



Universidade Federal  
de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática - CEEI

Programa de Graduação

Túlio José de Araújo

## Relatório de Estágio Supervisionado

Campina Grande - PB

2018

Túlio José de Araújo

## Relatório de Estágio Supervisionado

Relatório de Estágio Supervisionado apresentado ao curso de Engenharia Elétrica, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Elétrica, Centro de Engenharia Elétrica e Informática da Universidade Federal de Campina Grande.

Orientador: Alexandre Jean René Serres, D. Sc.

Campina Grande - PB

2018

Túlio José de Araújo

## Relatório de Estágio Supervisionado

Relatório de Estágio Supervisionado apresentado ao curso de Engenharia Elétrica, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Elétrica, Centro de Engenharia Elétrica e Informática da Universidade Federal de Campina Grande.

Trabalho aprovado em \_\_/\_\_/\_\_\_\_, Campina Grande - PB:

---

**Professor**  
Convidado 1

---

**Alexandre Jean René Serres, D. Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador

Campina Grande - PB  
2018

Dedico este trabalho a todos que veem na ciência e na educação a solução para os problemas do mundo.

# Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, Rita e Geny, que sempre me ensinaram que a educação era libertadora.

À minha irmã, Thiara, que é a minha cúmplice e o meu exemplo de determinação.

À minha Vó Célia que sempre me mostrou o mundo das letras com encanto e sabedoria. Quero um dia dizer que sou metade do ser humano que és, Vovó.

Aos meus avós paternos, Chiquinha e Miguel, que são exemplos de pessoas simples e trabalhadoras.

Aos meus tios e tias, que cuidaram de mim e vibraram com as minhas conquistas.

A Hades que tem sido parte fundamental na minha caminhada no último ano.

A Carolina Pedrosa por toda a sua ajuda, sem você esse trabalho não existiria (de verdade).

A Camila Rodrigues por toda a sua ajuda.

Ao Ramo Estudantil IEEE UFCG por ter sido minha inspiração nos últimos anos de graduação, aos todos os amigos ganhos e às experiências adquiridas.

Ao professor Alexandre Jean René Serres, por todo seu apoio e orientação para conclusão deste trabalho.

A Adail e a Prof. Mário por todo o suporte nesta reta final. Vocês são nossos faróis nas noites mais escuras.

A todos meus colegas, que fizeram destes anos mais divertidos e despreziosos.

Aos meus amigos, minha família escolhida, que ajudaram a aliviar a saudade de casa quando esta foi demais, e aonde encontrei ombros e palavras de ânimo quando precisei.

Por fim, agradeço a todas as coisas efêmeras que contribuíram para a construção do meu caráter e da minha personalidade, sem estas e os livros, eu não seria ninguém.

*“Nolite te bastardes carborundorum, bitches!”*  
*(Offred em The Handmaid’s Tale. Margaret Atwood)*

# Resumo

Este relatório apresenta as atividades do aluno Túlio José de Araújo realizadas durante o Estágio Supervisionado no Laboratório de Radiometria do Departamento de Engenharia Elétrica (DEE), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), sob orientação do professor Alexandre Jean René Serres e supervisão do professor Hélder Alves Pereira. O estágio teve como meta a introdução ao estudo e otimização de um tag RFID passiva para atuar em 915 MHz. O software Ansoft Designer da ANSYS foi usado para simulação. Depois de simular, a construção e as devidas medições da tag foram realizadas.

**Palavras-chave:** *Ansoft Designer*, HFSS, tag RFID, otimização, sistemas de automação.

# Abstract

This report presents the activities of student Túlio José de Araújo during the Supervised Internship at the Radiometry Laboratory of the Department of Electrical Engineering (DEE), Federal University of Campina Grande (UFCG), under the guidance of Professor Alexandre Jean René Serres and supervision of the Professor Hélder Alves Pereira. The internship was aimed at introducing to the study and optimization of a passive RFID tag to act on 915 MHz. ANSYS Ansoft Designer software was used for simulation. After simulating, the construction and the correct tag measurements were performed.

**Keywords:** *Ansoft Designer*, HFSS, RFID tag, optimization, automation systems.

# Lista de Figuras

Figura 1 – Exemplo de sistema RFID. . . . .	14
Figura 2 – Tag já confeccionado. . . . .	17
Figura 3 – S11 do tag original. . . . .	18
Figura 4 – Otimização das dimensões parametrizadas. . . . .	18
Figura 5 – Design do tag otimizado. . . . .	19
Figura 6 – S11 do tag otimizado. . . . .	19
Figura 7 – Diagrama de irradiação do tag otimizado em 3D. . . . .	20
Figura 8 – Esquema de medição. . . . .	20
Figura 9 – Tag original. . . . .	21
Figura 10 – Tag otimizado. . . . .	21

# Lista de Tabelas

Tabela 1 – Dimensões demarcadas. . . . .	17
Tabela 2 – Dimensões otimizadas. . . . .	19
Tabela 3 – Resultado das medições. . . . .	20

# Lista de abreviaturas e siglas

RFID	Radio-Frequency IDentification
RSSI	Received Signal Strength Indication
HFSS	High Frequency Electromagnetic Field Simulation

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>12</b>
1.1	Sobre o Estágio	12
1.1.1	Local de Realização do Estágio	12
1.1.2	Objetivos do Estágio	13
<b>2</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>14</b>
2.1	Tecnologia RFID	14
2.1.1	Tags RFID	15
2.2	ANSYS Ansoft Designer	15
<b>3</b>	<b>Atividades Realizadas</b>	<b>17</b>
3.1	Atividade 1: Estudo do tag já confeccionado	17
3.2	Atividade 2: Parametrização das dimensões internas	18
3.3	Atividade 3: Simulação do tag com os valores otimizados	18
3.4	Atividade 4: Medição dos tag	19
<b>4</b>	<b>Considerações finais</b>	<b>22</b>
	<b>Referências</b>	<b>23</b>

# 1 Introdução

Este relatório apresenta as atividades realizadas pelo aluno Túlio José de Araújo durante o Estágio Supervisionado no Laboratório de Radiometria (Bloco CJ), sob a orientação do Professor Alexandre Jean René Serres e supervisão do professor Hélder Alves Pereira. O estágio foi prestado entre o período de 06 de outubro até 24 de novembro de 2017, com uma carga horária de 30 horas semanais, somando 180 horas totais.

A elaboração do plano de estágio foi concebida de forma a possibilitar ao estagiário uma introdução aos conhecimentos teóricos e práticos sobre design e medição de tags RFID, incluindo o aprendizado de softwares de simulação novos, como o ANSYS.

Este trabalho está dividido em 4 capítulos e estão organizados da seguinte forma, o capítulo 1 apresenta uma introdução a respeito deste relatório, o capítulo 2 apresenta uma breve fundamentação teórica, no capítulo 3 são apresentadas as atividades realizadas e para finalizar no capítulo 4 é descrito as considerações finais sobre os estágio.

## 1.1 Sobre o Estágio

### 1.1.1 Local de Realização do Estágio

As atividades realizadas neste trabalho foram desenvolvidas no Laboratório de Radiometria, localizado no bloco CJ do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. O laboratório possui recursos computacionais com computadores de até 64 Gb de RAM. Licenças de softwares comerciais de simulações eletromagnéticas para dispositivos de altas frequências, em 2D e 3D, foram adquiridas como o Ansoft Designer e o HFSS da ANSYS. O laboratório possui bancada de medição de dispositivos de até 8,5 GHz.

Nesse laboratório são desenvolvidos trabalhos nas seguintes linhas de pesquisa:

- Coleta de Energia;
- Dispositivos de Radio-Frequência;
- Metamateriais;
- Modelagem Computacional de Efeitos Eletromagnéticos;
- RFID e Sensoriamento.

### 1.1.2 Objetivos do Estágio

As atividades realizadas durante o estágio tiveram como finalidade a introdução ao estudo de design de tags RFID, a partir de um protótipo já desenvolvido no laboratório.

O estágio foi dividido em etapas, seguindo o plano abaixo:

- Pesquisa bibliográfica;
- Adquirir conhecimentos do software Ansys Electronics Desktop;
- Simulações de tags;
- Construção de protótipos;
- Aperfeiçoamento dos tags;
- Testes e avaliações dos protótipos.

## 2 Fundamentação Teórica

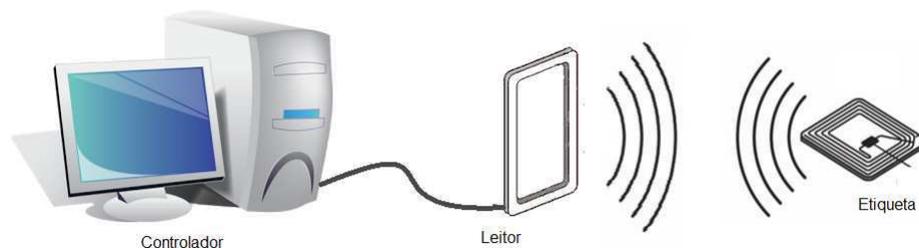
### 2.1 Tecnologia RFID

A tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*) tem sido amplamente utilizada em operações do mundo real, como localização, fabricação, assistência médica etc. As tags RFID com ID exclusiva são anexadas aos objetos e ou pessoas, enquanto o leitor RFID acessa as informações de cada tag, incluindo a identificação da tag e RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) (LUO et al., 2017).

Assim, um sistema de RFID básico consiste em três componentes:

- Uma antena;
- Um transceptor com decodificador (leitor);
- Um tag.

Figura 1 – Exemplo de sistema RFID.



Fonte: <[https://www.gta.ufrj.br/grad/15\\_1/rfid/tecnologia.html](https://www.gta.ufrj.br/grad/15_1/rfid/tecnologia.html)>

A antena emite sinais de rádio para ativar o tag, ler e escrever dados. A antena é o canal entre o tag e o transceptor, que controla a aquisição de dados e a comunicação do sistema. Esta pode ter várias formas e tamanhos e pode ser instalada em locais como portas ou montada em uma cabine de pedágio para monitorar o tráfego em uma auto-estrada (LIU; LIU; HE, 2016). O campo eletromagnético produzido por uma antena pode ser constante, mas se a leitura contínua não for necessária, o campo pode ser ativado por um sensor.

Normalmente a antena é embalada com o transceptor e o decodificador para se tornar um leitor. O leitor emite ondas de rádio frequência com alcances variados dependendo do leitor e do tag. Quando o tag passa através da zona de campo eletromagnético, o sinal de

ativação do leitor é detectado. O leitor decodifica os dados do circuito integrado do tag e as informações são passadas para o computador.

### 2.1.1 Tags RFID

Os tags RFID têm uma grande variedade de formas e tamanhos. O tag utilizado para identificação animal pode ter menos de 3 mm de diâmetro e 10 mm de comprimento. Os tags podem ter a forma de um prego, para identificar árvores e artigos de madeira, ou de um cartão de crédito, para aplicações de controle de acesso (SYSTEMS, 2017).

Os tags de RFID são classificados como ou ativos ou passivos. Os ativos são alimentados por uma bateria interna e são tipicamente leitura/gravação. Os dados do tag podem ser escritos e modificados, de acordo com a necessidade. O tamanho da memória do tag ativo varia de acordo com requisitos de aplicação. O tag acrescido de bateria consegue um alcance maior, podendo ser lido a até dez metros de distância do leitor. Porém, existe a desvantagem do tamanho maior e um aumento no custo, além da vida operacional limitada pela bateria que pode durar no máximo 10 anos.

Os tags passivos operam sem fonte de alimentação externa e são ativados pelo campo eletromagnético emitido pelo leitor. Os tags passivos são conseqüentemente muito mais leves e menores que os tags ativos, muito mais baratos e oferecem uma vida operacional praticamente ilimitada. A desvantagem é que eles têm menor alcance que os tags ativos e exigem um leitor mais potente para a leitura dos dados. Os tags passivos podem ser somente leitura ou leitura/gravação.

O tag que serviu de base para esse estágio é do tipo passivo e com chip (*SL3S4011\_4021* : *UCODEI<sup>2</sup>C*) de impedância  $12.7 - 199j \Omega$ .

## 2.2 ANSYS Ansoft Designer

O Ansoft Designer integra simulação de circuitos e simulação de campos eletromagnéticos, contando com o HFSS para simulações em 3D, que faz parte do pacote do Ansoft Designer. Este software permite que engenheiros criem, otimizem e validem componentes, circuitos e sistemas antes que um protótipo seja construído fisicamente.

Essa característica é fundamental no desenvolvimento de tags, já que a simulação é uma forma rápida, direta e sem gastos com manufatura para testar o funcionamento destes.

Como ferramenta computacional, o Ansoft Designer, usa um processo de modelagem de interação dos campos elétricos e magnéticos com objetos físicos e o meio que eles estão.

Depois de abordar a fundamentação teórica, que serve como base ao entendimento do que foi realizado no estágio relatado neste trabalho, o próximo capítulo descreverá

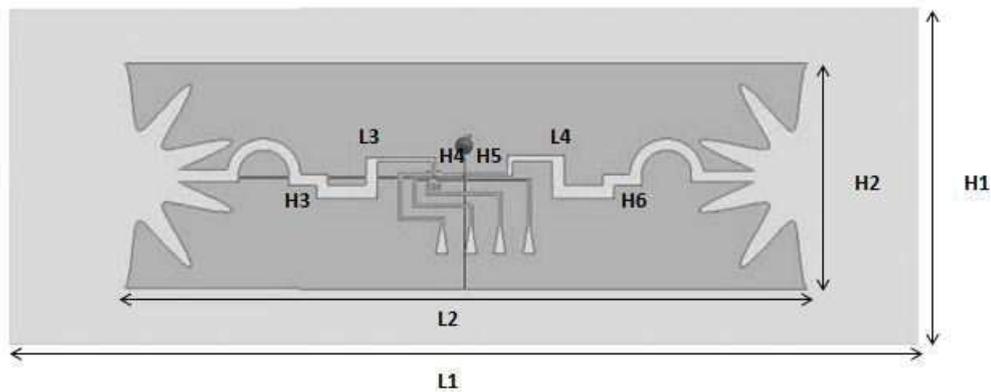
as atividades realizadas.

## 3 Atividades Realizadas

### 3.1 Atividade 1: Estudo do tag já confeccionado

Após familiarizar-se com o software a ser usado, importou-se, a partir do esquema 2D, o design do tag para o HFSS. Assim, pôde-se começar as simulações em 3D obtendo as curvas S11. Na figura 2 estão demarcadas as dimensões de maior relevância do tag para o desenvolvimento do estágio e na tabela 1 estão seus valores. Alterações foram feitas, já que a frequência de ressonância no protótipo original não coincidia com as especificações do leitor disponibilizado pelo laboratório (915 Mhz).

Figura 2 – Tag já confeccionado.

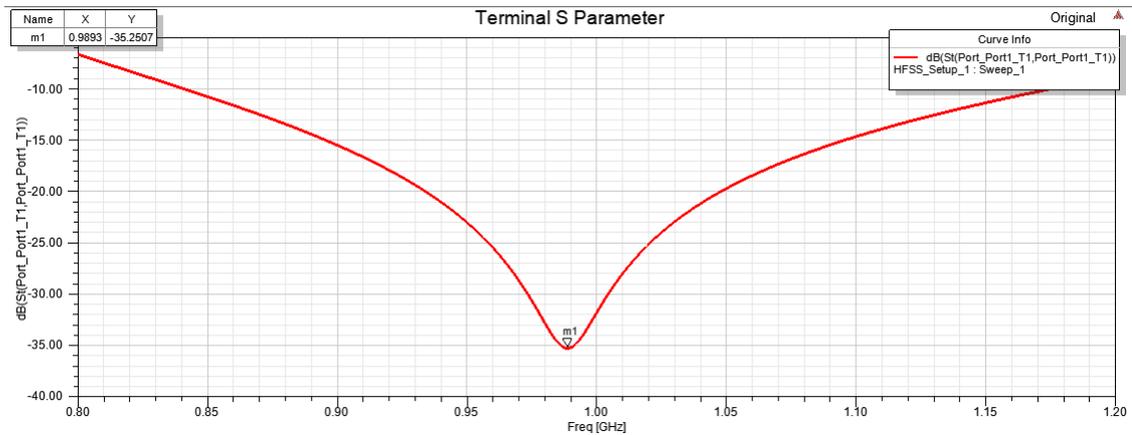


Fonte: Próprio autor.

Tabela 1 – Dimensões demarcadas.

Parâmetros	Valores (mm)
H1	30
L1	80
H2	20
L2	60
H3	1.1
L3	1
H4	0.3125
L4	1
H5	0.5132
H6	1.1

Figura 3 – S11 do tag original.

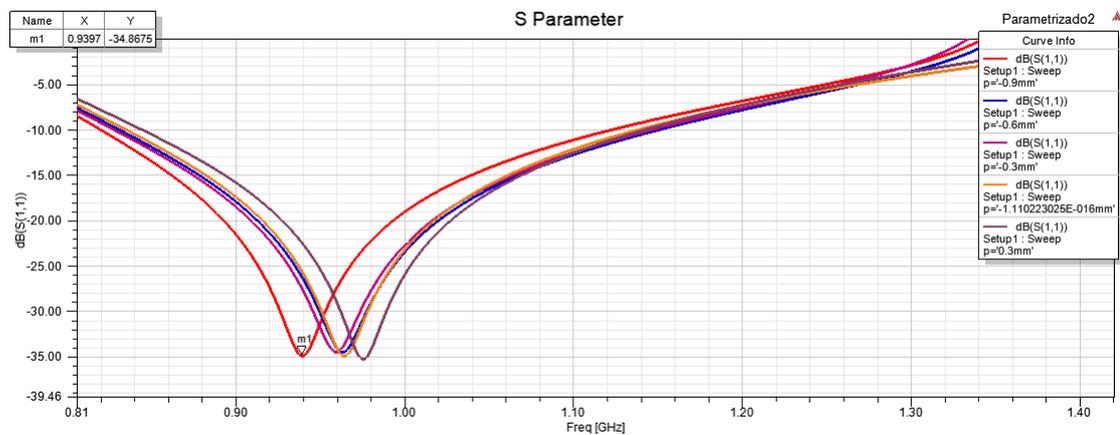


Fonte: Próprio autor.

### 3.2 Atividade 2: Parametrização das dimensões internas

Nesta etapa parametrizou-se H3, H4, H5, H5, L3 e L4. Após a otimização desses parâmetros (figura 4) os seus valores ficaram tais quais indicados na tabela 2. O tag com o design otimizado pode ser observado na figura 5.

Figura 4 – Otimização das dimensões parametrizadas.



Fonte: Próprio autor.

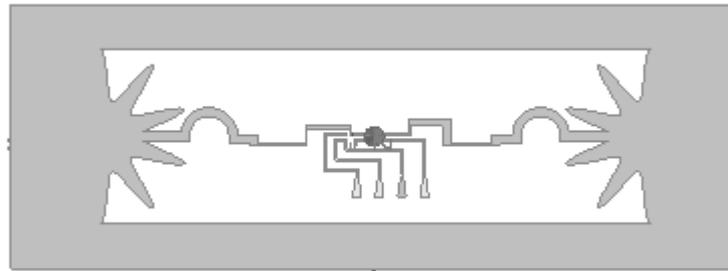
### 3.3 Atividade 3: Simulação do tag com os valores otimizados

Após obter os novos valores simulou-se o tag otimizado. Obteve-se as curvas S11 e os diagramas de irradiação 3D, estes se encontram nas figuras 6 e 7 respectivamente.

Tabela 2 – Dimensões otimizadas.

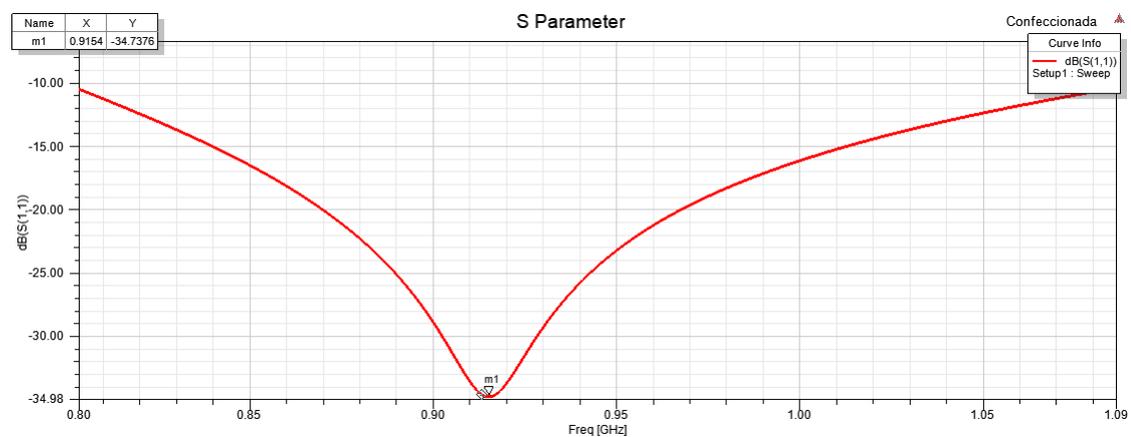
Parâmetros otimizados	Valores(mm)
H3'	0.5
L3'	0.1
H4'	0.6
L4'	1
H5'	0.5132
H6'	0.2

Figura 5 – Design do tag otimizado.



Fonte: Próprio autor.

Figura 6 – S11 do tag otimizado.



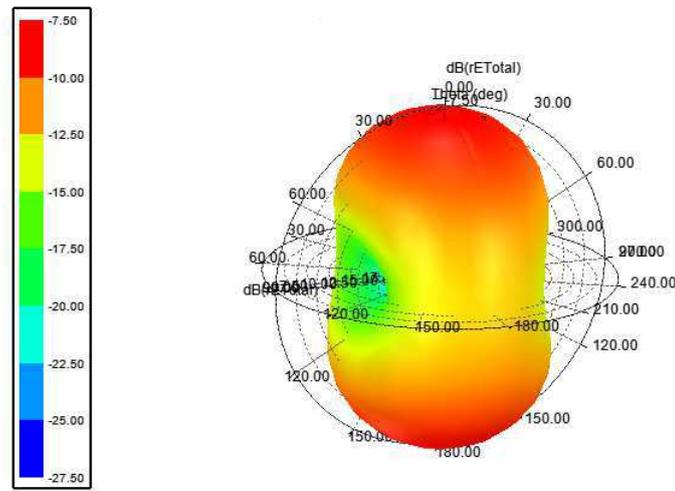
Fonte: Próprio autor.

A partir das figuras 6 e 7 podemos observar que o objetivo inicial de otimizar a tag foi alcançado em simulação, uma vez que a frequência de ressonância está em 915 Mhz e manteve seu ganho com diagrama de irradiação inalterado.

### 3.4 Atividade 4: Medição dos tag

As medições ocorreram no Laboratório de Metrologia situado na UFCG. O esquema de medição foi montado tal como demonstrado na figura 8. A antena utilizada foi a Honeywell IA40A com faixa de operação de 865-956 Mhz e o leitor Intermec. A distância

Figura 7 – Diagrama de irradiação do tag otimizado em 3D.



Fonte: Próprio autor.

entre antena e tag foi de 67cm.

Figura 8 – Esquema de medição.



Fonte: Próprio autor.

As imagens 9 e 10 são os tags original e otimizado respectivamente. Estes foram medidos tanto na horizontal como na vertical.

Tabela 3 – Resultado das medições.

Tag	RSSI (médio)	Leitura	Escrita
Original	-64,06	Sim	Sim
Otimizado	-67,62	Sim	Não

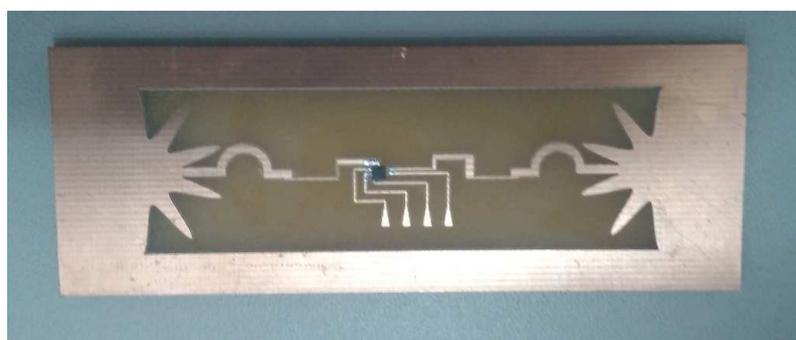
Em cada medição foram feitas 20 tentativas de leitura, conseguindo ler 20 vezes o tag original e 17 o otimizado. Apesar das simulações mostrarem resultados positivos, o tag

Figura 9 – Tag original.



Fonte: Próprio autor.

Figura 10 – Tag otimizado.



Fonte: Próprio autor.

otimizado não alcançou o desempenho esperado. Uma série de fatores podem ter levado aos resultados negativos. Inicialmente, se considerarmos os meios de produção artesanais para confecção do tag, várias trilhas podem não ter sido adequadamente limpas e assim ocasionaram interferências e elevações de correntes de Foucault. Além disso, o chip pode não ter sido devidamente soldado ao substrato. Entretanto, o fato do tag ter sido lido indica a funcionalidade do design.

## 4 Considerações finais

O Estágio Supervisionado contribuiu decisivamente em minha formação acadêmica, pois me permitiu adquirir novas habilidades e ampliar meu leque de conhecimentos, visto que tive a oportunidade de trabalhar na área de Telecomunicações, uma vez que estou me formando em Controle e Automação.

O estudo sobre tags RFID foi de decisiva importância, dado que a tendência mundial em automação está voltada para a implementação da Indústria 4.0, onde sistemas de identificação por radiofrequência são amplamente utilizados em chão de fábrica.

As simulações permitiram tanto o aprendizado sobre a estrutura trabalhada, como sobre a própria ferramenta computacional, o Ansoft Designer.

Analisando os resultados obtidos é possível afirmar que, mesmo com resultados diferentes entre simulação e medição, a realização do estudo, a otimização e as medições contribuíram para o aprendizado na prática de como projetar tags RFID, sendo válido para as aplicações futuras, como supracitado.

# Referências

LIU, C.; LIU, H.; HE, S. Compact tri-band uhf rfid tag antenna for monza4 chip. In: *2016 Progress in Electromagnetic Research Symposium (PIERS)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1312–1315. Citado na página 14.

LUO, G. et al. Design of a passive multi-tag rfid hospital entry/exit detection system based on data mining method. In: *2017 International Conference on Sensing, Diagnostics, Prognostics, and Control (SDPC)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 438–443. Citado na página 14.

SYSTEMS, R. *O que é Identificação por Rádio Frequência?* 2017. <<http://www.rfidsystems.com.br/rfid.html>>. Acessado em: 20 de Nov de 2017. Citado na página 15.