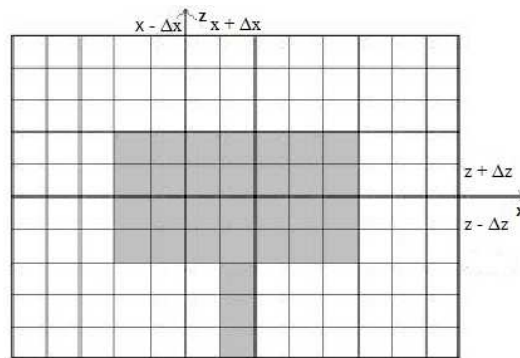


Figura 4 - Modelo de malha do método das diferenças finitas para um patch retangular alimentado por uma linha de microfita (SILVA, 2008).

O *Ansoft Designer* é uma ferramenta CAD para circuitos e simulação de micro-ondas, baseado no método dos momentos. Este método numérico é de extrema utilidade, pois transforma uma equação integro diferencial num sistema de equações lineares. Para tal, é necessário encontrar as funções de base e de teste mais adequadas para cada tipo de problema. Este método possibilita o cálculo da distribuição de corrente num agrupamento de antenas, em que se relacionam as alimentações com a corrente, numa forma matricial, obtendo-se um modelo do tipo da análise matricial de circuitos com possibilidade de aplicação à análise e síntese de diagramas de irradiação de estruturas irradiantes (CASIMIRO et al, 2002).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no *layout* apresentado na Figura 3, foram inseridas fendas com intuito de expandir a largura de banda para atender de forma satisfatória a recepção de TV Digital. Posteriormente, efetuaram-se cortes visando à miniaturização das dimensões a fim de facilitar a instalação em *notebooks*. O *layout* proposto desenvolvido no *software* HFSS é apresentado na Figura 5.

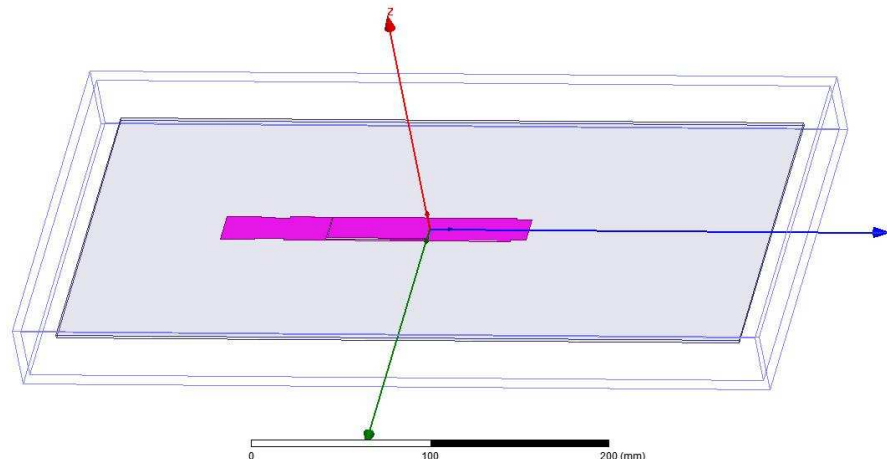


Figura 5- Layout desenvolvido através do HFSS

As modificações dimensionais realizadas, geradas através dos *softwares* HFSS e *Ansoft Designer*, estão apresentadas na Figura 6.

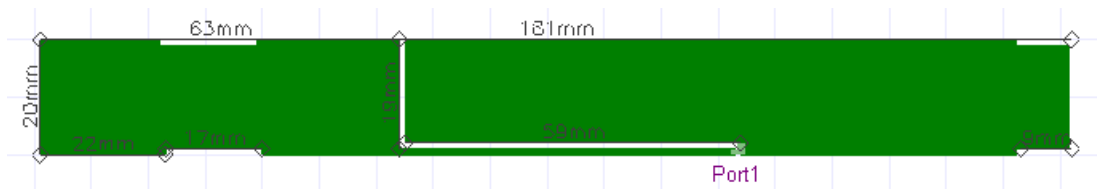


Figura 6 - Dimensionamento da antena desenvolvida.

Na Figura 7 está ilustrada a resposta em frequência obtida por meio da simulação no *software Ansoft Designer* correspondente à faixa de frequência de 100 MHz a 2 GHz, com passo de 0,02 GHz, o qual apresenta ressonâncias em 560 MHz, 900 MHz e 1,52 GHz. Foi considerado um limiar de recepção de 3 dB como aceitável para esse tipo de aplicação.

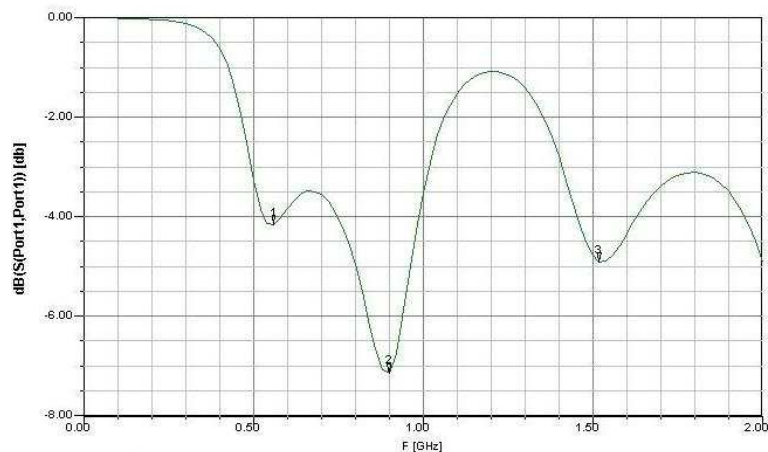


Figura 7 – Resposta em frequência.

No entanto, como o objetivo deste trabalho remete a atender a faixa de frequência de TV Digital, a ressonância de 1,52 GHz será desprezada por não se adequar a faixa de trabalho.

Com base na observação da Figura 7, constata-se que a irradiação máxima da antena desenvolvida se encontra nestas frequências de ressonância.

O desempenho da antena em geral é descrito em termos de seus diagramas principais de planos E e H, que possuem direção de irradiação máxima, nos quais o plano  $x$ - $y$  (plano azimutal;  $\theta = \pi/2$ ) é o plano H principal, enquanto que o plano  $x$ - $z$  (plano de elevação;  $\phi = 0$ ) é o plano E principal.

A partir de diagramas de irradiação é possível observar algumas características, tais como: o ganho e a intensidade de radiação, que determinam o bom funcionamento da antena. Por meio de análises numéricas, foram gerados diagramas de radiação, nos quais foi constatado comportamento omnidirecional e quase-omnidirecional, como mostrado nas Figuras 8 e 9.

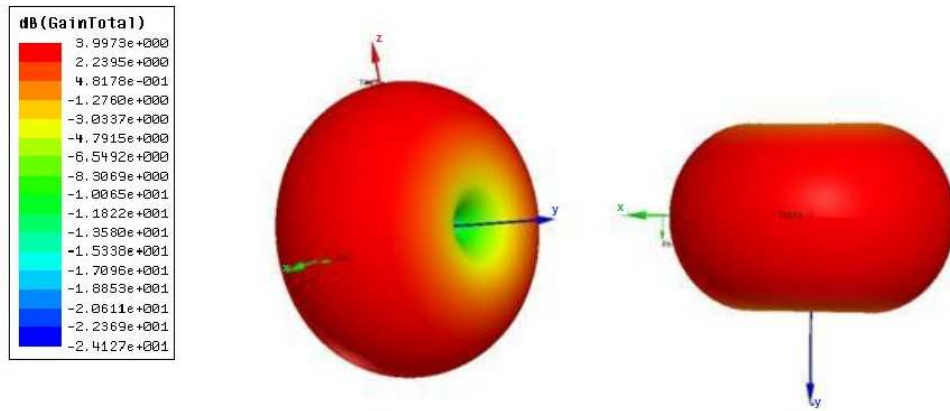


Figura 8 – Diagrama Omnidirecional correspondente a frequência de ressonância de 560MHz.

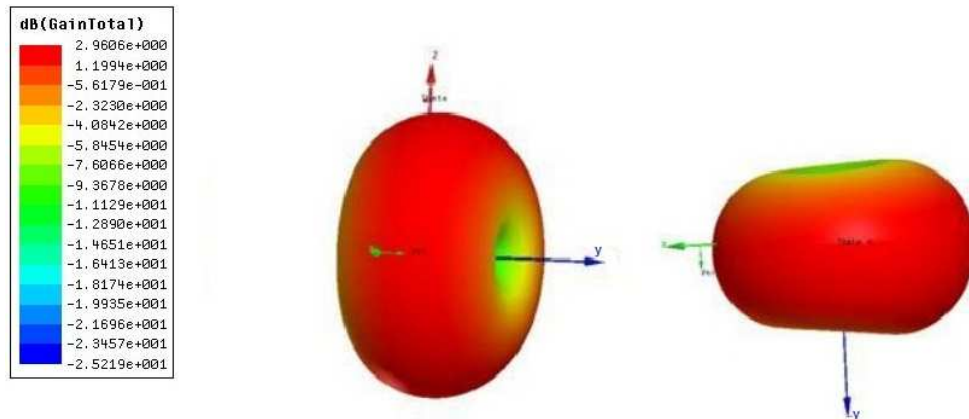


Figura 9 – Diagrama Quase-Omnidirecional correspondente à frequência de ressonância de 900 MHz.

A diretividade de uma antena é a razão entre o campo irradiado na direção do máximo da antena e o campo irradiado gerado por uma antena isotrópica com a mesma potência de entrada. Utilizando a representação do diagrama de irradiação bidimensional, apresentada nas Figuras 10 e 11, é possível observar o feixe de maior diretividade da antena.

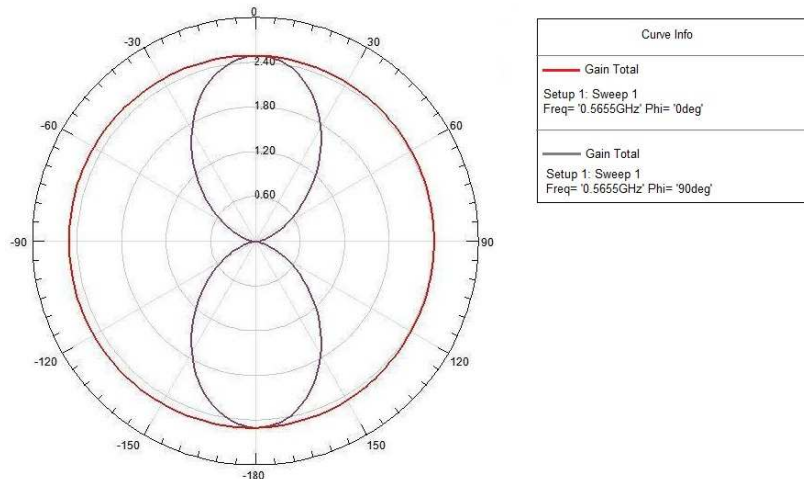


Figura 10 – Diagrama bidimensional em 560MHz.

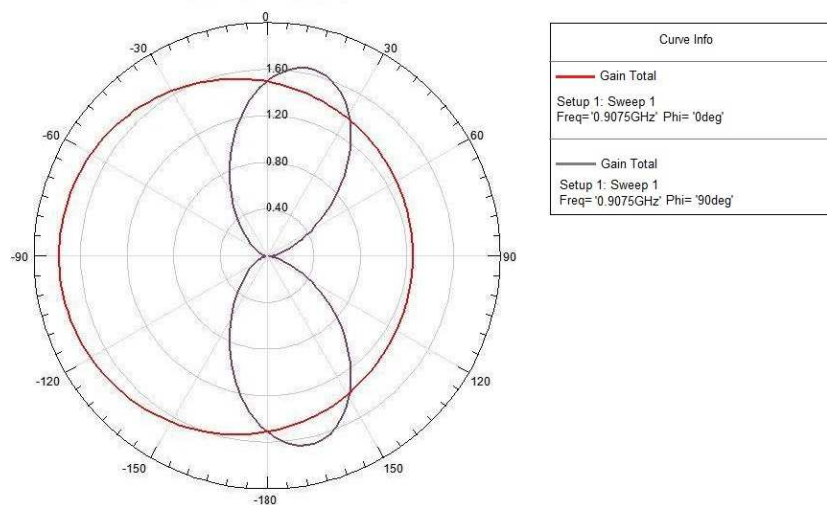


Figura 11 – Diagrama bidimensional em 900MHz.

A partir dos diagramas de irradiação apresentados, é possível verificar que no plano  $y=0$  apresenta máxima diretividade e a angulação em relação ao eixo  $y$  disposta na Figura 11 indicando a presença de modos superiores.

A dimensão original da antena possuía uma largura de 227 mm e as modificações proporcionaram uma redução de 46 mm (20,26%), o que é bastante considerável para a confecção da antena e sua instalação em *notebooks*. A largura de banda, da antena proposta, foi aumentada em relação à original em torno de 140 MHz (considerando a faixa de frequência da TV Digital), a banda conseguida foi de (560 a 900 MHz), um aumento de 70%.

## 6. CONCLUSÕES

O objetivo principal deste artigo é o desenvolvimento de uma antena para aplicação em TV Digital que funciona em toda a faixa de frequência e apresente dimensões reduzidas. No projeto foram inseridos cortes em uma antena dipolo planar para obter as características desejadas.

Os resultados obtidos sugerem que a antena simulada possui um grande potencial para a construção e instalação em *notebooks*. Por meio das simulações obteve-se um aumento da largura de banda de 70%, o que para a aplicação em TV Digital na faixa de UHF se tornou bastante interessante além de uma miniaturização superior a 20% o que facilita sua instalação em *notebooks*.

Como proposta de trabalhos futuros, pretende-se efetuar a confecção da antena simulada para a realização da comparação com os resultados simulados e sua posterior implantação em *notebooks* para realizar testes de recepção de sinal de TV digital e de robustez (imunidade a interferência eletromagnética) da mesma em relação aos outros dispositivos do *notebook*.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFPB e ao CNPq pelo suporte técnico e financeiro.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, M., **Televisão Digital**, São Paulo: Érica, 2007.

ALMEIDA FILHO, V. A., **Arranjos Log-periódicos compactos em microfita com elementos fractais de Koch**, Natal RN, junho 2010.



BALANIS, C. A., **Antena theory-analysis and design**, 3 ed., New York: John Wiley & Sons, Volume 2, 2005.

CASIMIRO, A., LOPES, V., EMÍDIO, F., **Método dos Momentos**, Tecno Visão, Portugal, 2002. Disponível *online* em: <[https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/119/1/13\\_13.pdf](https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/119/1/13_13.pdf)>. Acesso em 15 jun de 2012.

CHI, Y. W. and WONG, K.L., **Wideband Printed Dipole Antenna for DTV Signal Reception**, National Sun Yat-Sen University, Kaohsiung 804, Taiwan, 2007.

DUARTE, E. **Por uma epistemologia da comunicação**. In: Epistemologia da comunicação. LOPES, M.I.V. São Paulo: Loyola, 2003.

IEEE Std 145 – Standard Definitions of Terms for Antenas. IEEE Transactions on Antenas and Propagation, v. AP-31, n. 6, Part II, 1993.

JI, Y., HUBING, T. M., DREWNIK, J.L., **Finite element modeling of patch antenna and cavity sources**, IEEE International Symposium on Electromagnetic Compability, 2000, Volume 2, pp.811-814, Agosto 2000.

MONTALVÃO, E. S.R. et al., **Um método simples para ajustar a frequência de ressonância de uma FSS**, Curitiba-PR, out de 2011.

SILVA, J.C, **Análise dos Circuitos Ressonantes em Antenas de Microfita sobre Substratos ISO/Antrópicos por Técnicas da Ressonância Transversa**, Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), 2008.

WADELL, B.C., **Transmission Line Design Handbook**, Artech House, 1991.