

# SIMULAÇÃO DO DESEMPENHO ELETROMAGNÉTICO DOS RESSONADORES DE TAGS RFID IMPRESSOS NAS EMBALAGENS AGRÍCOLAS



**ALVES, Andreia A. C.<sup>1</sup>, ROGER, Leonardo L. B.<sup>2</sup>**  
 Faculdade de Tecnologia (FT) - Unicamp –Limeira/SP –Brasil  
<sup>1</sup>Bolsista PIBIC/CNPq, <sup>2</sup>Orientador  
 Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC)  
[andrea.castro.unicamp@hotmail.com](mailto:andrea.castro.unicamp@hotmail.com), [lebravo@ft.unicamp.br](mailto:lebravo@ft.unicamp.br)



**Palavra-Chave:** RFID, Sacola Agrícola, Ressonador, Simulador Eletromagnético.

## 1. Introdução

Este trabalho tem como objetivo a implementação de sistemas RFID (Identificação por Radiofrequência) na agricultura de alta precisão, principalmente na fase da colheita. Muitos trabalhos de pesquisas estão sendo publicados [1-2]. Utilizamos *tags* sem *chips* porque simplificam os sistemas de identificação e barateiam os preços. Nesses dispositivos o elemento ressonador é muito importante porque é ele quem guarda a informação codificada que deverá ser lida pela leitora de *RFID*.

A ideia central consiste na criação de *tags* impressas nas embalagens agrícolas agilizando a identificação. A ideia inicial era utilizar o material de Juta como substrato das *tags*, no entanto, a pré caracterização deste material mostrou a sua inviabilidade como substrato do ressonador, logo foi decidido trocar para o material Polipropileno que assim como a Juta também é usado para embalagens agrícolas.

## 2. Metodologia

Para a realização do projeto foi feito inicialmente um estudo do funcionamento dos sistemas de RFID, focando na teoria do projeto de ressonadores em espiral como mostra a figura 1:

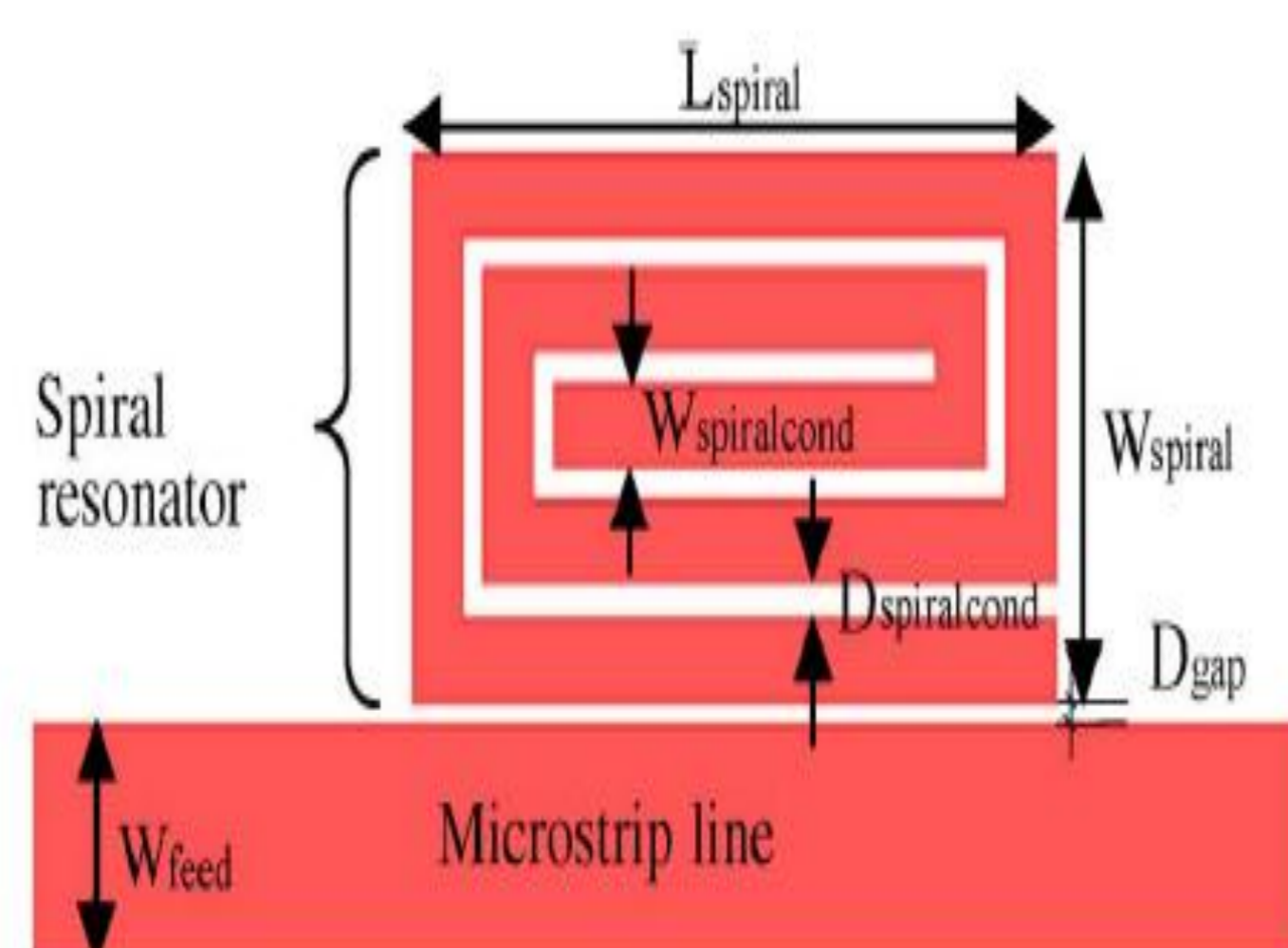


FIGURA 1 : Ressonador Espiral, FONTE [3].

Os parâmetros para a construção do ressonador são mostrados na Figura 1. A geometria de um Ressonador em Espiral é definido pelos seguintes parâmetros:  $W_{feed}$  é a largura da linha de microfitas,  $D_{gap}$  é a separação entre a linha e a espiral,  $W_{spiralcond}$  é a largura do condutor em espiral,  $D_{spiralcond}$  é a separação entre os condutores em espiral,  $W_{spiral}$  e  $L_{spiral}$  são o comprimento e a largura do ressonador, respectivamente.

O software disponível para a realização do projeto foi o simulador eletromagnético HFSS da Ansys, foi reproduzido o modelo de um artigo [3] um ressonador espiral com o substrato Taconic TLX-0 que possui as seguintes propriedades:  $\epsilon_r = 2.45$ ,  $h = 0.787$  e  $\tan\delta = 0.0019$ , como mostra a Figura 2, obtendo a seguinte resposta Figura 3:

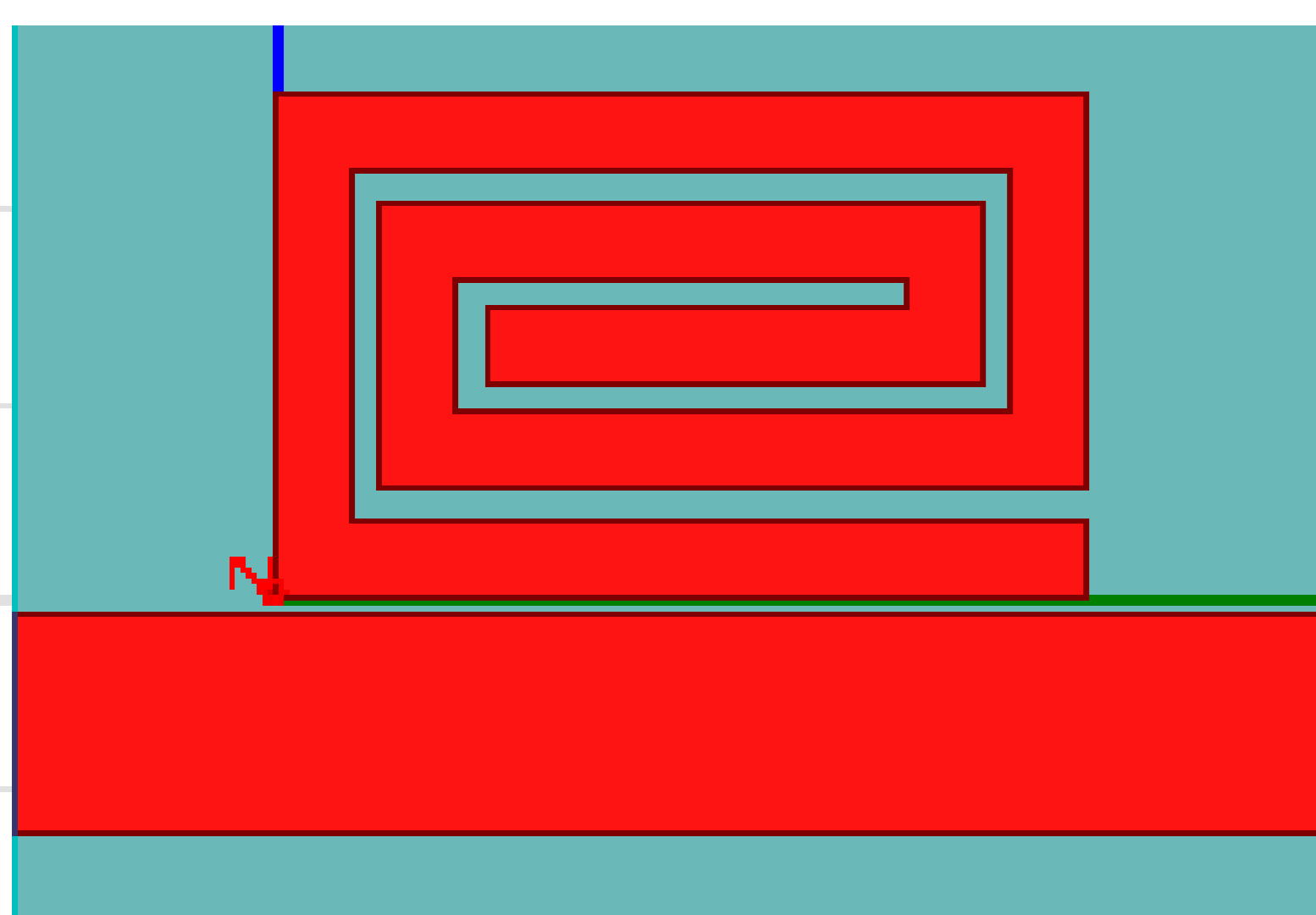


FIGURA 2: Ressonador Projetado no HFSS

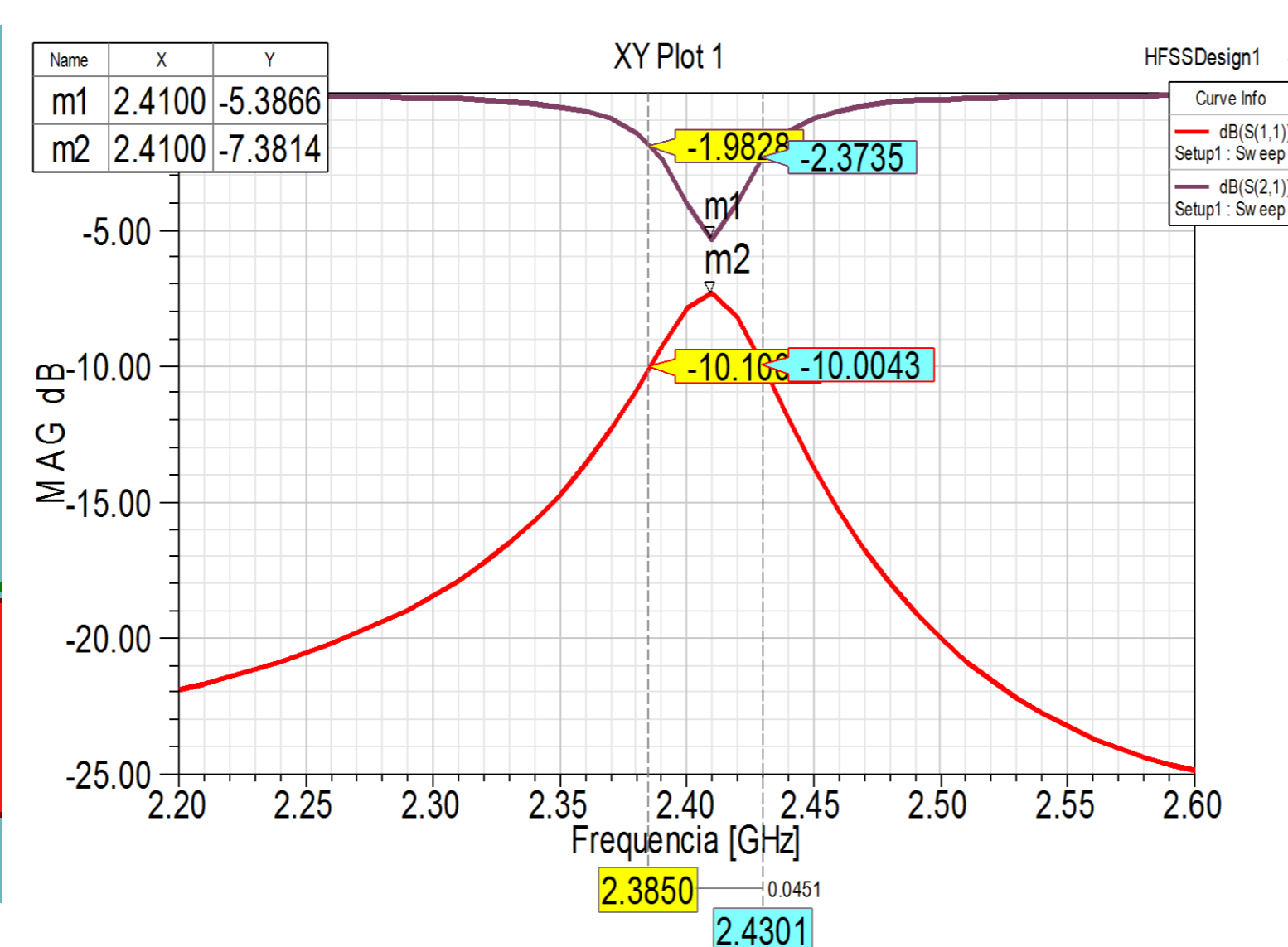


FIGURA 3: Resposta em Frequência

O comprimento do ressonador,  $L_{spiral}$  está diretamente ligado à resposta em frequência desejada, ou seja, para sintonizar a ressonância na frequência o comprimento do ressonador é inversamente proporcional à frequência, assim, quanto maior for  $L_{spiral}$  menor será a frequência de ressonância. Comprova-se isso com a figura 4 a seguir:

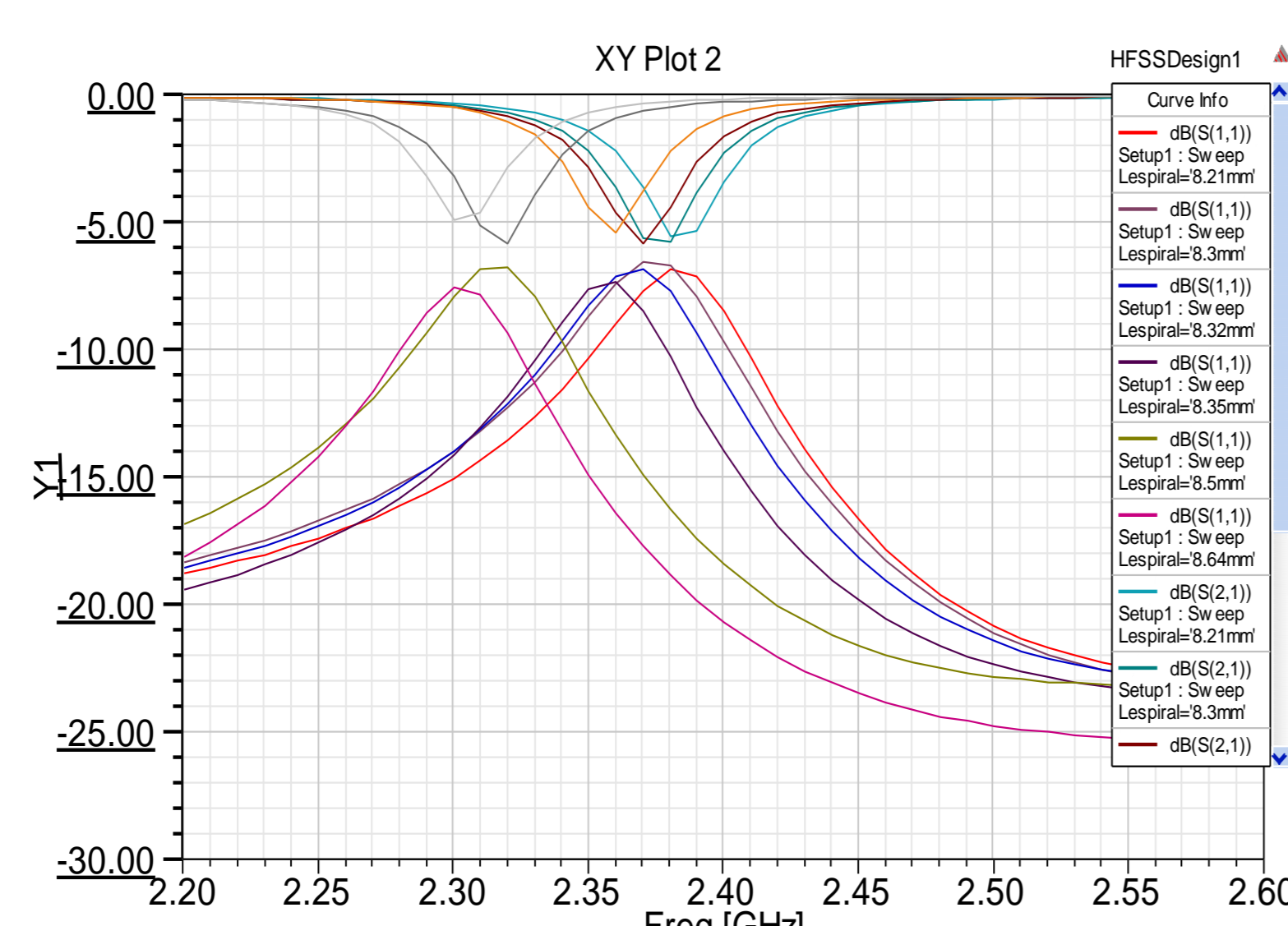


FIGURA 4: Deslocamento em Frequência com variação de  $L_{spiral}$

A superfície de distribuição de corrente é utilizada a fim de compreender como o efeito cortabanda é criado na frequência ressonante da espiral. A figura 5 mostra a superfície de distribuição de corrente de pico de um ressonador em espiral em sua frequência de ressonância (2.4GHz) e a figura 6 mostra em uma frequência não ressonante (1GHz). É evidente que a distribuição na superfície é maior em torno da espiral na sua frequência de ressonância. O ressonador em espiral cria um caminho de baixa impedância para o terra na sua frequência de ressonância e absorve a maioria da corrente de propagação a partir da porta 1 ( entrada de sinal) para a porta 2 ( saída do sinal) da linha de microfitas, resultando num efeito de paragem de bandas. A figura 6 mostra o comportamento do ressonador operando fora de sua frequência de ressonância, onde não há corrente nas espiras.

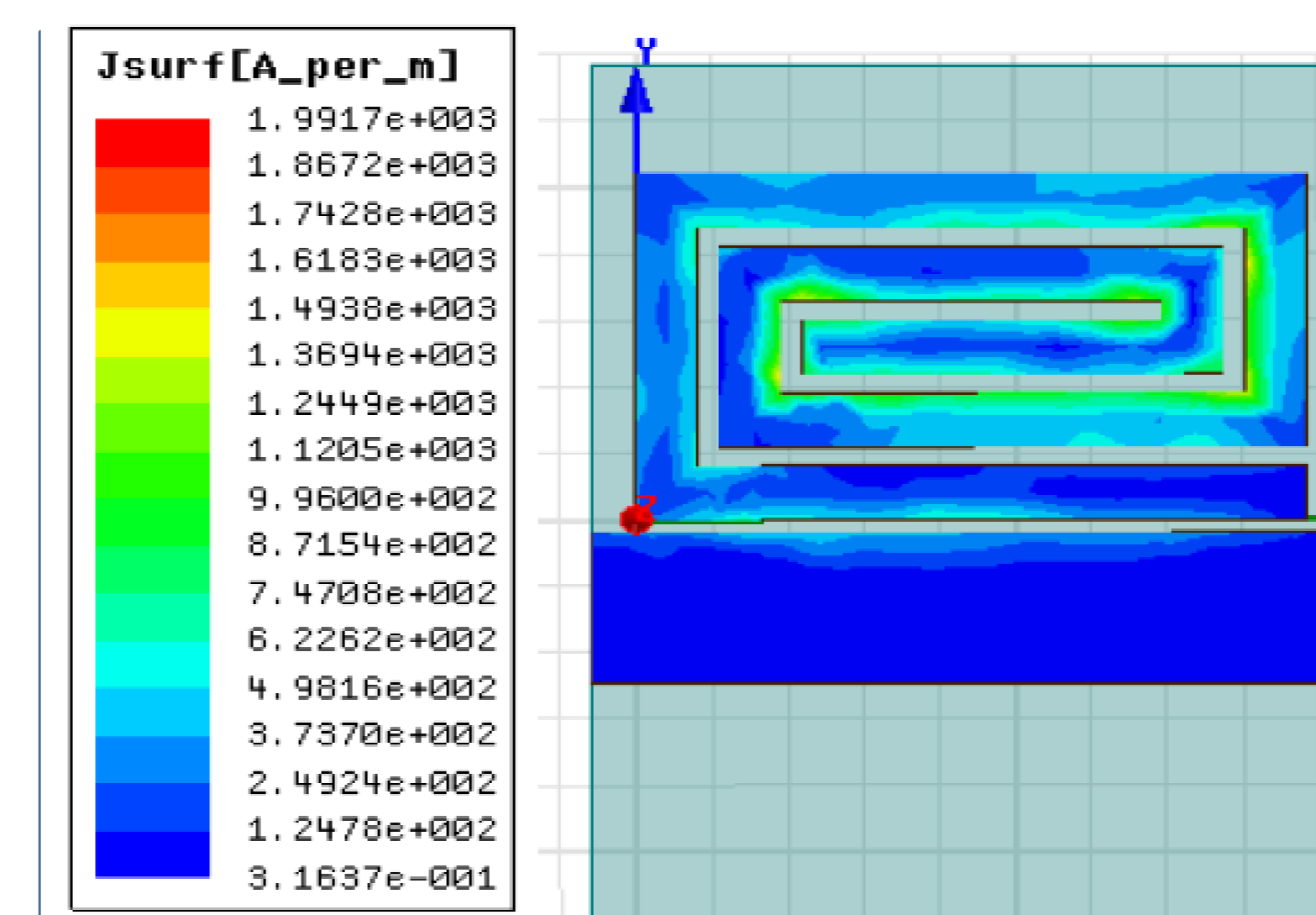


FIGURA 5 : Frequência 2.45GHz

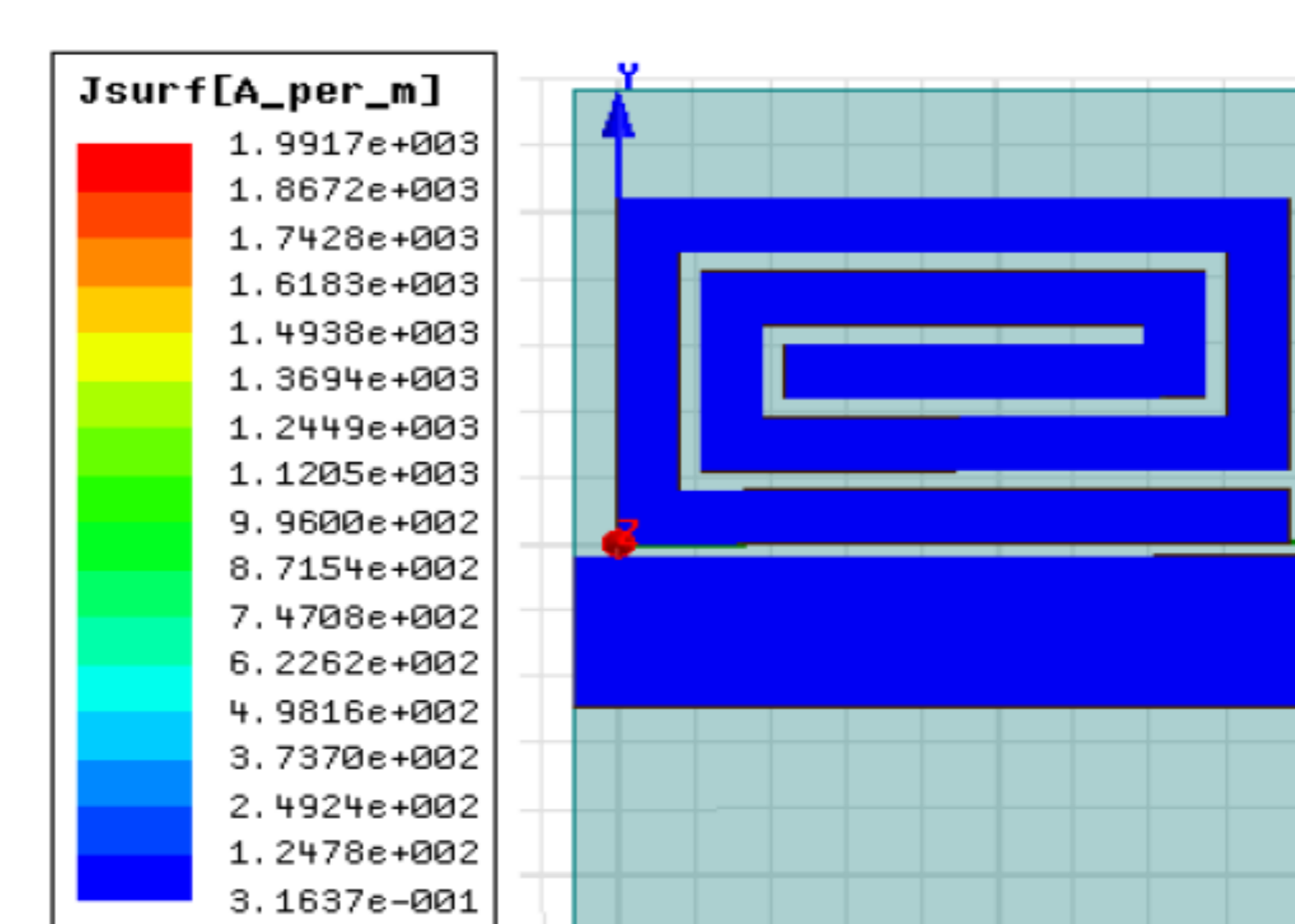


FIGURA 6 Frequência 1GHz

## 3. Resultados Obtidos

Na biblioteca de materiais do software HFSS foi introduzido um novo material com o nome de polipropileno, configurando-o para as características  $\epsilon_r = 2,55, h = 0.787\text{mm}$  e  $\tan\delta = 0.0019$ . Esses valores foram obtidos pesquisando as propriedades da saca de polipropileno, calculou-se a largura da Linha para  $50\Omega$ . A resposta em frequência após os ajustes realizados no software segue na figura 8:

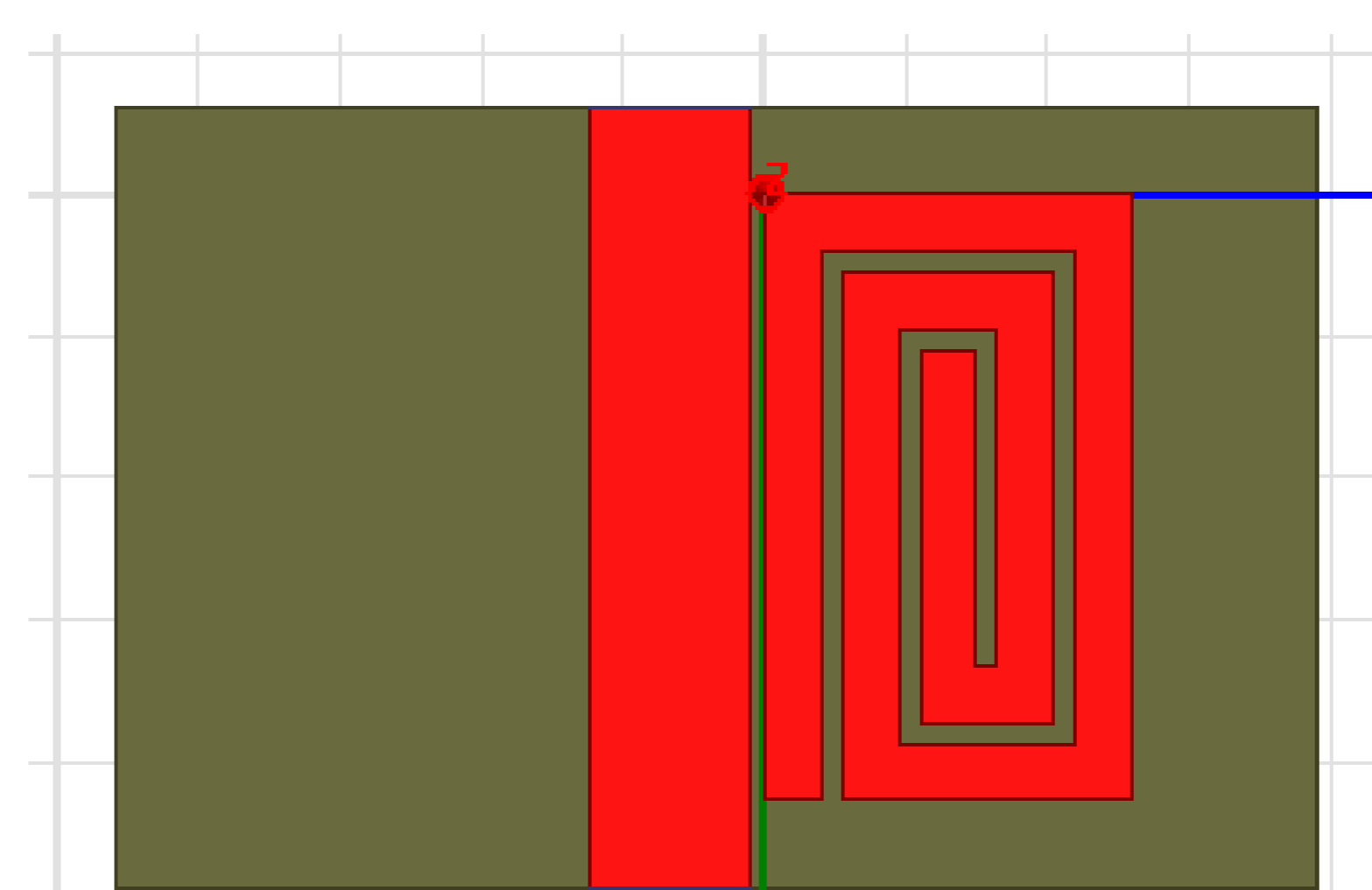


FIGURA 7: Modelo com Substrato Polipropileno

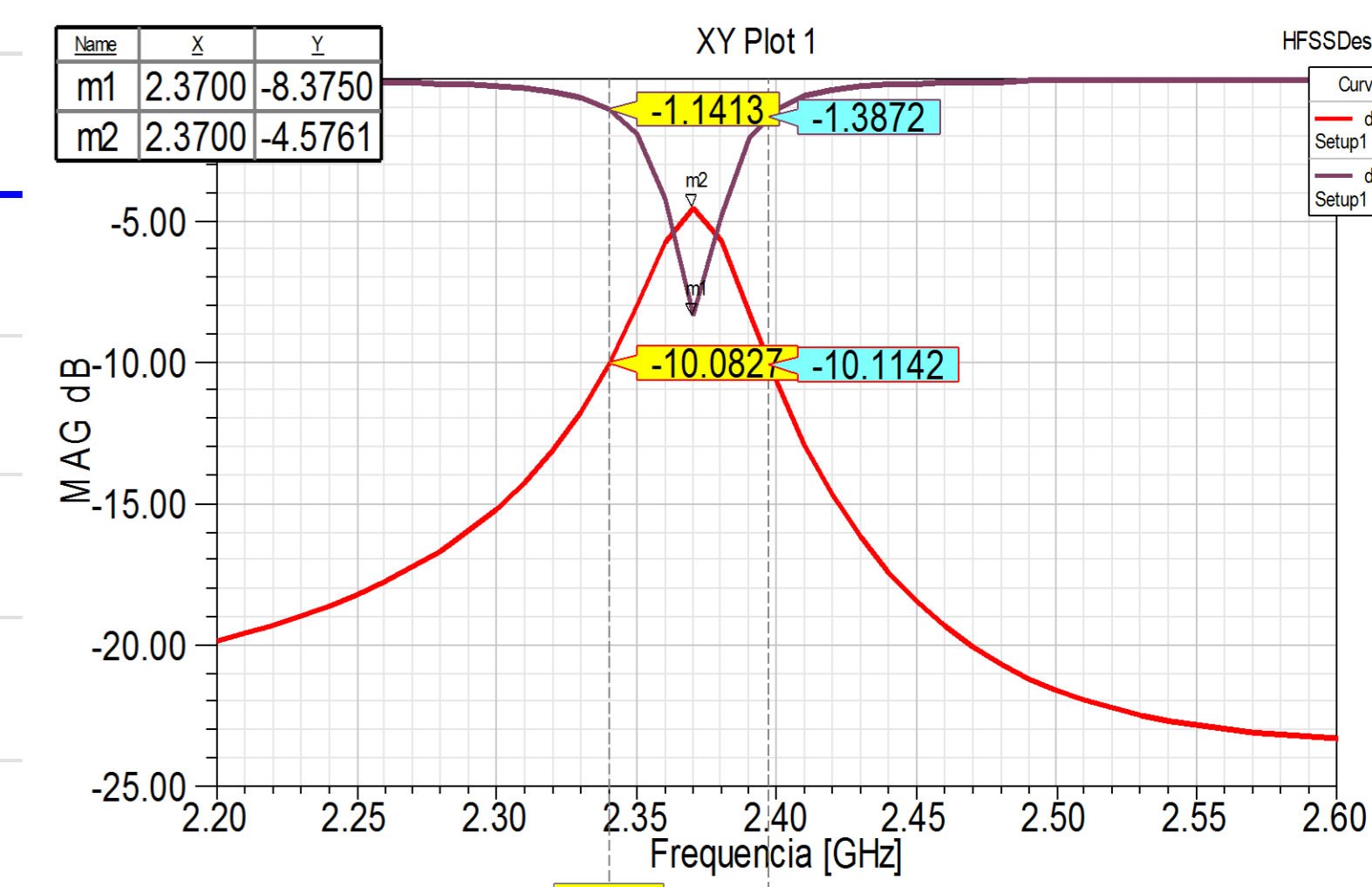


Figura 8: Resposta em Frequência

Verifica-se na figura 8 que o protótipo criado com o substrato polipropileno é viável e responde a teoria apresentada neste projeto. Os parâmetros do ressonador foram ajustados para este novo material não convencional: polipropileno. Ao verificar a resposta validamos o uso do mesmo como substrato para a implementação das *tags* nos processos agrícolas.

## 4. Conclusão

Concluímos o estudo do funcionamento dos sistemas de RFID, especificamente os ressonadores em espiral. Após o estudo da teoria dos ressonadores o projeto focou na proposta de um ressonador que utiliza um material não convencional nunca antes utilizado para esse fim. O mesmo mostrou-se válido nas simulações, obtendo-se uma resposta compatível com a teoria e completamente aceitável ao compará-lo com o desempenho de um ressonador implementado num material convencional como o teflon. O sucesso na simulação demonstra a possibilidade de se criar a *tag* completa, mostrando-se a possibilidade do uso de um material comum na agricultura na montagem de sistemas de RFID.

## 5. Bibliografia

- [1] Elaine Cangussu Alves, Clerivaldo Rocca, Bárbara Teruel M., Leonardo L. Bravo-Roger e Francisco Arnold, "Desempenho de rede de sensores sem fio em casa de vegetação para cultivo de morangos", artigo submetido à Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2010
- [2] Clerivaldo José Rocca, Elaine Cangussu de Souza alves, angelo moretti, marcos sergio gonçalves, barbara teruel mederos, francisco josé arnold, leonardo l. bravo-roger, "avaliação experimental do desempenho de uma rede de sensores sem fio em ambientes agrícolas", Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2010
- [3] Preradovic, S. ; Karmakar, N. C. "Multiresonator-Based Chipless RFID, Barcode of the Future" Springer (2012).