

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**ALEX FERREIRA ESTÁCIO**

**ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DE PORTAL COM CONTROLE  
DE SENTIDO DE MOVIMENTO BASEADO NA TECNOLOGIA RFID**

**FLORIANÓPOLIS, 2023.**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**ALEX FERREIRA ESTÁCIO**

**ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DE PORTAL COM CONTROLE  
DE SENTIDO DE MOVIMENTO BASEADO NA TECNOLOGIA *RFID***

Trabalho de Conclusão de Curso submetido  
ao Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Santa Catarina como parte  
dos requisitos para obtenção do título de  
engenheiro eletricista.

Orientador:  
Prof. Edson Sorato, Me

**FLORIANÓPOLIS, 2023.**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

ESTÁCIO, ALEX

ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DE PORTAL COM CONTROLE DE  
SENTIDO DE MOVIMENTO BASEADO NA TECNOLOGIA RFID / ALEX ESTÁCIO;  
orientação de EDSON SORATO. - Florianópolis,  
SC, 2023.  
49 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal  
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado  
em Engenharia Elétrica. Departamento Acadêmico  
de Eletrotécnica.  
Inclui Referências.

1. RFID. 2. Dados. 3. Sentido de movimento. I. SORATO,  
EDSON. II. Instituto Federal de Santa Catarina.  
III. ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DE PORTAL COM CONTROLE DE  
SENTIDO DE MOVIMENTO BASEADO NA TECNOLOGIA RFID.

# **ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DE PORTAL COM CONTROLE DE SENTIDO DE MOVIMENTO BASEADO NA TECNOLOGIA *RFID***

**ALEX FERREIRA ESTACIO**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro(a) Eletricista e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 03 de Julho, 2023.

Banca Examinadora:



Prof. Edson Sorato, Me  
Orientador



Prof. Adriano de Andrade Bresolin, Dr. Eng.



Prof. Sérgio Luciano Avila, Dr. Eng.

## **AGRADECIMENTOS**

A todo o corpo docente do Instituto Federal de Santa Catarina, e em especial ao professor Edson Sorato, pelo apoio e orientação na execução do presente trabalho.

Agradeço também aos meus pais Agenor e Maria, pelo apoio no início dessa caminhada, e agradeço a minha companheira Francieli por estar junto comigo na finalização deste trabalho.

## RESUMO

Este trabalho visa analisar os componentes envolvidos na tecnologia RFID e suas possibilidades de configuração, a fim de verificar a dinâmica da coleta de dados de etiquetas dentro de seu funcionamento. Os dados gerados pelas leituras RFID permitem automatização de processos variados, que trazem maior segurança e controle para as empresas que utilizam a tecnologia. Além disso, os *hardwares* atuais que compõe os sistemas de RFID possibilitam uma série de aplicações que vão além do simples controle de estoque, com destaque para os leitores RFID, que permitem variadas configurações com alta taxa de leitura. Com base no estudo proposto, apresenta-se a criação de um cenário de teste, onde seja possível efetuar a análise de resposta de etiquetas em movimento que passam por um portal RFID. A partir deste cenário, com a coleta de dados de resposta de etiquetas no tempo, tem-se a análise da possibilidade de verificar o sentido de movimento dos itens que atravessaram o portal proposto.

**Palavras-chave:** RFID. Dados. Sentido de movimento. Controle de estoque.

## **ABSTRACT**

This work aims to analyze the components involved in RFID technology and its configuration possibilities, in order to verify the dynamics of tag data collection within its operation. The data generated by RFID readings allow the automation of various processes, which bring greater security and control to companies that use the technology. In addition, the current hardware that composes RFID systems enable a series of applications that go beyond simple inventory control, with emphasis on RFID readers, which allow configurations with a high reading rate. Based on the proposed study, it is proposed to create a test scenario, where it is possible to control the response analysis of moving tags that pass through an RFID portal. From this scenario, with the collection of tag response data over time, there is an analysis of the possibility of verifying the movement direction of the items that cross the proposed portal.

**Keywords:** RFID. Data. Movement Direction. Inventory control.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Componentes de um Sistema RFID.....                                                                                            | 20 |
| Figura 2 - Componentes de uma Etiqueta RFID .....                                                                                         | 21 |
| Figura 3 - Propagação de uma onda Eletromagnética .....                                                                                   | 22 |
| Figura 4 - Exemplo de padrão de irradiação de uma antena .....                                                                            | 23 |
| Figura 5 - Antena modelo <i>Patch</i> .....                                                                                               | 24 |
| Figura 6 - Exemplo de diagramas de irradiação para antenas do modelo <i>Patch</i> .....                                                   | 25 |
| Figura 7 - Potfolio de leitores de RFID fixos do fabricante IMPINJ.....                                                                   | 26 |
| Figura 8 - Tela de aplicação de configurações de <i>Session</i> , <i>Search Mode</i> , e <i>RF Mode</i> no software <i>ItemTest</i> ..... | 28 |
| Figura 9 - Variação do comportamento de etiquetas de acordo com os parâmetros sessão e modo de busca.....                                 | 30 |
| Figura 10 - Infraestrutura proposta.....                                                                                                  | 34 |
| Figura 11 - Diagrama de teste de aquisição de dados .....                                                                                 | 37 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Dados ordenados no tempo de uma etiqueta movimentando-se da Antena 1 para a Antena 2..... | 38 |
| Tabela 2 - Dados ordenados no tempo de uma etiqueta com mais de uma transição entre antenas .....    | 40 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

dB – Decibel

dBm – Decibel por miliwatt

EPC – *Electronic Product Code*

FCC – *Federal Communications Commission*

GHz – Gigahertz

IFF – *Identify Friend or Foe*

kHz – Kilohertz

MHz – Megahertz

RFID – *Radio Frequency Identification*

UHF – *Ultra High Frequency*

## SUMÁRIO

|            |                                                               |           |
|------------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                       | <b>12</b> |
| <b>1.1</b> | <b>Definição do Problema .....</b>                            | <b>13</b> |
| <b>1.2</b> | <b>Justificativa .....</b>                                    | <b>15</b> |
| 1.2.1      | Objetivo Geral .....                                          | 15        |
| 1.2.2      | Objetivos Específicos .....                                   | 16        |
| <b>1.3</b> | <b>Estrutura do trabalho.....</b>                             | <b>17</b> |
| <b>2</b>   | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>                             | <b>18</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Potência e faixas de frequência em sistemas RFID .....</b> | <b>18</b> |
| 2.1.1      | Escala Decibel .....                                          | 18        |
| 2.1.2      | Faixas de Frequência de operação de sistema RFID .....        | 19        |
| <b>2.2</b> | <b>Componentes de um sistema RFID .....</b>                   | <b>19</b> |
| 2.2.1      | Tags - Etiquetas .....                                        | 20        |
| 2.2.2      | Antenas.....                                                  | 21        |
| 2.2.2.1    | <i>Polarização em antenas RFID .....</i>                      | <i>21</i> |
| 2.2.2.2    | <i>Área de leitura em antenas RFID.....</i>                   | <i>23</i> |
| 2.2.3      | Leitores RFID .....                                           | 25        |
| 2.2.3.1    | <i>Fabricante - IMPINJ .....</i>                              | <i>26</i> |
| 2.2.3.2    | <i>Session – Sessão .....</i>                                 | <i>28</i> |
| 2.2.3.3    | <i>Search Mode – Modo de busca .....</i>                      | <i>29</i> |
| 2.2.3.4    | <i>RF mode – Modo de leitura.....</i>                         | <i>31</i> |
| <b>2.3</b> | <b>Dados de resposta de etiquetas RFID.....</b>               | <b>32</b> |
| 2.3.1      | RSSI.....                                                     | 32        |
| <b>3</b>   | <b>CENÁRIO PROPOSTO .....</b>                                 | <b>33</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Infraestrutura proposta.....</b>                           | <b>33</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Parâmetros de configuração escolhidos .....</b>            | <b>35</b> |
| <b>4</b>   | <b>TESTES E RESULTADOS .....</b>                              | <b>37</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Movimentação com 10 Etiquetas.....</b>                     | <b>38</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Movimentação com 40 Etiquetas.....</b>                     | <b>39</b> |
| <b>4.3</b> | <b>Discussão dos resultados.....</b>                          | <b>41</b> |
| <b>5</b>   | <b>CONCLUSÃO .....</b>                                        | <b>42</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Sugestão para trabalhos futuros .....</b>                  | <b>43</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                       | <b>44</b> |
|            | <b>APÊNDICES .....</b>                                        | <b>47</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O contexto de surgimento do conceito de sistemas RFID – *Radio Frequency Identification* (Identificação por Radiofrequência) se deu durante a segunda guerra mundial, como uma forma de identificação de aviões através de ondas de rádio. Na ocasião, para diferenciar aviões aliados de inimigos nos sistemas de radar, os britânicos utilizavam um sistema chamado IFF (*identify friend or foe*). Esse sistema consistia em um transmissor acoplado às aeronaves, que ao receber o sinal das estações de radar, emitia um outro sinal de resposta, dessa forma, possibilitando a identificação do mesmo como um aliado. (MONTEIRO *et al.*, 2010)

Desde então, os sistemas RFID passaram por vários desenvolvimentos e aprimoramentos, que expandiram seu uso, possuindo hoje uma gama de aplicações, padronizações e características que permitem seu uso em variados cenários. (MONTEIRO *et al.*, 2010)

No Brasil, um exemplo de caso de sucesso da aplicação da tecnologia RFID na logística para controle de estoque e reposição, são as lojas Renner, vencedora do *RFID Journal Awards 2023*, principal premiação internacional da área. Atualmente, os produtos de mais de 400 pontos de venda da empresa possuem etiquetas com a tecnologia, em um processo que gera mais de 4 milhões de leituras diárias. E empresa divulgou alguns resultados, como a diminuição de 87% da ruptura<sup>1</sup> e aumento em 64% da acuracidade<sup>2</sup> de estoques. (MUNDO LOGISTICA, 2023)

Para alcançar resultados como o das lojas Renner, pode-se lançar mão das mais variadas formas de aplicação da tecnologia RFID, sendo uma dessas a forma de portal. Por exemplo, Menezes *et al.* (2020) em seu trabalho, avalia o uso de um portal RFID para controle de entrada de itens semiacabados em um cofre, que serve como estoque de itens de alto custo, como forma de otimização do processo de inventário.

---

<sup>1</sup> Ruptura significa a falta de um produto previsto na área de vendas

<sup>2</sup> Acuracidade diz respeito a relação entre a quantidade de estoque real e a quantidade presente nos sistemas de controle de estoque.

A aplicação do conceito de portal pode agregar valor também em outros processos. Kelm *et al.* (2013) propõe o uso de um portal RFID para verificar se funcionários estão fazendo o uso de equipamentos de proteção individual ao entrar em áreas de construção civil, pela adição de etiquetas RFID nos itens, como capacetes e luvas. De forma semelhante, Freitas (2020) propõe o uso de um sistema RFID no formato de portal para identificar itens que sejam retirados de um almoxarifado, como forma aumentar a segurança patrimonial dentro de seu estudo.

Contudo, mesmo em diferentes contextos, uma característica que não é abordada nos trabalhos citados é a seguinte: Em qual direção as etiquetas RFID passaram pelo portal proposto? Entrada ou saída? Esta é uma informação que pode agregar valor neste tipo de solução. Por exemplo, no contexto abordado por Freitas (2020), seria possível caracterizar a leitura de uma etiqueta RFID entre uma movimentação de saída ou retorno de um patrimônio ao almoxarifado, mesmo sem se ter conhecimento do estado anterior do item, ou necessidade de indicação do tipo de movimentação.

## **1.1 Definição do Problema**

A tecnologia RFID já é consolidada para aplicações no varejo e de controle de acesso, por exemplo. Contudo, os componentes de um sistema RFID possibilitam uma variedade maior de aplicações, como por exemplo o rastreamento de objetos para evitar furtos. (LOUREIRO *et al.*, 2015)

Dentre as formas de organizar um sistema RFID para coletar informações de etiquetas, está a constituição de um portal baseado nesta tecnologia. De forma geral, neste tipo de aplicação, a etiqueta precisa passar pela parte interna do mesmo para que seja identificada, sendo esse tipo utilizado para liberação de cancelas e identificação de passagem de veículos e contêineres por exemplo. (SANTINI, 2008)

Contudo, a evolução dos hardwares de sistemas RFID permitem uma aquisição de dados mais rápida, e montagem de sistemas com melhor performance. Atualmente, é possível encontrar leitores com capacidade para até 1100 leituras por segundo, que possuem entradas para até 4 antenas, e processadores com velocidade de 1 GHz. (IMPINJ, 2023a)

Em seu trabalho, Keller *et al.* (2012) aborda o conceito de portal de transição, onde propõe um conjunto de antenas e leitores que fazem a aquisição de dados em dois momentos durante a carga de um caminhão em um centro de distribuição. Essa aquisição é feita através da leitura de etiquetas RFID de itens presentes em um pallet ao se aproximar da área de embarque, e posteriormente ao entrar no caminhão. Embora seja um exemplo de uso de sistema RFID em forma de portal que aborda uma análise espacial de movimentação de etiquetas RFID, a aplicação proposta visa identificar leituras que possam representar um falso positivo.

De forma geral, as bibliografias até o momento citadas e pesquisadas para execução do presente trabalho, não abordam o uso de um sistema RFID no formato de um portal que tenha o intuito de identificar também o sentido de movimento das etiquetas lidas. A maioria das discussões a respeito giram em torno de análise de performance, integração com outras ferramentas, ou aplicações que explorem o uso da tecnologia RFID em contextos em que a simples identificação dos itens satisfaz o escopo dos estudos.

Embora estes trabalhos não sejam facilmente encontrados, não é possível afirmar que explorar o sentido de movimento de etiquetas seja algo inédito. Contudo, essa dificuldade de encontrar material que aborde esse estudo, agrega valor da proposição, visto que não é uma aplicação trivial da tecnologia.

Considerando o escopo de portal, e o estudo das possibilidades atuais de configuração de sistemas RFID, quais seriam os parâmetros envolvidos para criação de um portal RFID que em seu funcionamento, coletasse dados que permitam definir o sentido de movimento de etiquetas identificadas?

Estes parâmetros, e dados colhidos, já foram verificados em outros contextos, dentro de atividade profissional exercida pelo autor do presente trabalho ao longo dos últimos 3 anos. Essas atividades envolvem aplicações de sistemas de RFID para rastreabilidade de itens de alto custo dentro de instituições hospitalares, e tais atividades proveram informações iniciais para nortear as proposições que serão apresentadas no decorrer deste trabalho.

## 1.2 Justificativa

A aplicação da tecnologia RFID tende a trazer uma série de vantagens para os processos em que são aplicadas, se comparadas com as tecnologias mais antigas aplicadas a controles de itens, como o código de barras. Dentre eles, pode-se citar a maior confiabilidade, pela redução ou eliminação de erros humanos, facilidade de leitura, pela não necessidade de campo visual, e a consequente otimização de processos. (LOUREIRO *et al.*, 2015)

Contudo, sistemas RFID envolvem uma série de informações em seu funcionamento, que podem ir além da identificação itens. Considerando essas possibilidades, o presente trabalho visa agregar mais inteligência às informações coletadas, elucidando quanto a possibilidade de inferir o sentido de movimento de etiquetas em portais RFID.

Conforme citado na definição do problema, encontram-se trabalhos que exploram o conceito de portal RFID, porém para satisfazer outras aplicações e conceitos, não explorando a questão do sentido de movimento de etiquetas ao passarem por estes portais. Mesmo sem essa análise, a simples identificação de itens já possibilita melhoria de vários processos, porém agregar também a definição de sentido de movimento traz mais possibilidades, como automatizar entradas e saídas de estoque, mesmo sem nenhuma informação quanto ao estado anterior de um item.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Elucidar quanto aos componentes e parâmetros envolvidos em um sistema *RFID*, tanto de *Hardware* quanto de *Software*, com o intuito de possibilitar a concepção de um portal RFID, em suas características físicas e operacionais, que permitam a aquisição de informações relevantes para definição de sentido de movimento.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Para que seja cumprido o objetivo geral, são necessárias definições quanto aos hardwares necessários, parâmetros de configuração envolvidos nos sistemas de RFID, e dados coletados através das leituras de etiquetas, a fim de compor a infraestrutura necessária para obtenção de dados de identificação de sentido de movimento. Desta forma, os objetivos específicos do presente projeto são definidos a seguir:

- a) Caracterização dos componentes típicos de um sistema RFID para uma aplicação no formato de um portal;
- b) Estudo dos parâmetros de configuração de sistemas RFID, tanto de *hardware*, quando de *software*, que possibilitem a aquisição de dados de etiquetas em movimento;
- c) Levantamento dos parâmetros de resposta relevantes de etiquetas em leituras RFID, que sirvam para analisar o comportamento de leitura de etiquetas em movimento;
- d) Teste e análise de dados colhidos para avaliação da eficácia do sistema proposto no tocante a definição de sentido de movimento;

### **1.3 Estrutura do trabalho**

O trabalho está organizado em 3 capítulos. No capítulo 2, será apresentada a fundamentação teórica, a fim de promover melhor entendimento das análises seguintes. O capítulo 3 apresentará a argumentação quanto ao cenário proposto para testes, e por fim, o capítulo 4 apresenta as análises e resultados encontrados no decorrer do trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, serão apresentados alguns conceitos e caracterizações necessárias para pautar a coleta de dados e análises que serão apresentadas posteriormente no trabalho.

### 2.1 Potência e faixas de frequência em sistemas RFID

Em sistemas e *hardwares* da tecnologia RFID, duas características muito presentes ao analisar *datasheets* e manuais de equipamentos, são especificações relacionadas a potência, apresentadas na escala de decibéis, e relacionadas a faixas de frequência de operação, que definem características de funcionamento e aplicações. Devido a sua importância no contexto da tecnologia RFID, esses dois assuntos serão apresentados a seguir.

#### 2.1.1 Escala Decibel

Na análise de sistemas de RFID é comum encontrar informações relativas à potência expressas em decibéis (dB) e suas variações. Em linhas gerais, a escala de decibéis foi criada a partir da necessidade de analisar a diferença entre dois sinais de potência elétrica, expressos inicialmente em Watts, a fim de verificar o ganho ou atenuação presente nessa relação de sinais. (PINHEIRO, 2017)

Existem variações da escala decibel, onde tem-se interesse em expressar o sinal analisado em relação a um sinal de referência. Neste caso, surgem outras unidades, como o dBm, ou decibel por miliwatt, onde o sinal de referência tem o valor de 1 miliwatt (0,001 Watt), sendo esta unidade típica em aplicações de comunicação sem fio. (PINHEIRO, 2017)

### 2.1.2 Faixas de Frequência de operação de sistema RFID

Sistemas de RFID de maneira geral, podem ter seu funcionamento dividido em 3 faixas de frequência principais: (MONTEIRO *et al.*, 2010)

- a) Baixa Frequência: Utiliza frequência entre 124 kHz e 135 kHz, conseguem atravessar paredes não metálicas, porém possuem alcance limitado a 30cm.
- b) Alta Frequência: Usam frequências em torno de 13,56 MHz, os sinais apresentam maior susceptibilidade à reflexão, e o alcance máximo é de cerca de 1 metro.
- c) Ultra Alta Frequência (UHF): Usualmente utiliza frequências de 860 MHz a 960 MHz, seu funcionamento é mais prejudicado na presença de metais e líquidos, porém é possível obter alcances superiores a 3 metros.

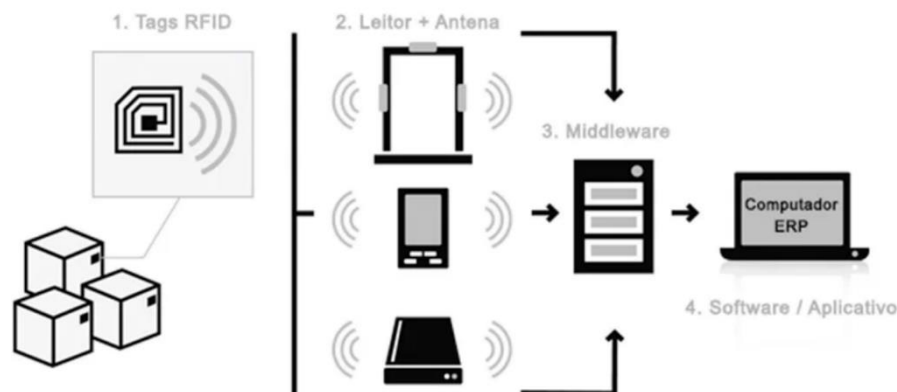
## 2.2 Componentes de um sistema RFID

Sistemas RFID podem conter variadas configurações e arquiteturas de acordo com a aplicação, porém sempre precisarão de 4 componentes básicos para um funcionamento completo: (ODA, 2015)

- a) *Tags* RFID.
- b) Conjunto de Leitor e Antenas.
- c) *Middleware*.
- d) *Software*/Aplicativo.

Nas próximas seções será dado um maior detalhamento das Tags, antenas e leitores RFID. Quanto ao Middleware, ele pode ser definido como o *software* para tratamento dos dados recebidos do leitor RFID. A Figura 1 apresenta um esquemático sobre os componentes em sua comunicação.

**Figura 1 - Componentes de um Sistema RFID**



Fonte: ODA (2015).

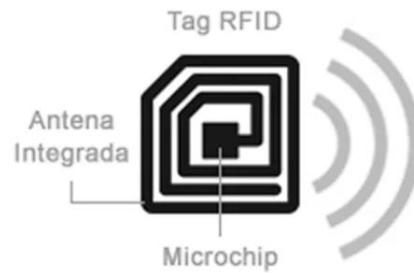
### 2.2.1 Tags - Etiquetas

As *Tags* Rfid, também chamadas simplesmente de etiquetas ou *Transponders*, são os componentes que carregam as informações de identificação de itens rastreados pelos sistemas RFID. De acordo com sua aplicação, podem ser feitas de diferentes materiais, tamanhos e formatos, visando uma melhor fixação e funcionamento nos itens a que se destinam. (NARCISO, 2008)

Etiquetas RFID podem ser ativas ou passivas. Etiquetas ativas possuem uma bateria interna, o que permite emissão de sinal de forma independente, além de aumentar seu alcance. Etiquetas passivas somente respondem ao sinal emitido pela antena de leitores, uma vez que não possuem alimentação própria, e usam energia emitida pela antena dos leitores como forma de energizar seu circuito e emitir o sinal modulado de resposta que carrega sua informação interna. (MONTEIRO *et al.*, 2010)

O sistema de funcionamento de etiquetas passivas é composto basicamente por uma antena acoplada a um *chip*, onde é gravada a informação de identificação. Esse conjunto é encapsulado no material que melhor se adeque a aplicação, levando em consideração, por exemplo, a temperatura, umidade e superfície de fixação a qual se destina. A Figura 2 apresenta os itens que compõe etiqueta passiva (ODA, 2015)

**Figura 2 - Componentes de uma Etiqueta RFID**



Fonte: ODA (2015)

### 2.2.2 Antenas

Em sistemas RFID, antenas são os componentes responsáveis por converter a energia enviada pelos leitores em ondas eletromagnéticas responsáveis por propagar o sinal que energizará as etiquetas e captar seu sinal de resposta, no caso de etiquetas passivas. Existe uma grande variedade de aspectos que influenciam a escolha de uma antena de acordo com sua aplicação, como: (ATLASRFIDSTORE, 2023)

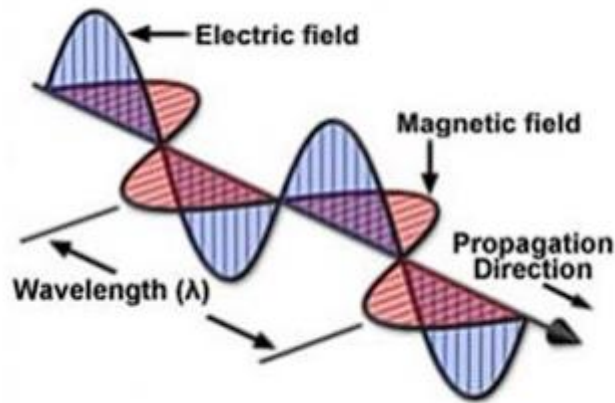
- a) Tamanho.
- b) Faixa de Frequência.
- c) Local de Instalação.
- d) Polarização.
- e) Ganho.
- f) Largura de feixe.

#### 2.2.2.1 Polarização em antenas RFID

De maneira geral, a polarização de uma onda eletromagnética é definida pela orientação do campo elétrico à medida que este se propaga em um meio material. Na Figura 3, é apresentada um exemplo de onda dita polarizada linearmente, onde o campo elétrico (*Electric Field*), oscila somente no sentido vertical em relação a direção de propagação (*Propagation Direction*), sendo um caso de polarização linear, na direção vertical, ou simplesmente polarização vertical. Embora seja definida através

do campo elétrico, sabe-se que propagação do campo magnético (*Magnetic field*) acontece em conjunto com o campo elétrico. (KITANO, 2017)

**Figura 3 - Propagação de uma onda Eletromagnética**



Fonte: Kitano (2017)

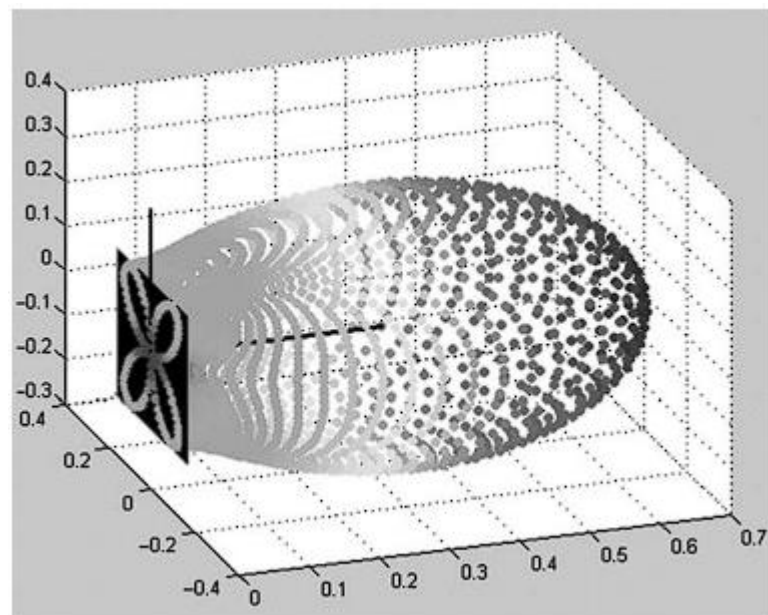
Antenas voltadas para aplicação RFID podem ter dois tipos de polarização: Linear ou Circular. Na polarização linear, conforme exposto acima, as ondas oscilam em uma única direção, no plano horizontal ou vertical, enquanto na polarização circular, as ondas emitidas apresentam uma variação em ambos os planos, resultando em uma onda eletromagnética circular. (ATLASRFIDSTORE, 2023, tradução nossa)

Quanto à aplicação em sistemas RFID, antenas de polarização linear tendem a possuir um maior alcance de leitura, se comparadas com antenas de polarização circular, porém necessitam que a orientação das etiquetas seja conhecida, estando no mesmo plano em relação às antenas. No caso de antenas de polarização circular, visto a oscilação em ambos os planos a cada comprimento de onda, não existe necessidade de que a orientação das etiquetas seja conhecida. Contudo, essa maior flexibilidade faz com que o alcance dessas antenas seja menor, visto que a onda emitida tem a necessidade de dividir sua potência em dois planos. (ARMSTRONG, 2013)

### 2.2.2.2 Área de leitura em antenas RFID

Alguns fatores tendem a influenciar a área de leitura criada por antenas RFID, um deles, é o padrão de como é transmitida a potência irradiada por uma antena. Essa transmissão é feita de forma tridimensional em uma determinada área. A Figura 4 traz um exemplo de um padrão de irradiação em uma antena. (AHSON, ILYAS, 2008, p. 6)

**Figura 4 - Exemplo de padrão de irradiação de uma antena**



Fonte: AHSON; ILYAS(2008, p. 6)

Ao representar este padrão no espaço, a partir de coordenadas espaciais, tem-se o chamado diagrama de radiação. Esses diagramas podem ser tridimensionais ou bidimensionais, e visam facilitar a identificação da concentração da potência irradiada por uma antena em uma determinada direção. Diagramas bidimensionais, usualmente são apresentados em cortes em um plano horizontal, chamado plano H, ou azimutal, e um plano vertical, também chamado de plano E, ou de elevação. (TEIXEIRA, 2017)

Um dos modelos de antena que gera um padrão de radiação semelhante ao mostrado na Figura 4, é o modelo *Patch*. Este modelo consiste basicamente em

uma placa condutiva retangular ou circular, e são do tipo direcional, ou seja, projetadas para irradiar sua energia em uma direção principal. A Figura 5 mostra uma antena do tipo *Patch*, formato comum para as antenas de RFID de UHF. (CISCO, 2007)

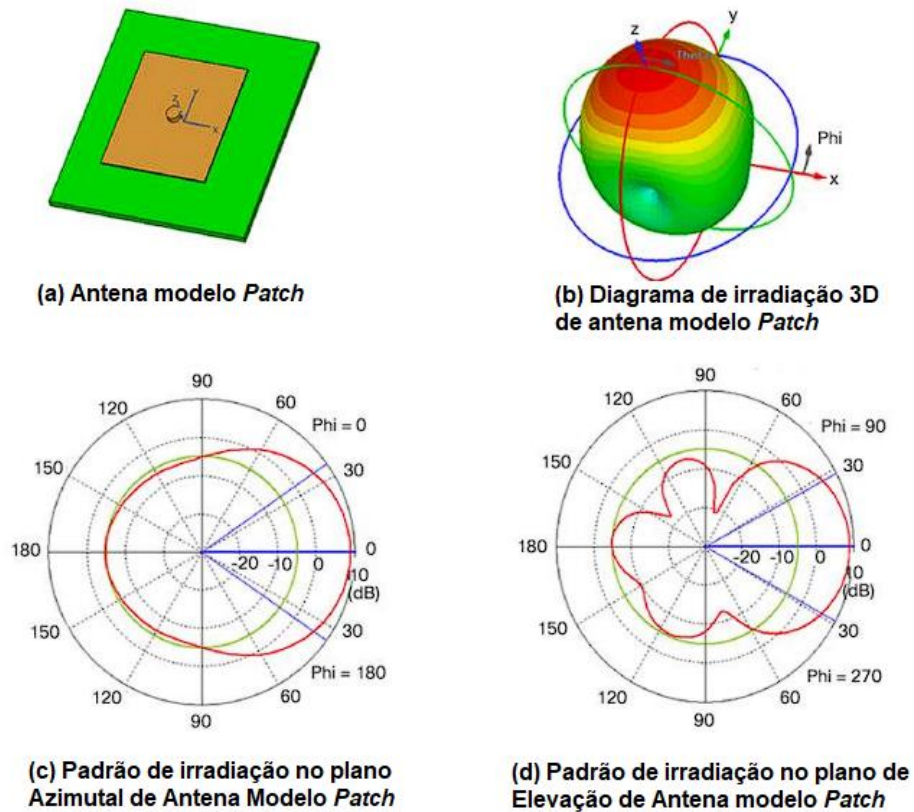
**Figura 5 - Antena modelo *Patch***



Fonte: Adaptado de Cisco (2007, p. 1)

Considerando o modelo de antena *Patch*, A Figura 6 apresenta um exemplo do seu diagrama de radiação, tanto nos formatos tridimensional, quando bidimensional.

**Figura 6 - Exemplo de diagramas de irradiação para antenas do modelo *Patch***



Fonte: Adaptado de Cisco (2007, p. 10)

### 2.2.3 Leitores RFID

Dentro de sistemas RFID, leitores são responsáveis por emitir e receber os sinais através das antenas neles acopladas. Além da leitura, e dependendo das características dos sistemas, leitores RFID também são capazes de realizar a escrita de dados em etiquetas. Outra importante função de leitores RFID é o controle do fluxo de envio de informações de etiquetas ligadas para o *middleware* do sistema. Estes leitores podem ser fixos, normalmente instalados em paredes ou docas de recebimento, por exemplo, ou móveis, quando necessário o uso em diferentes locais (CASTRO *et al.*, 2007)

2.2.3.1 Fabricante - IMPINJ

Um exemplo de fabricante de leitores RFID é a norte americana *IMPINJ*, que conta atualmente com suporte em mais de 80 países através de seus parceiros, tendo implantados mais de 4 milhões de leitores mundialmente. (IMPINJ, 2023b)

Segundo Roberti (2022), a IMPINJ figura entre os principais fabricantes tanto para leitores RFID de UHF, quanto para chips de etiquetas UHF.

Um dos modelos de leitores fixos da fabricante se trata do leitor R700, que se baseia na nos leitores da família *Speedway*. Na Figura 7 é apresentado um comparativo com algumas características destes modelos. (IMPINJ, 2023a)

Figura 7 - Potfolio de leitores de RFID fixos do fabricante IMPINJ

Impinj Fixed Reader Portfolio





R700

R420

R220

|                |                                               |                                                         |                                                                                                  |                   |
|----------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| SPECIFICATIONS | Air interface protocol                        | RAIN RFID / ISO 18000-63 and EPCglobal Gen2v2 compliant |                                                                                                  |                   |
|                | Antenna ports                                 | 4                                                       | 4                                                                                                | 2                 |
|                | Read zones (max)                              | 32                                                      | 32                                                                                               | 16                |
|                | Read rate (max per-second)                    | 1,100                                                   | 1,100                                                                                            | 200               |
|                | Transmit power (max, dBm)                     | 33                                                      | 32.5                                                                                             | 32.5              |
|                | Receive sensitivity (dBm)                     | -92                                                     | -84                                                                                              | -84               |
|                | Processor speed (GHz)                         | 1 (Dual-core)                                           | 0.4 (Single core)                                                                                | 0.4 (Single core) |
|                | Random-access memory (MB)                     | 1024                                                    | 256                                                                                              | 256               |
|                | Custom-application partition (CAP) size (MB)  | 128                                                     | 32                                                                                               | 32                |
| FEATURES       | Impinj IoT device interface                   | ✓                                                       |                                                                                                  |                   |
|                | Support for USB peripherals (slots)           | 3                                                       | 1                                                                                                | 1                 |
|                | General-purpose input/output (GPIO) connector | Integrated                                              | Accessory                                                                                        | Accessory         |
|                | Gigabit Ethernet network connectivity         | ✓                                                       |                                                                                                  |                   |
|                | Power Sources                                 | 802.3af PoE/<br>802.3at PoE+                            | All regions: AC-DC adapter<br>All regions except EU2: IEEE 802.3af PoE<br>EU2: IEEE 802.3at PoE+ |                   |

IMPINJ © 2021, Impinj, Inc. [www.impinj.com](http://www.impinj.com)

Impinj product performance is based on Impinj's modeling and test data, actual results may vary.

Fonte: IMPINJ (2023a)

Conforme apresentado na Figura 7, o leitor R700 possui suporte para até 4 antenas (*Antenna Ports*), de forma que sua aplicação permite fazer uso de mais de uma antena simultaneamente, possibilitando a execução de leituras em mais de uma área. Além disso, possui uma taxa de leitura (*Read rate*) de até 1100 leituras por segundo, e sensibilidade de recepção de -92 dBm, dessa forma indicando a

capacidade de obter o sinal de resposta de etiquetas RFID mesmo de intensidade muito baixa.

Existem uma série de configurações que tendem a definir a forma como os leitores RFID buscam informações e interagem com as etiquetas durante um processo de inventário. Essas configurações podem ser aplicadas através de softwares de teste próprios, como o caso da ferramenta *ItemTest*, do próprio fabricante IMPINJ, ou definidas em aplicações customizadas que usem as bibliotecas de desenvolvimento disponíveis. (LENEHAN, 2023)

Dentre esses parâmetros, pode-se destacar 3 que influenciam diretamente no comportamento das leituras de etiquetas:

- a) *Session* (Sessão).
- b) *Search Mode* (Modo de Busca).
- c) *RF Mode* (Modo de Leitura).

A Figura 8 apresenta uma imagem do software *ItemTest*, destacando a área da ferramenta onde é possível aplicar as configurações acima citadas. Essas configurações são utilizadas em processos de inventário, que se trata de efetuar um processo de leitura a partir do leitor RFID que está conectado ao *software*. Dentro do *software*, essas leituras são contabilizadas e podem ser exportadas.

Além da definição de *Session*, *Search Mode*, e *RF mode*, é possível ainda definir quais antenas conectadas ao leitor serão utilizadas, que podem ser até 4, considerando o modelo de leitor R700. Essas configurações permitem, através da ferramenta, testar a performance de um sistema em determinada aplicação sem necessidade de nenhum desenvolvimento de ferramenta computacional específica.

**Figura 8 - Tela de aplicação de configurações de *Session*, *Search Mode*, e *RF Mode* no software *ItemTest***

| MANUAL SETTINGS           |                                        |
|---------------------------|----------------------------------------|
| Antennas:                 | 1, 2, 3, 4<br>ALL CLEAR                |
| RF Mode:                  | 1002 - Auto Set Dense Reader Deep Scan |
| Search Mode:              | Dual Target                            |
| Enable Fast ID:           | <input type="checkbox"/>               |
| Estimated Tag Population: | 32                                     |
| Session:                  | Session 2                              |

Fonte: Adaptado de IMPINJ (2022)

### 2.2.3.2 *Session* – Sessão

Uma importante padronização para a operação de sistemas de RFID de UHF, é o *EPC Gen2 air interface protocol* - Protocolo de interface aérea EPC geração 2, também chamado simplesmente de *EPC Gen2*. Neste padrão desenvolvido atualmente pela empresa GS1, são definidos os requisitos físicos e lógicos para operação de leitores e etiquetas RFID de UHF. (GS1, 2023a)

Dentro da padronização citada acima, um importante parâmetro para o funcionamento da comunicação de leitores e etiquetas é o de *session*, ou sessão. Esse parâmetro existe por duas razões principais: Determinar quando uma etiqueta responderá a requisição de um leitor, e permitir o funcionamento independente de etiquetas mesmo em ambientes com múltiplos leitores. Dentro deste contexto, cada etiqueta que segue o padrão *EPC Gen2*, deve funcionar em dois estados, A e B, chamados de *session inventory flags* - Bandeira de sessão de inventário. (LENEHAN, 2023)

De forma geral, quando o leitor executa a leitura de uma etiqueta no estado A, ele a move para o estado B, o tempo que essa etiqueta permanece no estado B até retornar para o estado A é chamado de *persistence* - persistência. Esses valores são controlados de forma aproximada pelos parâmetros de sessão e *search mode* – modo de busca, que será apresentado posteriormente, porém não podem ser configuradas,

uma vez que são características dos circuitos integrados que compõem os *chips* das etiquetas. Quanto ao parâmetro de sessão, existem 4 possibilidades, conhecidas como *session flags* – bandeiras de sessão: S0, S1, S2, S3. (LENEHAN, 2023)

- a) S0: A etiqueta responde a todas as solicitações feitas pelo leitor, porém possui tempo indefinido para retornar ao estado A.
- b) S1: A etiqueta responde a solicitação feita pelo leitor no estado A, passa para o estado B, e possui um tempo de persistência entre 0,5 e 5 segundos para retornar para o estado A.
- c) S2 e S3: A etiqueta responde a solicitação feita pelo leitor uma única vez, passa do estado A para o estado B, e precisa de um tempo igual ou maior a 2 segundos desenergizada para retornar ao estado B.

#### 2.2.3.3 Search Mode – Modo de busca

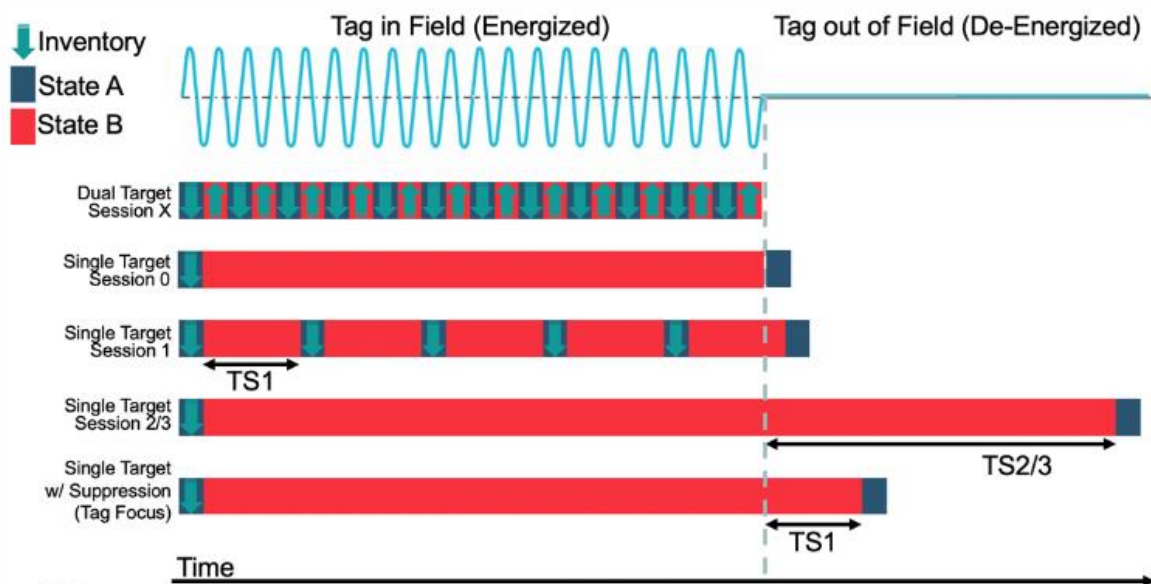
A configuração de *search mode* – modo de busca, trabalha em conjunto com a de sessão a fim de definir o tempo de persistência das etiquetas dentro de um processo de leitura. Essas configurações são responsáveis pela quantidade de leituras no intervalo de tempo em que as etiquetas estão no campo de leitura das antenas, e são cruciais de acordo com o tipo de aplicação do sistema RFID. Nos leitores da fabricante IMPINJ, existem cinco modos de busca disponíveis: (LENEHAN, 2023)

- a) Dual Target
- b) Single Target
- c) Sinte Target with Supression
- d) Dual Target Select
- e) Single Target Reset

Os três últimos acima citados possuem aplicações mais específicas, e em alguns casos são voltados para cenários que envolvem mais de um leitor no mesmo ambiente. Quanto aos métodos *dual target* - Alvo Dual e *single target* - Alvo único, eles basicamente variam de acordo com qual estado de etiquetas irão buscar: *Single target*, somente etiquetas no estado A, *Dual Target*, etiquetas em ambos os estados, A e B.

Na Figura 9, é apresentado um comportamento de como as configurações de sessão e modo de busca influenciam na resposta de etiquetas a requisições enquanto energizadas pelo campo eletromagnético das antenas. Em uma configuração *Dual Target*, o parâmetro de sessão não altera o comportamento, contudo, utilizando-se o *Single Target*, os tempos de persistência definem a dinâmica de quando as etiquetas estarão no estado A, e disponíveis para leitura. (LENEHAN, 2023)

**Figura 9 - Variação do comportamento de etiquetas de acordo com os parâmetros sessão e modo de busca**



Fonte: LENEHAN (2023)

Pela análise da Figura 9, quando operando no modo *single target*, os leitores possuem diferentes quantidade de leituras de uma mesma etiqueta em um intervalo de tempo, dependendo do parâmetro de sessão. Por exemplo, na configuração *single target* com *session 1*, a etiqueta é inventariada (*inventory*) ao retornar para o estado B (*State B*) a cada intervalo de tempo TS1, que é o tempo de persistência definido pelo circuito integrado da etiqueta em questão. Já se consideradas as configurações que envolvem *session 2* e *3*, o retorno para o estado B se dá somente após um intervalo de tempo TS2/3 após estar fora do campo de leitura da antena (*Tag out of Field*).

#### 2.2.3.4 RF mode – Modo de leitura

Os *RF modes*, também chamados de *Reader Modes* (Modos de leitura), definem a transmissão de dados entre os leitores e antenas, e as etiquetas. Diferentes modos de leitura permitem variações na relação entre taxa de leitura e resistência à interferência. segundo Skinner (2022), isso é feito através da alteração do esquema de modulação:

Quanto mais modulações usadas para codificar cada bit, mais resistente a transmissão de dados é à interferência de outros leitores ou dispositivos na área que compartilham a mesma frequência [...]

[...] geralmente requer mais tempo de transmissão, mas produz um sinal mais robusto. (SKINNER, 2022, tradução nossa)

Em linhas gerais, os leitores RFID possuem, entre seus modos de leitura padrão, as possibilidades apresentadas no Quadro 1, cada um apresentando uma melhor sensibilidade para leitura, ou robustez a interferência.

**Quadro 1- Modos de Leitura em Leitores RFID**

| <b>Modo de Leitura</b>  | <b>Características</b>                                                                         |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Max Throughput</i>   | Maior velocidade de transmissão de dados possível, porém altamente suscetível a interferência  |
| <i>Hybrid Mode</i>      | Velocidade de leitura relativamente rápida em ambientes de baixa interferência                 |
| <i>Dense Reader M=4</i> | Velocidade de leitura intermediária, utilização em ambientes com interferência moderada        |
| <i>Dense Reader M=8</i> | Baixa velocidade de leitura, para utilização em ambientes com grande presença de interferência |
| <i>Max Miller</i>       | Equilíbrio entre velocidade de leitura e resistência a interferências                          |

Fonte: Adaptado de IMPINJ (2022, p. 15-16)

## 2.3 Dados de resposta de etiquetas RFID

Ao serem lidas, de maneira geral as etiquetas retornam seu identificador, que dentro dos padrões da GS1, é denominado *EPC - Electronic Product Code*, (código eletrônico de produto). Esse identificador carrega as informações relativas ao item em que está anexado, e dentro da cadeia de suprimentos e aplicações industriais correlatas compreendidas, são utilizadas majoritariamente etiquetas passivas UHF. (GS1, 2023b, tradução nossa)

Contudo, o processo de leitura de etiquetas, retorna outros importantes aspectos que podem servir para inferir mais informações sobre a movimentação das etiquetas. Dentro do software *ItemTest*, por exemplo, cada leitura única feita de uma etiqueta, traz além das informações do EPC gravado no *chip*, outras importantes características, como *RSSI*, *Time Stamp* (Marcação de tempo do momento da leitura) e a Antena responsável pela leitura, dentre outras. Essas informações são passíveis de exportação em formato *xlsx*. (IMPINJ, 2022)

### 2.3.1 RSSI

Dentro do contexto de sistemas RFID, o acrônimo *RSSI - Received Signal Intensity Indicator* (Indicador de Intensidade de sinal recebido), se refere a potência recebida pelo leitor, a partir de uma etiqueta inventariada. Para leitores dentro dos padrões de regulamentação do *FCC - Federal Communications Commission* (Agência reguladora norte americana do setor de telecomunicações), é permitido emitir 1 Watt de potência, ou 30 dBm, enquanto normalmente, a potência de resposta de uma etiqueta variará entre -30 e -85 dBm, apenas uma pequena fração da potência emitida pelo leitor.

Em linhas gerais o RSSI pode ser entendido como um parâmetro de performance de resposta de uma etiqueta a uma determinada zona de leitura de uma antena. Essa associação vai de encontro à distância da etiqueta em relação a antena, porém existem fatores que podem exercer influência nesta associação, como a colisão de sinais, por exemplo. (HILYER, 2018)

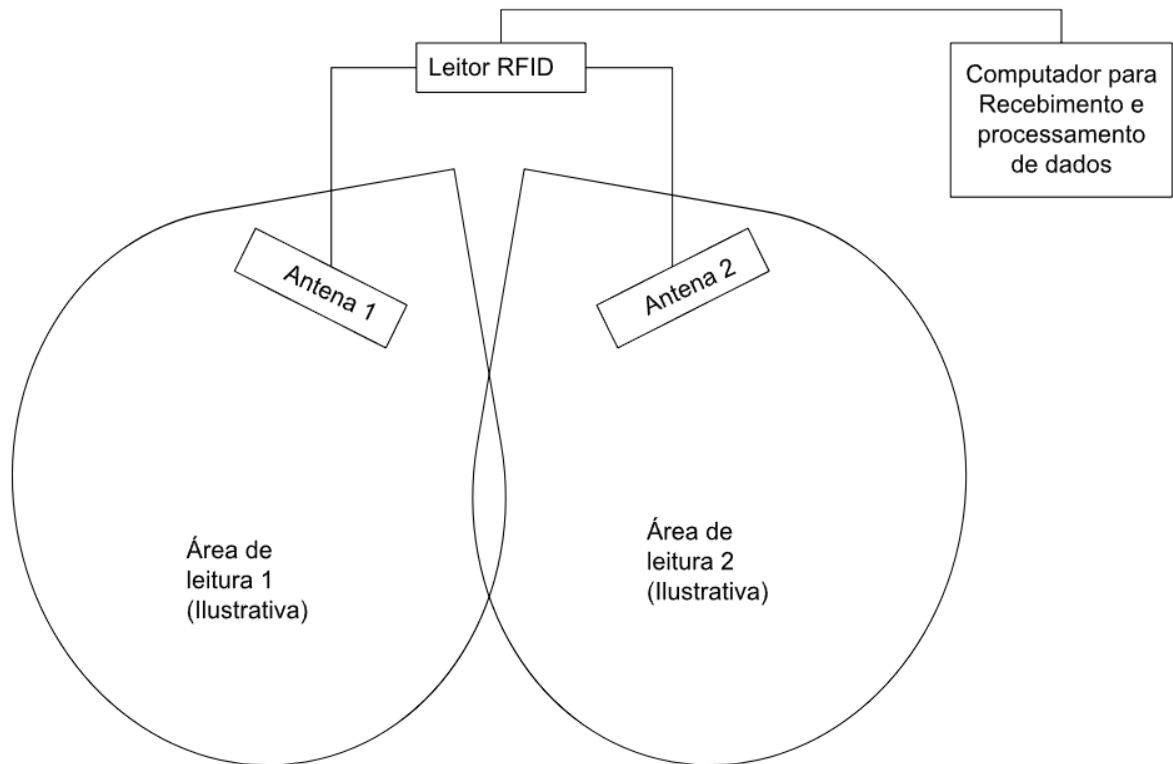
### 3 CENÁRIO PROPOSTO

Neste capítulo, será descrito como foi montado e configurado o sistema para o teste de aquisição de dados de resposta de etiquetas em movimento. O escopo principal, se trata de criar uma configuração onde é possível receber dados que corroborem para o objetivo de detectar o sentido movimento de etiquetas.

#### 3.1 Infraestrutura proposta

Para coletar informações quanto à leitura de etiquetas que possam fornecer insumos para identificação de sentido de movimento, os componentes propostos para a infraestrutura de *hardware* são apresentados na Figura 10. Através do posicionamento de duas antenas levemente inclinadas, na altura de uma porta, é levantada a hipótese de criação duas zonas de leitura, onde a partir da emissão de sinal de cada antena, o sistema apresentará melhor performance de leitura através da Antena 1 ou Antena 2, considerando etiquetas sendo transportadas no sentido 1 para 2 ou 2 para 1, que por sua vez podem indicar a parte interna e externa de uma sala, por exemplo.

**Figura 10 - Infraestrutura proposta**



Fonte: Elaboração própria

Considerando aplicações práticas para essa proposição, como automatização da entrada e saída de itens de estoque, e projetos em larga escala como o caso do case das lojas Renner, citado na introdução deste trabalho, é interessante levar em consideração o uso de componentes comuns e fácil acesso. Além disso, a altura de posicionamento das antenas, já gera um distanciamento em relação as etiquetas, que torna necessário o uso de componentes de UHF, que geram sistemas que possuem um maior alcance de leitura.

Além das características físicas, outro ponto é a padronização de controle e comunicação entre os componentes do sistema, para tanto facilitar a execução dos testes, quanto trabalhar com os parâmetros de configuração conhecidos e expostos na fundamentação teórica do presente trabalho.

Desta forma, para a montagem da configuração acima, foram utilizados leitor do fabricante IMPINJ, conectado a duas antenas direcionais de polarização circular do tipo *patch*. O leitor RFID do sistema foi conectado a um computador, que fazendo o uso do *software ItemTest*, permite a aquisição dos dados de leitura que

serão apresentados no capítulo seguinte. Todo o sistema operando em UHF, seguindo a padronização *EPC Gen2*, o que permite a aplicação das configurações estudadas, e distâncias de leitura aplicáveis. Além disso, com o uso da polarização circular, não há a necessidade de que as etiquetas estejam no mesmo plano em relação as antenas, se tratando de uma variável de controle a menos.

### 3.2 Parâmetros de configuração escolhidos

Um dos pontos passíveis de definição, foi a inclinação das antenas em relação ao solo. A ideia foi criar duas zonas de leitura distintas para cada antena. Nas informações disponibilizadas pelo fabricante, não está disponível o diagrama de radiação, porém se trata de uma antena do tipo *Patch*. Considerando as informações vistas na seção 2.2.2.2, para cada antena foi adotada uma inclinação de 30° em relação ao chão em sentidos opostos, o que em teoria projeta o campo eletromagnético de cada antena em áreas distintas.

Quanto às configurações de leitura adotadas no leitor RFID, segundo Newkirk (2022), para a aplicação de leitura de itens se movendo através de um portal, as configurações utilizadas podem ser conforme a seguir:

- a) Modo de Leitura: Max Miller
- b) Sessão: 2 ou 3
- c) Modo de Busca: *Single Target*

Este tipo de configuração, considera a leitura ao menos uma vez de todos os itens que estejam passando por uma área, dessa forma a configuração de sessão 2 ou 3, deixaria estas etiquetas em estado B até a desenergização das mesmas, ou seja, saída da área de leitura. Do ponto de vista de um portal que visa somente identificar a passagem de itens, é uma configuração que faz sentido, porém no caso do escopo proposto, é necessário que sejam efetuadas leituras consecutivas da mesma etiqueta, de forma que o comportamento de leitura, variando no tempo entre as antenas 1 e 2, possa fornecer informações que sejam aplicáveis para um algoritmo de identificação de sentido de movimento, seja pela análise de qual antena realizou a

leitura, ou de *RSSI*. Dessa forma, foi optado pelo uso da sessão 1, mantendo-se as demais configurações iniciais.

Caso fosse usado o Modo de Busca *Dual Target*, as etiquetas responderiam as requisições do leitor independente do estado A ou B, dessa forma, o sistema estaria a todo momento recebendo leituras das etiquetas que estivessem no campo de leitura das antenas. Isso tende a gerar um conjunto de dados menos ordenado e de difícil análise.

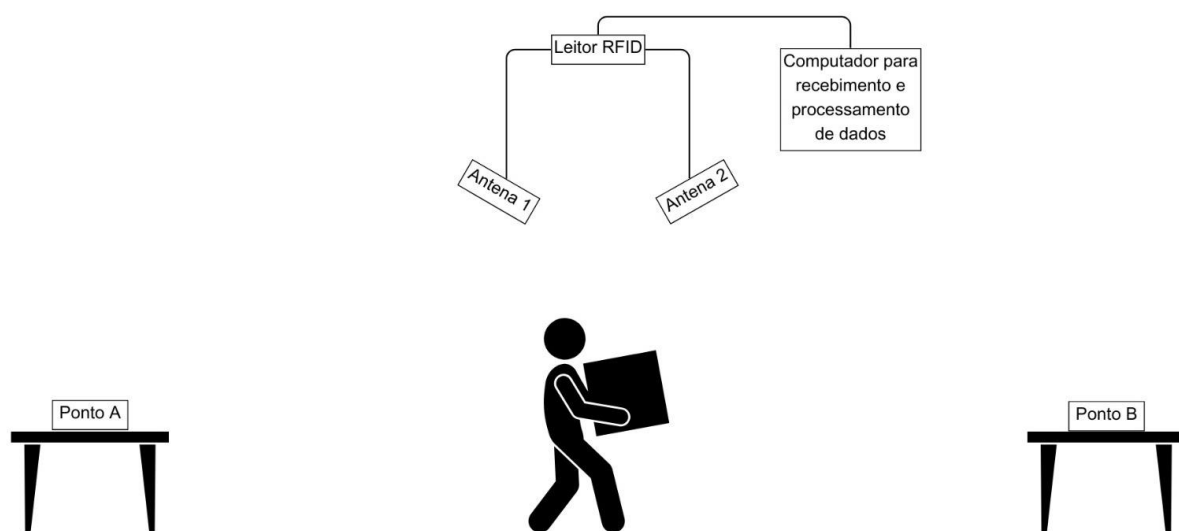
Quanto ao modo de leitura, a opção indicada na bibliografia e utilizada, *Max Miller*, é equilibrada entre velocidade de transmissão de dados e resistência a interferências. Utilizar um modo de leitura que priorizasse velocidade de transmissão, novamente poderia gerar um conjunto de dados menos ordenado e com excesso de leituras pouco relevantes para análise. Por outro lado, utilizar um modo de leitura que focasse em resistência a interferência, poderia gerar dados insuficientes. Desta forma, um modo equilibrado se mostra uma opção mais segura para os testes.

## 4 TESTES E RESULTADOS

Para execução de testes e obtenção de dados, foram utilizadas duas quantidades de etiquetas, como forma de verificar eventuais mudanças de comportamento de resposta. O transporte das etiquetas foi feito da área presumida de leitura da antena 1, em direção a área de leitura da antena 2, com o intuito de gerar dados para análise do comportamento de registro das leituras que possam evidenciar o sentido de movimento das etiquetas. Os dados obtidos e análises serão apresentados nas seções a seguir.

A Figura 11 apresenta um diagrama da montagem prática, e uma exemplificação do movimento feito para aquisição de dados.

**Figura 11 - Diagrama de teste de aquisição de dados**



Fonte: Elaboração própria

A caixa contendo as etiquetas foi retirada do ponto A, de partida, e levada até o ponto B, de chegada, sendo carregada por uma distância de cerca de 7 metros. Ao chegar no ponto de chegada B, o sistema foi desligado. Esse movimento gerou um registro de dados por cerca de 10 segundos, conforme será apresentado posteriormente.

#### 4.1 Movimentação com 10 Etiquetas

Os testes propostos e executados, de forma prática, visam extrair informações que registrem de alguma forma a posição relativa das etiquetas em relação as antenas do sistema durante sua movimentação. Esses dados precisam ter uma marcação de tempo, e essa posição pode ser inferida através da performance das leituras em relação a cada antena, que especialmente, foram posicionadas para gerar duas áreas de leitura distintas, conforme apresentado anteriormente na Figura 10.

Dessa forma, os dados obtidos das leituras de cada EPC (identificador), contando com *Timestamp* (marcação de tempo), Antena que efetuou a leitura, e RSSI (indicador de performance) são apresentados no Apêndice A. A Tabela 1, apresenta os resultados das leituras ordenados no tempo para uma das etiquetas.

**Tabela 1 - Dados ordenados no tempo de uma etiqueta movimentando-se da Antena 1 para a Antena 2**

| TimeStamp        | EPC                      | Antena | RSSI (dBm) |
|------------------|--------------------------|--------|------------|
| 12:34:09.2431630 | 303433BAC0029A807C000026 | 1      | -65        |
| 12:34:10.3029580 | 303433BAC0029A807C000026 | 1      | -59        |
| 12:34:11.2759310 | 303433BAC0029A807C000026 | 1      | -58        |
| 12:34:12.3243330 | 303433BAC0029A807C000026 | 1      | -68,5      |
| 12:34:13.3582190 | 303433BAC0029A807C000026 | 2      | -65,5      |
| 12:34:14.4726200 | 303433BAC0029A807C000026 | 2      | -68        |
| 12:34:15.5947110 | 303433BAC0029A807C000026 | 2      | -67,5      |
| 12:34:16.6882670 | 303433BAC0029A807C000026 | 2      | -71        |

Fonte: Elaboração própria

A partir das leituras efetuadas, pôde-se obter resultados que indicam que as configurações aplicadas podem gerar dados pertinentes para um algoritmo de identificação de sentido. Nota-se o comportamento de leitura pela antena 1, e posteriormente pela antena 2, o que sugere que com as duas áreas de leitura criadas, a identificação da etiqueta, e movimentação para o estado B, tende a ser feita pela antena com melhor performance de leitura no momento. Esse comportamento se repetiu para todas as dez etiquetas.

Neste cenário de 10 itens, somente a análise da antena que efetuou a leitura já indica a possibilidade um fluxograma de identificação de sentido de movimento, sem necessidade de usar o indicador RSSI para validações extras.

Conforme dados apresentados na Tabela 1, uma ferramenta computacional que recursivamente verificasse a transição entre antenas, para cada EPC lido, poderia gerar um algoritmo de definição de sentido de movimento dentro do escopo proposto. Contudo, vale salientar que a obtenção de dados de resposta de etiquetas é suscetível aos vários fatores ambientais que interferem na propagação de ondas eletromagnéticas, sendo que a validação mencionada não pode ser tomada como regra para obtenção de dados feitos em qualquer tipo de cenário.

Os testes foram efetuados em um ambiente com somente um leitor, e duas antenas irradiando um sinal de UHF no ambiente. A presença de outros sistemas de rádio frequência pode se tornar um agressor. Além disso, sinais de UHF são mais suscetíveis a interferências de líquidos e metais, assim como de outros fenômenos eletromagnéticos. Segundo Pichorim *et al.* (2019), para UHF, a reflexão e atenuação de sinais de rádio frequência de sistemas RFID, podem gerar inferências tanto construtivas quanto destrutivas, o que pode acarretar áreas de melhor ou pior performance de leitura, o que no contexto do presente trabalho, poderia impactar diretamente nos resultados.

## **4.2 Movimentação com 40 Etiquetas**

A obtenção de dados, seguindo o mesmo padrão apresentado na seção anteriormente, porém com 40 etiquetas, segue um comportamento parecido, porém com algumas ressalvas. Notou-se que para algumas etiquetas, ocorreram leituras fora da ordem esperada, ou seja, mais de uma transição de antena responsável pela leitura. A Tabela 2 traz um exemplo deste comportamento.

**Tabela 2 - Dados ordenados no tempo de uma etiqueta com mais de uma transição entre antenas**

| TimeStamp        | EPC                      | Antena | RSSI (dBm) |
|------------------|--------------------------|--------|------------|
| 15:55:43.9083880 | 30347A1208057C787C000016 | 1      | -76        |
| 15:55:44.8660150 | 30347A1208057C787C000016 | 1      | -68        |
| 15:55:45.8389470 | 30347A1208057C787C000016 | 2      | -72,5      |
| 15:55:46.8179220 | 30347A1208057C787C000016 | 1      | -61        |
| 15:55:47.7903800 | 30347A1208057C787C000016 | 1      | -68,5      |
| 15:55:48.7499940 | 30347A1208057C787C000016 | 1      | -58        |
| 15:55:49.7898410 | 30347A1208057C787C000016 | 2      | -69        |
| 15:55:50.7391410 | 30347A1208057C787C000016 | 2      | -66        |
| 15:55:51.7071660 | 30347A1208057C787C000016 | 2      | -59,5      |

Fonte: Elaboração própria

Conforme apresentado acima, a terceira leitura foi efetuada pela antena 2, comportamento diferente do esperado baseado no primeiro teste, comportamento que se repetiu em 13 das 40 etiquetas presentes no teste. Porém, excluindo-se este dado, os demais seguem o mesmo comportamento.

Neste caso, o RSSI se torna um fator que pode ajudar na análise, de forma a identificar leituras de menor performance que possam ser desconsideradas da lógica proposta, por exemplo. O RSSI apresenta a intensidade do sinal recebido pelas antenas a partir das etiquetas, e quando elas se encontram mais próximas a antena 1, é esperado que as leituras efetuadas por esta antena tenham um maior RSSI. Ao identificar uma leitura feita pela antena 2, com um menor RSSI, entre leituras feitas pela antena 1 com uma maior performance, pode-se deduzir que para a lógica proposta, este é um dado que pode ser descartado.

Este resultado corrobora com o fato da variação de comportamento de leituras de acordo com o cenário, mesmo mantendo-se os equipamentos e configurações.

### 4.3 Discussão dos resultados

A partir dos testes efetuados, é possível notar que a simples análise da mudança de leitura da Antena 1 para a Antena 2 dentro do cenário proposto, não será suficiente para definir um sentido de movimento em todos as situações, contudo, traz resultados que com incremento de uma análise que considere fatores como o RSSI, pode ser eficaz para esse fim.

A Tabela 3 apresenta uma comparação dos dados obtidos para os dois testes, considerando quantas etiquetas mantiveram o comportamento de variação de leitura conforme primeiro teste, e o RSSI médio geral de todas as leituras efetuadas em cada teste.

**Tabela 3 - Análise de resultados**

| <b>Quantidade de etiquetas</b> | <b>Porcentagem de eficácia da análise isolada de antena que efetuou as leituras</b> | <b>RSSI médio Geral (dBm)</b> |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>10</b>                      | <b>100%</b>                                                                         | <b>-63,5526</b>               |
| <b>40</b>                      | <b>77.5%</b>                                                                        | <b>-65,7098</b>               |

Fonte: Elaboração própria

A partir dos dados apresentados na Tabela 3, pode-se perceber a redução de 22,5% na taxa de acerto de uma análise que se enquadre somente na variação de Antena 1 para Antena 2. Esse comportamento ocorreu ao aumentar a quantidade de etiquetas simultâneas, o que se mostra como um dificultador para definição de sentido de movimento dentro da abordagem proposta.

Ao analisar a média de RSSI geral, nota-se um piora de cerca de -2,1572 dBm, ou seja, o teste com mais etiquetas apresentou uma resposta levemente inferior na intensidade de sinal emitido pelas etiquetas, algo esperado devido a maior quantidade. Porém essa redução de 3,4% no RSSI médio geral, ainda indica que o sistema suportaria a leitura de mais etiquetas, visto que o leitor RFID utilizado possui uma sensibilidade de recepção de até -92 dBm.

## 5 CONCLUSÃO

A tecnologia RFID traz uma série de possibilidades em sua aplicação para a otimização de processos em vários setores da indústria e varejo, possibilitando ganhos operacionais consideráveis. O simples uso para identificação de itens, sem a necessidade de um contato visual, como no código de barras, já representa um ganho.

Contudo, considerando todos os conceitos envolvidos em sistemas RFID, assim como a evolução dos *hardwares* que compõe os sistemas, é possível expandir as áreas de aplicação. Além disso, o comportamento de resposta de etiquetas, gera informações relevantes além de seu identificador, constituindo dados que podem ter valor em algum contexto.

O presente trabalho procurou explorar a configuração de um sistema RFID no formato de um portal, constituído basicamente de um leitor controlando duas antenas, e tendo seus dados de leitura coletados por um computador. Essa simples infraestrutura, com a correta configuração, permitiu demonstrar através de informações de fabricantes e dados colhidos, a possibilidade de personalizar os parâmetros de leitura de forma a buscar um comportamento esperado de resposta de etiquetas. Esse comportamento buscou gerar um conjunto de dados relevante, sem excesso de leituras de uma mesma etiqueta, e que identificasse todas as etiquetas presentes no teste.

Através de uma montagem que gerou duas zonas de leitura distintas para cada antena, aliadas a configurações de leitura que permitissem leituras consecutivas de etiquetas em movimento, foi possível coletar dados pertinentes ao escopo proposto. Pela simples análise das antenas que realizaram cada leitura ordenada no tempo, foi possível identificar um padrão de comportamento que permitiu presumir o sentido de movimento das etiquetas nos testes.

Esses resultados apresentados para um cenário controlado, podem servir como base para automatização de processos variados que envolvem entradas e saídas de salas, identificando não somente a passagem de um item por determinado local, mas também fornecendo o sentido de movimento. Porém, é importante salientar as limitações de aplicação que tendem a surgir quando são adicionados ao ambiente

outros fatores, como mais de um sistema de rádio frequência, itens metálicos e líquidos no ambiente, e estruturas que causem reflexão ou atenuação de sinais.

### **5.1 Sugestão para trabalhos futuros**

Conforme escopo proposto, a análise e estudo foi focado nas configurações aplicáveis em *hardwares* de sistemas de RFID que possibilitasse a obtenção de dados para identificação de sentido de movimento. Contudo, foi também notada uma diferença de comportamento pelo simples aumento da quantidade de itens sendo lidos simultaneamente. Dessa forma, para trabalhos futuros, é possível explorar melhor parâmetros que possam comprometer o funcionamento de um sistema RFID, assim como o comportamento do RSSI dentro deste tipo de cenário. Uma sugestão, seria o estudo de viabilidade do uso da técnica de localização por *Fingerprint* de RSSI para definição de sentido de movimento.

## REFERÊNCIAS

AHSON, S.; ILYAS, M. **RFID HANDBOOK Applications, Technology, Security, and Privacy**. Boca Raton: CRC Press, 2008. ISBN 978-1-4200-5499-6

ATLASRFIDSTORE. **Tactics for Choosing an RFID Antenna**. 2023. Disponível em: [https://www.atlasrfidstore.com/9-tactics-for-choosing-an-rfid-antenna/?utm\\_source=RFID-Beginners-Guide&utm\\_medium=eBook&utm\\_campaign=Content&utm\\_content=antenna-guide](https://www.atlasrfidstore.com/9-tactics-for-choosing-an-rfid-antenna/?utm_source=RFID-Beginners-Guide&utm_medium=eBook&utm_campaign=Content&utm_content=antenna-guide). Acesso em: 08 jun. 2023.

ARMSTRONG, Shain. **Circular Polarization vs. Linear Polarization: Which is the Right RFID Antenna?**. 2013. Disponível em: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/circular-polarization-vs-linear-polarization>. Acesso em: 08 jun. 2023.

CASTRO, Linda *et al.* AN INSIDE LOOK AT RFID TECHNOLOG. **Journal Of Technology Management & Innovation**. Santiago, p. 128-141. jan. 2007.

CISCO. **Antenna Patterns and Their Meaning**. White Paper. 2007. Disponível em: <https://www.industrialnetworking.com/pdf/Antenna-Patterns.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2023.

FREITAS, Reginaldo Benedito de. **CONTROLE E SEGURANÇA PATRIMONIAL POR RFID NO DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA DA UTFPR CAMPO MOURÃO**. 2020. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Inovações Tecnológicas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020.

GS1. **EPC UHF Gen2 Air Interface Protocol**. 2023a. Disponível em: <https://www.gs1.org/standards/rfid/uhf-air-interface-protocol>. Acesso em: 8 jun. 2023.

GS1. **STANDARDS - RFID**. 2023b. Disponível em: <https://www.gs1.org/standards/rfid>. Acesso em: 8 jun. 2023.

HILYER, Russel. **RSSI's Role in RFID**. 2018. Disponível em: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/rssi-role-rfid>. Acesso em: 10 jun. 2023.

IMPINJ. **ITEMTEST VERSION 2.8.0 – User Guide**. 2022. Manual do usuário. Ver. 2.8.0. p 68.

IMPINJ. **Impinj R700 RAIN RFID Reader for Enterprise-grade IoT Solutions**. 2023a. Disponível em: <https://www.impinj.com/products/readers/impinj-r700>. Acesso em: 23 maio 2023.

IMPINJ. **About us**. 2023b. Disponível em: <https://www.impinj.com/about-us?>. Acesso em: 6 jun. 2023.

KITANO, Cláudio. **Polarização de ondas, Polarizadores e Aplicações**. Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2017. p 36. Disponível em:

<https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/optoeletronica/polarizacao-de-ondas.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2023.

KELLER, Thorben *et al.* **Decreasing False-positive RFID Tag Reads by Improved Portal Antenna Setups**. 2012. 3rd IEEE International Conference on the Internet of Things (2012): 99-106.

KELM, Agnes *et al.* **Mobile Passive Radio Frequency Identification (RFID) Portal for Automated and Rapid Control of Personal Protective Equipment (PPE) on Construction Sites**. *Automation in Construction* 36 (2013): 38-52.

LENEHAN, Mike. **Understanding EPC Gen2 Search Modes and Sessions**. 2023. Disponível em: <https://support.impinj.com/hc/en-us/articles/202756158>. Acesso em: 7 jun. 2023.

LOUREIRO, Gabriel da Silva Martins *et al.* **Identificação por Radiofrequência**. 2015. Disponível em: [https://www.gta.ufrj.br/grad/15\\_1/rfid/index.html](https://www.gta.ufrj.br/grad/15_1/rfid/index.html). Acesso em: 19 maio 2023.

MENEZES, Devair da Silva *et al.* **PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA RFID PARA OTIMIZAÇÃO DE INVENTÁRIO E GESTÃO DE ESTOQUE**. 2020. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial 4.0, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

MONTEIRO, Fernando Valladares *et al.* **RFID - Radio Frequency Identification**. 2010. Disponível em: [https://www.gta.ufrj.br/grad/10\\_1/rfid/index.html](https://www.gta.ufrj.br/grad/10_1/rfid/index.html). Acesso em: 18 maio 2023.

MUNDO LOGÍSTICA (ed.). **Oscar de RFID: Renner ganha prêmio nos EUA por projeto com etiquetas inteligentes**. 2023. Disponível em: <https://mundologistica.com.br/noticias/oscar-de-rfid-renner-ganha-premio-nos-eua>. Acesso em: 18 maio 2023.

NARCISO, Marcelo Gonçalves. **APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO POR RÁDIOFREQUÊNCIA (RFID) PARA CONTROLE DE BENS PATRIMONIAIS PELA WEB**. *Global Science And Technology*, Rio Verde, v. 1, n. 7, p. 50-59, mar. 2008. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/17793/1/rfid.PDF>. Acesso em: 05 jun. 2023.

NEWKIRK, Jonathan. **What Reader Mode, Session, and Search Mode should I use for my application?**. Set. 2022. Disponível em: <https://support.impinj.com/hc/en-us/articles/360000046899>. Acesso em: 10 jun. 2023.

ODA, Orlando. **COMO FUNCIONA O RFID**. 2015. AFIXGRAF. Disponível em: <https://www.afixgraf.com.br/blog/como-funciona-rfid/>. Acesso em: 02 jun. 2023.

PICHORIM, Sérgio F. *et al.* **Um Estudo das Reflexões de Sinais de RF em Sistemas RFID de UHF**. In: XXXVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES E PROCESSAMENTO DE SINAIS, 37., 2019, Petrópolis, RJ.

SANTINI, A. G. **RFID Conceitos, aplicabilidades e impactos**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

SKINNER, James. **Reader Modes (RF Modes) Made Easy**. 2022. Disponível em: <https://support.impinj.com/hc/en-us/articles/360000046899>. Acesso em: 10 jun. 2023.

PINHEIRO, Alan Petrônio. **A escala decibel (dB) e suas derivações**. Versão 1.0 – 2017. Material Extra de Estudo - Disponível em: [http://www.alan.eng.br/apostilas/nota\\_tecnica\\_escala\\_dB.pdf](http://www.alan.eng.br/apostilas/nota_tecnica_escala_dB.pdf). Acesso em: 25 maio 2023

ROBERTI, Mark. **What Are the Leading RFID Companies?**. 2022. Disponível em: <https://www.impinj.com/about-us?>. Acesso em: 7 jun. 2023.

TEIXEIRA, Tiago. **ANÁLISE DAS ANTENAS UTILIZADAS EM LEITORES RFID**. 2017. 91 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Telecomunicações, Instituto Federal de Santa Catarina, São José, 2017.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – DADOS COLETADOS DE 10 EPCS

| Time Stamp                        | EPC                      | Antena | RSSI  |
|-----------------------------------|--------------------------|--------|-------|
| 2022-11-14T12:34:09.2431630-03:00 | 303433BAC0029A807C000026 | 1      | -65   |
| 2022-11-14T12:34:10.3029580-03:00 | 303433BAC0029A807C000026 | 1      | -59   |
| 2022-11-14T12:34:11.2759310-03:00 | 303433BAC0029A807C000026 | 1      | -58   |
| 2022-11-14T12:34:12.3243330-03:00 | 303433BAC0029A807C000026 | 1      | -68,5 |
| 2022-11-14T12:34:13.3582190-03:00 | 303433BAC0029A807C000026 | 2      | -65,5 |
| 2022-11-14T12:34:14.4726200-03:00 | 303433BAC0029A807C000026 | 2      | -68   |
| 2022-11-14T12:34:15.5947110-03:00 | 303433BAC0029A807C000026 | 2      | -67,5 |
| 2022-11-14T12:34:16.6882670-03:00 | 303433BAC0029A807C000026 | 2      | -71   |
| 2022-11-14T12:34:09.2233960-03:00 | 303433BAC0029AAC7C000023 | 1      | -73,5 |
| 2022-11-14T12:34:10.3438150-03:00 | 303433BAC0029AAC7C000023 | 1      | -57   |
| 2022-11-14T12:34:11.4045600-03:00 | 303433BAC0029AAC7C000023 | 1      | -57,5 |
| 2022-11-14T12:34:12.5298310-03:00 | 303433BAC0029AAC7C000023 | 2      | -65,5 |
| 2022-11-14T12:34:13.7265680-03:00 | 303433BAC0029AAC7C000023 | 2      | -68,5 |
| 2022-11-14T12:34:14.8383530-03:00 | 303433BAC0029AAC7C000023 | 2      | -69   |
| 2022-11-14T12:34:16.0335170-03:00 | 303433BAC0029AAC7C000023 | 2      | -59,5 |
| 2022-11-14T12:34:17.2049880-03:00 | 303433BAC0029AAC7C000023 | 2      | -64   |
| 2022-11-14T12:34:09.2367580-03:00 | 30347A12080573407C00012A | 1      | -52,5 |
| 2022-11-14T12:34:10.3407270-03:00 | 30347A12080573407C00012A | 1      | -52   |
| 2022-11-14T12:34:11.3653800-03:00 | 30347A12080573407C00012A | 1      | -64,5 |
| 2022-11-14T12:34:12.4109570-03:00 | 30347A12080573407C00012A | 2      | -53   |
| 2022-11-14T12:34:13.5732120-03:00 | 30347A12080573407C00012A | 2      | -66   |
| 2022-11-14T12:34:14.7979880-03:00 | 30347A12080573407C00012A | 2      | -67   |
| 2022-11-14T12:34:15.8536510-03:00 | 30347A12080573407C00012A | 2      | -61,5 |
| 2022-11-14T12:34:16.9832160-03:00 | 30347A12080573407C00012A | 2      | -67,5 |
| 2022-11-14T12:34:09.2266580-03:00 | 30347A12080573607C000134 | 1      | -55,5 |
| 2022-11-14T12:34:10.2297440-03:00 | 30347A12080573607C000134 | 1      | -53   |
| 2022-11-14T12:34:11.2823240-03:00 | 30347A12080573607C000134 | 1      | -46,5 |
| 2022-11-14T12:34:12.2615700-03:00 | 30347A12080573607C000134 | 2      | -51   |
| 2022-11-14T12:34:13.3224700-03:00 | 30347A12080573607C000134 | 2      | -55   |
| 2022-11-14T12:34:14.9076480-03:00 | 30347A12080573607C000134 | 2      | -71,5 |
| 2022-11-14T12:34:15.9983780-03:00 | 30347A12080573607C000134 | 2      | -60   |
| 2022-11-14T12:34:17.0979510-03:00 | 30347A12080573607C000134 | 2      | -66,5 |
| 2022-11-14T12:34:09.2843050-03:00 | 30347A1208057BD07C00000E | 1      | -70,5 |
| 2022-11-14T12:34:10.2989840-03:00 | 30347A1208057BD07C00000E | 1      | -61   |
| 2022-11-14T12:34:11.2801250-03:00 | 30347A1208057BD07C00000E | 1      | -56,5 |
| 2022-11-14T12:34:12.2402320-03:00 | 30347A1208057BD07C00000E | 1      | -62   |
| 2022-11-14T12:34:13.2482000-03:00 | 30347A1208057BD07C00000E | 2      | -60   |
| 2022-11-14T12:34:14.2565700-03:00 | 30347A1208057BD07C00000E | 2      | -66,5 |
| 2022-11-14T12:34:15.3326710-03:00 | 30347A1208057BD07C00000E | 2      | -58,5 |
| 2022-11-14T12:34:16.4212280-03:00 | 30347A1208057BD07C00000E | 2      | -64,5 |
| 2022-11-14T12:34:09.2409960-03:00 | 30347A1208057C007C000012 | 1      | -72   |
| 2022-11-14T12:34:10.3858740-03:00 | 30347A1208057C007C000012 | 1      | -57,5 |
| 2022-11-14T12:34:11.4381610-03:00 | 30347A1208057C007C000012 | 1      | -61,5 |

|                                   |                          |   |       |
|-----------------------------------|--------------------------|---|-------|
| 2022-11-14T12:34:12.4872980-03:00 | 30347A1208057C007C000012 | 2 | -55,5 |
| 2022-11-14T12:34:13.6500720-03:00 | 30347A1208057C007C000012 | 2 | -56,5 |
| 2022-11-14T12:34:14.7998410-03:00 | 30347A1208057C007C000012 | 2 | -65   |
| 2022-11-14T12:34:16.0005070-03:00 | 30347A1208057C007C000012 | 2 | -55,5 |
| 2022-11-14T12:34:09.2218380-03:00 | 30347A1208057C2C7C00001F | 1 | -67   |
| 2022-11-14T12:34:10.3073300-03:00 | 30347A1208057C2C7C00001F | 1 | -58,5 |
| 2022-11-14T12:34:11.2947320-03:00 | 30347A1208057C2C7C00001F | 2 | -63   |
| 2022-11-14T12:34:12.2949320-03:00 | 30347A1208057C2C7C00001F | 2 | -56   |
| 2022-11-14T12:34:13.3610090-03:00 | 30347A1208057C2C7C00001F | 2 | -71   |
| 2022-11-14T12:34:15.8436530-03:00 | 30347A1208057C2C7C00001F | 2 | -75   |
| 2022-11-14T12:34:09.2901960-03:00 | 30347A1208057C307C000018 | 1 | -78   |
| 2022-11-14T12:34:10.3880270-03:00 | 30347A1208057C307C000018 | 1 | -57   |
| 2022-11-14T12:34:11.4437110-03:00 | 30347A1208057C307C000018 | 1 | -69,5 |
| 2022-11-14T12:34:12.5267630-03:00 | 30347A1208057C307C000018 | 2 | -54,5 |
| 2022-11-14T12:34:13.6519790-03:00 | 30347A1208057C307C000018 | 2 | -68,5 |
| 2022-11-14T12:34:14.8022900-03:00 | 30347A1208057C307C000018 | 2 | -70   |
| 2022-11-14T12:34:16.0723490-03:00 | 30347A1208057C307C000018 | 2 | -73   |
| 2022-11-14T12:34:09.3289240-03:00 | 30347A1208057C387C000016 | 1 | -78   |
| 2022-11-14T12:34:10.3489450-03:00 | 30347A1208057C387C000016 | 1 | -57,5 |
| 2022-11-14T12:34:11.3002510-03:00 | 30347A1208057C387C000016 | 2 | -61,5 |
| 2022-11-14T12:34:12.2575740-03:00 | 30347A1208057C387C000016 | 2 | -59   |
| 2022-11-14T12:34:13.2844640-03:00 | 30347A1208057C387C000016 | 2 | -63,5 |
| 2022-11-14T12:34:14.2863460-03:00 | 30347A1208057C387C000016 | 2 | -72,5 |
| 2022-11-14T12:34:15.3364470-03:00 | 30347A1208057C387C000016 | 2 | -71,5 |
| 2022-11-14T12:34:16.3884010-03:00 | 30347A1208057C387C000016 | 2 | -70,5 |
| 2022-11-14T12:34:09.2352100-03:00 | 30347A1208057C787C000016 | 1 | -73   |
| 2022-11-14T12:34:10.2639420-03:00 | 30347A1208057C787C000016 | 1 | -61   |
| 2022-11-14T12:34:11.2452970-03:00 | 30347A1208057C787C000016 | 1 | -72,5 |
| 2022-11-14T12:34:12.2591260-03:00 | 30347A1208057C787C000016 | 2 | -61,5 |
| 2022-11-14T12:34:13.3203920-03:00 | 30347A1208057C787C000016 | 2 | -55   |
| 2022-11-14T12:34:14.3218490-03:00 | 30347A1208057C787C000016 | 2 | -68   |
| 2022-11-14T12:34:15.4531960-03:00 | 30347A1208057C787C000016 | 2 | -71   |
| 2022-11-14T12:34:16.5036620-03:00 | 30347A1208057C787C000016 | 2 | -70   |