



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CAMPUS DE SOBRAL**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

**FABRÍCIO JAMES CARNEIRO JÚNIOR**

**PROPOSTA INICIAL DE UM APLICATIVO MÓVEL PARA RECOMENDAÇÃO DE  
LEITORAS RFID**

**SOBRAL-CE**

**2023**

FABRÍCIO JAMES CARNEIRO JÚNIOR

PROPOSTA INICIAL DE UM APLICATIVO MÓVEL PARA RECOMENDAÇÃO DE  
LEITORAS RFID

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Computação do Campus de Sobral da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. Dr. Yuri Victor Lima de Melo

SOBRAL-CE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

C288p Carneiro Junior, Fabricio James.  
PROPOSTA INICIAL DE UM APLICATIVO MÓVEL : PARA RECOMENDAÇÃO DE LEITORAS  
RFID SOBRAL-CE 2023 / Fabricio James Carneiro Junior. – 2023.  
66 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Sobral,  
Curso de Engenharia da Computação, Sobral, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Yuri Victor Lima de Melo.

1. RFID. 2. Leitor de RFID. 3. Aplicativo móvel. 4. Firebase. 5. Identificação por rádio frequência. I.  
Título.

CDD 621.39

---

FABRÍCIO JAMES CARNEIRO JÚNIOR

PROPOSTA INICIAL DE UM APLICATIVO MÓVEL PARA RECOMENDAÇÃO DE  
LEITORAS RFID

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Computação do Campus de Sobral da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Computação.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Yuri Victor Lima de Melo (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Reuber Regis de Melo

---

Prof. Me. Erick Aguiar Donato.

Dedico este trabalho a Deus, sem os fundamentos vindos Dele não teria concluído este trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Fabricio James Carneiro e Dayana Maria Braga Pereira, pelo apoio durante toda a minha trajetória de estudos.

A minha esposa Esthefane Machado Verás Carneiro pelo incentivo e acolhimento durante a construção desse trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Yuri Victor Lima de Melo pela condução, pelo conhecimento compartilhado e respeito durante o desenvolvimento dessa pesquisa.

Aos colegas de turma, do curso de graduação em Engenharia de Computação que estiveram presentes durante meu percurso formativo.

E não somente isto, mas também nos gloriamos nas tribulações; sabendo que a tribulação produz a paciência, E a paciência a experiência, e a experiência a esperança. E a esperança não traz confusão, porquanto o amor de Deus está derramado em nossos corações pelo Espírito Santo que nos foi dado.

(Apostolo Paulo)

## RESUMO

Existem diversas aplicações atualmente no mercado de Identificação por Rádio Frequência RFID, sendo encontradas no controle de veículos, produtos, documentos e até mesmos animais vivos. A composição básica de um sistema RFID é composta por um controlador, antena e as *tags* (etiquetas). Onde geralmente nesses sistemas as antenas energizam as *tags*, que respondem com as informações gravadas em sua memória. Sendo assim para escolher um sistema RFID é necessário conhecimentos sobre frequência de operação, ganho e polarização das antenas e *tags*. À Luz desses preceitos, o trabalho em questão, busca refletir e compilar informações sobre as diferentes características técnicas das antenas RFID, como frequência de operação, polarização e ganho. Nesse sentido, buscamos desenvolver uma interface intuitiva e amigável no aplicativo mobile para facilitar a busca e a comparação das antenas disponíveis, bem como iniciar um banco de dados atualizado de antenas RFID disponíveis no mercado, com algumas informações sobre cada uma delas. A produção desse estudo, contribui para a popularização de sistemas RFIDs para pessoas com pouco ou nenhum conhecimento técnico sobre o tema, uma vez que o resultado desse trabalho possibilita a recomendação de leitoras e a demonstração de aplicações para os mesmos.

**Palavras-chave:** Identificação por rádio frequência. Aplicativo móvel. Leitor de RFID.



## ABSTRACT

There are several applications currently in the RFID Radio Frequency Identification market, being found in the control of vehicles, products, documents and even live animals. The basic composition of an RFID system consists of a controller, antenna and tags. (hang tags). Where generally in these systems the antennas energize the tags, which respond with the information stored in its memory. Therefore, to choose an RFID system it is knowledge about operating frequency, gain and polarization of antennas and tags is required. In the light of these precepts, the work in question seeks to reflect and compile information about the different technical characteristics of RFID antennas, such as operating frequency, polarization and gain. In this sense, we seek to develop an intuitive and friendly interface in the application mobile to facilitate the search and comparison of available antennas, as well as starting a updated database of RFID antennas available on the market, with some information about each of them. The production of this study contributes to the popularization of systems RFIDs for people with little or no technical knowledge on the subject, since the result of this work makes it possible to recommend readers and demonstrate applications for the same.

**Keywords:** Radio frequency identification. Mobile application. RFID reader.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Análise SWOT do RFID. . . . .	16
Figura 2 – Composição de sistemas RFIDs. . . . .	25
Figura 3 – Variedades de <i>tags</i> em uso atualmente. . . . .	26
Figura 4 – Variedades de leitoras em uso atualmente. . . . .	28
Figura 5 – Material <i>Theme Builder</i> . . . . .	43
Figura 6 – Prototipagem de uma interface para busca por aplicação. . . . .	45
Figura 7 – Prototipagem de uma interface para busca por antena. . . . .	46
Figura 8 – Fluxograma da funcionalidade de busca por questionário. . . . .	47
Figura 9 – Etapas de criação, acesso e configuração do Firebase. . . . .	50
Figura 10 – Camadas da aplicação em Flutter . . . . .	51
Figura 11 – <i>Home</i> do aplicativo. . . . .	54
Figura 12 – Página de aplicação. . . . .	55
Figura 13 – Busca por aplicação. . . . .	56
Figura 14 – Busca por antena. . . . .	57
Figura 15 – Resultado busca por antenas. . . . .	58
Figura 16 – Questionário. . . . .	59
Figura 17 – Resultado busca por antenas. . . . .	60
Figura 18 – Resultado questionário. . . . .	60

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
SWOT	<i>Strengths Weaknesses Opportunities Threats</i>
IOT	<i>Internet das Coisas</i>
UWB	<i>Ultra Wide Band</i>
BLE	<i>Bluetooth Low Energy</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
IFF	<i>Identification friend or foe</i>
ARPANET	<i>Advanced Research Projects Agency Network</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
MPV	Mínimo Produto Viável

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	14
<b>1.1</b>	<b>Contextualização</b>	14
<b>1.2</b>	<b>Motivações</b>	17
<b>1.3</b>	<b>Estado da arte</b>	17
<b>1.4</b>	<b>Objetivos Gerais</b>	20
<b>1.5</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	20
<b>1.6</b>	<b>Organização do TCC</b>	20
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	22
<b>2.1</b>	<b>Histórico RFID</b>	22
<i>2.1.1</i>	<i>Período pré-1990</i>	22
<i>2.1.2</i>	<i>Período pós-1990</i>	23
<b>2.2</b>	<b>Composição de Sistemas RFID</b>	24
<i>2.2.1</i>	<i>TAG</i>	25
<i>2.2.2</i>	<i>Leitor RFID</i>	27
<i>2.2.2.1</i>	<i>Aspectos das Antenas nos Leitores RFID</i>	28
<i>2.2.2.1.1</i>	<i>Ganho</i>	28
<i>2.2.2.1.2</i>	<i>Polarização</i>	29
<i>2.2.2.1.3</i>	<i>Frequências de Operação</i>	30
<i>2.2.3</i>	<i>Controlador</i>	31
<b>2.3</b>	<b>Ferramentas e Arquiteturas para Desenvolvimento de Aplicativos Móveis</b>	31
<i>2.3.1</i>	<i>Ferramentas de Desing e Prototipagem</i>	32
<i>2.3.1.1</i>	<i>Figma</i>	32
<i>2.3.1.2</i>	<i>Adobe XD</i>	32
<i>2.3.1.3</i>	<i>Sketch</i>	33
<i>2.3.2</i>	<i>Arquitetura de Software</i>	33
<i>2.3.2.1</i>	<i>Arquitetura Monolítica</i>	33
<i>2.3.2.2</i>	<i>Arquitetura de Microsserviços</i>	34
<i>2.3.2.3</i>	<i>Arquitetura Serveless</i>	34
<i>2.3.3</i>	<i>Biblioteca e Framework</i>	35
<i>2.3.4</i>	<i>Banco de dados e Gerenciadores de Banco de Dados</i>	36

2.3.4.1	<i>SQLite</i>	37
2.3.4.2	<i>Hive Flutter</i>	37
2.3.4.3	<i>Firebase</i>	37
2.3.4.4	<i>Cloud Firestore</i>	38
<b>2.3.5</b>	<b><i>Kit de Desenvolvimento para Multiplataforma</i></b>	<b>38</b>
2.3.5.1	<i>Flutter</i>	39
2.3.5.2	<i>React Native</i>	39
2.3.5.3	<i>Ionic</i>	40
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>41</b>
<b>3.1</b>	<b>Prototipagem</b>	<b>41</b>
<b>3.1.1</b>	<b><i>Desing do Aplicativo Proposto</i></b>	<b>41</b>
3.1.1.1	<i>Cores e Fontes</i>	42
3.1.1.2	<i>Componentes</i>	42
3.1.1.3	<i>Objetivos da aplicação</i>	43
<b>3.1.2</b>	<b><i>Funções da Aplicação</i></b>	<b>44</b>
3.1.2.1	<i>Busca por aplicação</i>	44
3.1.2.2	<i>Busca por antena</i>	45
3.1.2.3	<i>Questionário</i>	46
<b>3.2</b>	<b>Arquitetura e tecnologias utilizadas</b>	<b>48</b>
<b>3.2.1</b>	<b><i>Banco de dados</i></b>	<b>48</b>
<b>3.2.2</b>	<b><i>Projeto em Flutter</i></b>	<b>49</b>
3.2.2.1	<i>Fonte de dados</i>	51
3.2.2.2	<i>Repositórios</i>	51
3.2.2.3	<i>Blocs</i>	52
3.2.2.4	<i>Core</i>	52
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>53</b>
<b>4.1</b>	<b>Home</b>	<b>53</b>
<b>4.2</b>	<b>Fluxo de Busca por Aplicação</b>	<b>55</b>
<b>4.3</b>	<b>Fluxo Busca por Antenas</b>	<b>56</b>
<b>4.4</b>	<b>Fluxo Busca por Questionário</b>	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b>	<b>61</b>
<b>5.1</b>	<b>Trabalhos futuros</b>	<b>62</b>

<b>5.1.1</b>	<b><i>Código-fonte</i></b> . . . . .	63
	<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	64
	<b>APÊNDICES</b> . . . . .	67
	<b>APÊNDICE A–LINK PARA REPOSITÓRIO COM CÓDIGO FONTE DA APLICAÇÃO</b> . . . . .	67
	<b>APÊNDICE B–LINK PARA PROTOTIPAGEM DA APLICAÇÃO</b> . . .	68
	<b>ANEXOS</b> . . . . .	68

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

A tecnologia criada pelos indivíduos, possui um caráter dúbio ao longo da história da humanidade. Criada para facilitar e possibilitar a transformação da natureza, o meio social, as relações sociais com o fim de auxiliar e organizar a vida em sociedade, os aparatos tecnológicos, carregam também, o poder de destruição, de domínio e do monopólio do saber. É dentro desse contexto que a história da humanidade, sobretudo no domínio dos aparatos e desenvolvimento tecnológico, caminhou em seu desenvolvimento, permeadas por conflitos e disputas bélicas e ideológicas em escala mundial.

Dentro desse cenário, novas tecnologias foram criadas com a finalidade bélica, uma delas foi *Radio Frequency Identification* (RFID). Os sistemas RFID foram inicialmente projetados para ajudar na identificação entre aviões inimigos ou aliados, porém, assim como outras tecnologias que foram criadas no século XX, sua utilização foi estendida para outras áreas bem longe do mundo militar (OLLIVIER, 1995).

Os sistemas RFID's são constituídos por rótulos eletrônicos, que armazenam identificadores ou características de objetos que se deseja identificar dentro do sistema, ou seja uma etiqueta eletrônica chamada comumente dentro do contexto dos sistemas de sistemas RFID de *tag* (etiqueta) e por leitoras responsáveis por realizar a leitura e gravação das *tags* presentes no sistema (OLLIVIER, 1995).

A tecnologia RFID apesar de não ser amplamente conhecida pelo público em geral, tem ganhado espaço, sobretudo, no ramo de logística e no setor bancário. Sendo aplicada largamente no rastreamento de produtos em estoques, bagagens em aeroportos e em cartões com pagamento por aproximação. A utilização em grande escala acontece majoritariamente no ramo de logística, onde a maior dificuldade de adesão dessa tecnologia está relacionada ao seu custo, uma vez que uma antena RFID é significativamente mais cara que um leitor de código de barras, que é a forma mais tradicional de diferenciação e controle de objetos dentro de um estoque (TOTVS, 2019; ASSET, 2019). Apesar do preço mais elevado a utilização de sistemas RFID tem ganhado espaço devido as suas vantagens à frente dos códigos de barras (NUESMART, 2020).

Uma das mais significativas vantagens, se não a maior, é a velocidade de leitura das *tags*. Nos sistemas que utilizam códigos de barras a contagem média de produtos é de 300 objetos por hora, enquanto nos sistemas que utilizam RFID consegue-se uma marca de até 10.000

produtos por hora (I3C, 2020). Além da velocidade de leitura, podemos apontar como outras vantagens: o tamanho da informação a ser armazenada nas *tags*, a possibilidade de mudança da informação armazenada nas etiquetas e ausência de interferência óptica (NUESMART, 2020).

De forma ampla, é possível visualizar o potencial dos sistemas RFID's através de uma *Strengths Weaknesses Opportunities Threats* (SWOT), que se pode ser traduzido como a análise das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças que envolvem essa tecnologia.

Na Figura 1 temos que:

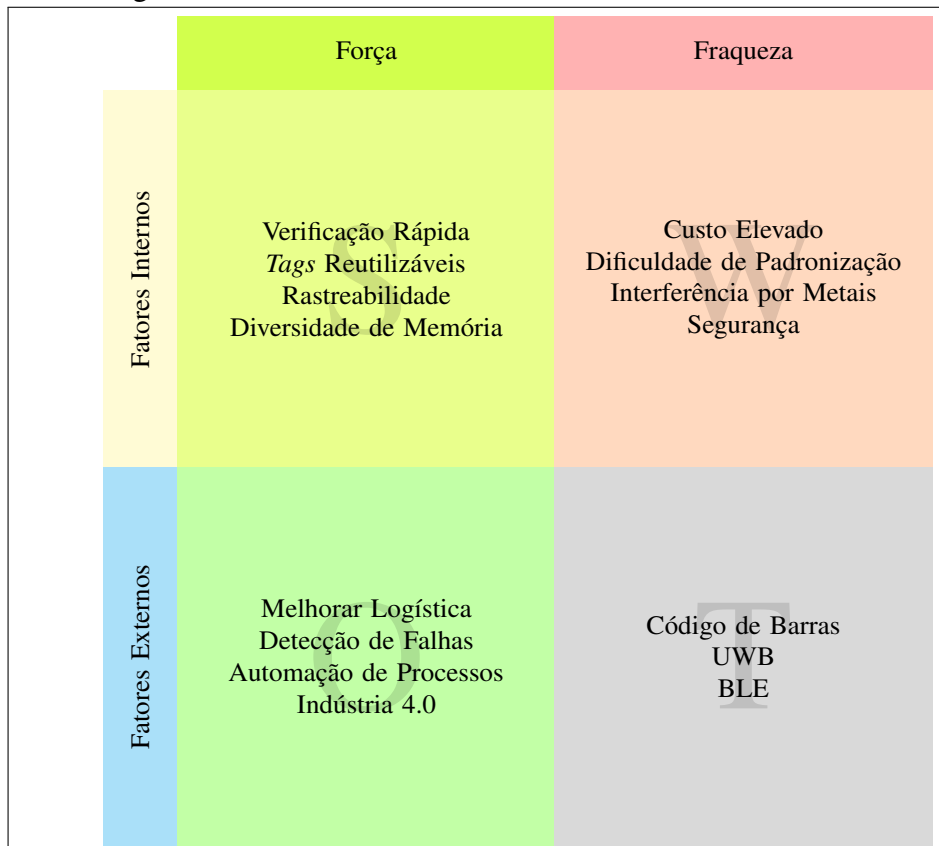
- Fatores Internos - Força
  - Verificação rápida: rápida identificação objetos se comparado com outras técnicas (ASSET, 2020; TOTVS, 2019);
  - Tags reutilizáveis: possibilidade de reescrita de informação em uma única *tag* (ASSET, 2020);
  - Rastreabilidade: capacidade de localizar produtos e seres vivos a partir do sinal emitido pelas *tag* (OCCHIUZZI *et al.*, 2021);
  - Diversidade de memória: existem diversas técnicas de produção e tipos de memórias não voláteis disponíveis no mercado (GTA, 2015; NUESMART, 2020).
- Fatores Internos - Fraqueza
  - Custo elevado: se comparado com outros sistemas de identificação RFID apresenta um custo elevado (GTA, 2015; TOTVS, 2019);
  - Dificuldade de padronização: existem diversas ISO especificando várias frequências de operação e protocolos de comunicação (GTA, 2015);
  - Interferência por metais: igual todo sistema de comunicação via rádio, os sistemas RFID sofrem com interferência pela proximidade das antenas de objetos metálicos (GTA, 2015);
  - Segurança: existe discussões em relação a privacidade (GTA, 2015).
- Fatores Externos - Força
  - Melhorar logística: devido a rastreabilidade e a velocidade de leitura de itens (OCCHIUZZI *et al.*, 2019; TOTVS, 2019);
  - Detecção de falhas: diversos protocolos garante uma comunicação estável entre os elementos que compõe os sistemas RFID (OCCHIUZZI *et al.*, 2019; TOTVS, 2019);
  - Automação de processos: a rastreabilidade e capacidade de armazena uma gama de informações e reescreve-las abre um gama de possibilidades (OCCHIUZZI *et al.*,



2019; TOTVS, 2019);

- Indústria 4.0: é considerada um dos elementos da nova revolução industrial, sendo fortemente associado com *Internet das Coisas* (IOT) TOTVS (2019).
- Fatores Externos - Fraqueza
  - Código de barras: a forte padronização e o custo baixo a inda é uma barreira para a mudança de sistemas com códigos de barras para sistemas RFID (ASSET, 2019);
  - *Ultra Wide Band* (UWB): as faixas de operação dos sistemas RFID, estão próximas ou são as mesmas que diversas aplicações podendo assim sofrer interferências e regulamentações governamentais (ASSET, 2020);
  - *Bluetooth Low Energy* (BLE): apresentam diversas aplicações semelhantes, e um dos pontos mais forte é a fácil integração de sistemas BLE se comparado com sistemas RFID (ASSET, 2020).

Figura 1 – Análise SWOT do RFID.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

## 1.2 Motivações

Os sistemas RFID têm sido cada vez mais adotados em diversos setores, desde a logística e cadeia de suprimentos até a segurança e rastreamento de ativos. Essa tecnologia permite a identificação e comunicação sem fio entre etiquetas (*tags*) e leitoras RFID. No entanto, para garantir a eficiência e o desempenho adequado desses sistemas, é fundamental selecionar a antena correta para cada leitora em uma aplicação específica.

O processo de encontrar a antena ideal para uma leitora RFID pode ser complexo e trabalhoso. Atualmente, essa tarefa é realizada de forma manual, exigindo testes e análises extensivas para determinar qual antena proporcionará o melhor alcance, sensibilidade e estabilidade de sinal. Essa abordagem demorada e sujeita a erros pode resultar em desperdício de recursos e tempo.

Diante dos desafios apresentados, surge a motivação para o desenvolvimento de um aplicativo *mobile*. Acredita-se firmemente na possibilidade de simplificar e agilizar o processo de busca pela melhor antena, por meio de uma solução tecnológica eficiente que otimize o tempo e a precisão das escolhas. Ao criar um aplicativo *mobile* com foco nessa finalidade, almeja-se proporcionar aos usuários um meio prático de acessar informações relevantes sobre as antenas RFID disponíveis no mercado, incluindo suas características técnicas. O objetivo é disponibilizar uma ferramenta que permita aos profissionais da área ou usuários em geral selecionar a antena mais adequada para suas necessidades específicas, levando em consideração fatores como frequência de operação, polarização e ganho.

## 1.3 Estado da arte

Esta seção apresenta uma visão dos trabalhos relacionados às áreas de RFID, seleção de antenas de leitores RFID e prototipagem e desenvolvimento de aplicativos. Foram explorados estudos e pesquisas que abordaram diferentes aspectos desses temas, fornecendo uma base sólida para o desenvolvimento deste trabalho.

Oliveira (2022), buscaram solucionar problemas e desafios da gestão de estoque por meio do emprego de *tags* RFID para identificação de ativos. Essa problemática acarreta perdas significativas para empresas. Para alcançar esse objetivo, foi realizada uma pesquisa qualitativa, bem como uma revisão de literatura para identificar os trabalhos existentes e possíveis lacunas deixadas pelos trabalhos correlatos. Nesse contexto, foi desenvolvido o sistema gestor

de estoque, utilizando tecnologias como Ruby on Rails para o *backend*, PostgreSQL para o banco de dados, Bootstrap para o *frontend* e Heroku como serviço de hospedagem em nuvem para a *Application Programming Interface* (API). Além disso, o sistema operacional Android foi utilizado para o aplicativo desenvolvido nesse trabalho. Para verificar o funcionamento do sistema, a aplicação foi executada em um cenário real de um pequeno empreendimento do ramo da moda, que atua com a venda direta de roupas para o público em geral. Embora o sistema seja funcional e possa ser utilizado por qualquer organização, existem desafios relacionados aos altos custos de implementação da tecnologia RFID. Essa é uma questão a ser superada no futuro, assim como a aplicação desse sistema em escala industrial.

CISPER (2023) apresentou formas de como selecionar uma antena RFID adequada para o projeto, eles devem considerar alguns fatores importantes. Tais como a dimensão da antena, a faixa de leitura e polarização desejadas, a proteção ambiental e outros. Neste artigo, eles discutem diferentes maneiras de abordar a seleção da antena correta para o projeto. As antenas leitoras estão disponíveis em diferentes formatos. Existem antenas de tamanho pequeno, antenas grandes, antenas com estojo rígido e antenas que podem ser embutidas em outros dispositivos. As antenas RFID estão disponíveis em muitos tamanhos diferentes. Eles devem levar em consideração que pode haver restrições de tamanho na área onde a antena será colocada. Nem em todo ambiente há espaço para uma antena grande. Além do comprimento e largura, eles também precisam considerar a altura da antena RFID. Fatores estéticos às vezes também desempenham um papel no projeto. As antenas podem ser classificadas em antenas de campo próximo e de campo distante. As antenas de campo distante operam a uma distância maior, enquanto as antenas de campo próximo operam apenas em curtas distâncias. A diferença está na forma como elas se comunicam com uma *tag* RFID. As antenas de campo próximo têm uma distância de leitura curta (até 15 cm) devido ao seu campo eletromagnético não propagante.

No que se refere diretamente sobre RFID, Ollivier (1995) apresenta como soluções para roubos de carros, pelo qual existe uma identificação das chaves dos carros, a partir de uma *tag* RFID. Desta forma, é possível identificar um cópia de chave não autorizada ao tentar ligar o carro. Seu alcance também incide na proteção de ativos, pelo qual é possível proteger materiais de alto valor a partir da sua identificação. Dessa forma, impede-se um furto de tais ativos. No que se refere controle de acessos, é possível controlar os níveis de acesso de pessoas dentro, como por exemplo, em um hotel. No que se refere a solução para as logísticas, o autor defende que é possível utilizar tais sistemas para um melhor controle logístico

Nuesmart (2020), o autor em questão, apresenta as vantagens e desvantagens da utilização de RFID. O autor indica, que os sistemas RFIDs apresentam uma segurança viável, um gama de possibilidades de tamanho, além da diversificação e funcionalidade de cartão mestre. No entanto, é apresentado as desvantagens do RFID, que podem ser apontadas, pequena chave de cartão, possibilidade ataques hacks, problemas relacionados a falta de energia, custo, bem como na complexidade implantação dos sistemas.

Catarinucci *et al.* (2012), em suas análises, é demonstrado alguns métodos de prototipagem alternativos que apresentam compatibilidade com os sistemas aqui discutidos. Suas explicitações, apontam um baixo custo e pouco tempo requisitado pelos designs de antenas RFID. A primeira técnica referendada, baseia-se no uso conjunto de impressoras de tinta sólida e *Printed Circuit Boards* (PCBs) flexíveis. A segunda técnica, se destina ao o uso de folhas Pyralux como PCBs flexíveis que é particularmente indicado tanto em termos de qualidade quanto de compatibilidade com impressão direta. Por fim, a última técnica, consiste em moldar a antena da etiqueta em folhas de cobre adesivas flexíveis, usando uma máquina chamada *Cutting Plotter* e remover manualmente o cobre extra.

Ademais, o presente trabalho dialoga com as seguintes pesquisas a seguir elucidadas. (AKBARI *et al.*, 2016), em suas formulações, criam uma antena utilizando grafeno e papelão. Em suas conclusões, a antena desenvolvida apresentou 40% de eficiência. Os autores defendem sua aplicação para aplicações de curta distância, como por exemplo, no transporte de encomendas postais. Ficando em aberto para melhoria a mudança dos parâmetros envolvidos no sistema como o tempo de alimentação da antena RFID.

Teixeira (2017), em seu estudos realizou a análise de antenas RFIDs, com o fim de auxiliar na escolha da antena mais adequada para as diversas aplicações que envolvem os sistemas RFIDs.

Por fim, Lopez-Soriano e Parron (2017), buscam aplicar antenas do tipo helicoidal dentro do contexto do rastreamento de pacientes em instalações hospitalares. Esta é vista como uma solução alternativa para as soluções em uso que são denominadas pelos autores volumosas e caras. Os resultados encontrados, podem ser considerados excelentes para a continuação para de futuros trabalhos que tratam da temática, uma vez que as antenas helicoidais apresentaram desempenho aceitável e cumpriram o requisito de baixo custo exigido no projeto.

## 1.4 Objetivos Gerais

Os objetivos gerais desse trabalho são:

1. Desenvolver um aplicativo *mobile* voltado para a busca da melhor antena em sistemas RFID, visando simplificar e agilizar o processo de seleção;
2. Fornecer aos usuários um meio prático e acessível para acessar informações sobre antenas RFID disponíveis no mercado;
3. Otimizar o tempo e a precisão das escolhas, auxiliando os usuários na seleção da antena mais adequada às suas necessidades.

## 1.5 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desse trabalho são:

1. Pesquisar e compilar informações sobre as diferentes características técnicas das antenas RFID, como frequência de operação, polarização e ganho;
2. Desenvolver uma interface intuitiva e amigável no aplicativo *mobile* para facilitar a busca e a comparação das antenas disponíveis;
3. Iniciar um banco de dados atualizado de antenas RFID disponíveis no mercado, com algumas informações sobre cada uma delas.

## 1.6 Organização do TCC

A estrutura do presente trabalho está organizada em cinco capítulos, abordando de forma sequencial os aspectos fundamentais relacionados ao desenvolvimento do aplicativo *mobile* voltado para a busca da melhor antena em sistemas RFID.

1. Capítulo 2: Neste capítulo, serão abordados os fundamentos teóricos sobre a tecnologia RFID, incluindo conceitos, princípios de funcionamento, componentes envolvidos e aplicações. Além disso, serão explorados os aspectos relacionados ao desenvolvimento de aplicativos *mobile*, com ênfase nas tecnologias e plataformas utilizadas para a criação do aplicativo proposto;
2. Capítulo 3: Neste capítulo, serão apresentados os métodos e as etapas adotados no desenvolvimento da aplicação *mobile* voltada para a busca da melhor antena em sistemas RFID. Será detalhada a abordagem utilizada para a coleta de dados e a arquitetura do aplicativo;

3. Capítulo 4: Neste capítulo, é realizada a apresentação do aplicativo desenvolvido. Serão demonstradas as telas e funcionalidades do aplicativo, destacando como ele permite aos usuários buscar e selecionar a melhor antena para suas necessidades específicas em sistemas RFID;
4. Capítulo 5: No último capítulo, são apresentadas as considerações finais do trabalho. São resumidos os principais resultados obtidos e destacada a relevância do aplicativo desenvolvido. Também são discutidas possíveis melhorias e sugestões para trabalhos futuros relacionados ao tema.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta o embasamento teórico necessário para a compreensão dos principais temas abordados neste trabalho. Inicialmente, será apresentada a história do RFID, fornecendo uma visão geral da evolução dessa tecnologia ao longo do tempo. Serão explorados os marcos históricos, desde os primórdios do conceito de RFID até as inovações mais recentes. Em seguida, será explorada a composição de sistemas RFID, que engloba os principais componentes e elementos presentes em um sistema dessa natureza. Serão abordados os diferentes tipos de *tags*, leitores e antenas utilizadas, bem como suas características e funcionalidades. Por fim, serão discutidas as ferramentas para o desenvolvimento do aplicativo, tais como: ambientes de programação, *frameworks* e linguagens de programação utilizadas para criar o aplicativo.

### 2.1 Histórico RFID

Antes da década de 1990, os sistemas RFIDs passaram por várias etapas de desenvolvimento e avanços significativos. Inicialmente, o RFID era uma tecnologia cara e predominantemente utilizada em aplicações militares. Seu uso era restrito e limitado devido aos altos custos envolvidos. No entanto, a partir dos anos 90, ocorreu uma mudança significativa no cenário do RFID. A tecnologia passou a ser cada vez mais adotada em aplicações comerciais, impulsionada pelo surgimento de novas pesquisas e avanços focados na velocidade e capacidade de armazenamento de dados. Com o tempo, os sistemas RFID se tornaram mais acessíveis e versáteis, permitindo sua utilização em diversos setores da indústria, logística, saúde, varejo e muito mais. Essa transição da tecnologia RFID de uma aplicação restrita e cara para uma solução comercialmente viável foi fundamental para a sua ampla adoção e integração em diversas áreas.

#### 2.1.1 Período pré-1990

Durante o século XIX surgiram as descrições dos aspectos da energia eletromagnética. Diversos estudos realizados por Faraday, Maxwell, Hertz e outros pesquisadores permitiram compreender o funcionamento das ondas eletromagnéticas e observar comportamentos fundamentais. O conhecimento de tais características será essencial para o desenvolvimento do sistema RFID no século XX (HUNT *et al.*, 2007).

Durante a década de 1940, no período da Segunda Guerra Mundial, houve avanços significativos nas pesquisas relacionadas à radiofrequência. Após o fim das guerras, esses

avanços foram direcionados para aplicações fora do meio militar. Um artigo de destaque nessa época foi o de Harry Stockman, intitulado "*Communications by Means of Reflected Power*", que apresentava algo muito próximo do que hoje conhecemos como RFID (HUNT *et al.*, 2007).

Na década de 1950, ocorreram pesquisas importantes relacionadas a aplicações de micro-ondas e transmissões de rádio, que serviram como bases fundamentais para a tecnologia emergente. Além disso, no âmbito militar, surgiu o *Identification friend or foe* (IFF), um sistema para identificação de aeronaves aliadas (BRIDGE, 1980).

A partir dos anos 1960, ocorreu uma década de fundamentação teórica para o surgimento dos sistemas RFID. Foram realizadas pesquisas sobre ativação remota de dispositivos alimentados por radiofrequência e técnicas de transmissão passiva de dados por meio de radares. Nesse período, algumas empresas começaram a desenvolver sistemas antifurto que utilizavam etiquetas de identificação de objetos com apenas 1 bit, que posteriormente foram amplamente utilizadas comercialmente (HUNT *et al.*, 2007).

Nos anos 1970, houve uma grande explosão no envolvimento de empresas, instituições acadêmicas e laboratórios governamentais com a tecnologia RFID. Um avanço notável foi o desenvolvimento de um protótipo para leitura de temperatura em gado leiteiro, com um tempo de leitura de 100 milissegundos. No campo comercial, diversas empresas surgiram com o propósito de explorar as aplicações relacionadas ao RFID, aproveitando os avanços na teoria eletrônica e eletromagnética. Paralelamente, os fundamentos relacionados a hospedagem e redes estavam em seu início, com o surgimento da *Advanced Research Projects Agency Network* (ARPANET), antecessora da Internet (HUNT *et al.*, 2007).

Na década de 1980, surgiram os primeiros sistemas RFID comerciais. Foram desenvolvidos sistemas para gestão de gado e controle de acesso de pessoas. Deve-se enfatizar que nesta época havia pouca interoperabilidade entre sistemas e pouca concorrência no mercado de RFID, o que resultou em altos custos de implementação e impediu um avanço mais expressivo da tecnologia no mercado (HUNT *et al.*, 2007).

### **2.1.2 Período pós-1990**

A última década do século XX testemunhou a integração dos sistemas RFID no mundo dos negócios. Nesse período, os sistemas RFID já apresentavam uma velocidade de leitura considerável, o que permitiu a utilização de pedágios de forma automática. Agências de pedágio nos Estados Unidos começaram a integrar seus sistemas RFID, possibilitando que os motoristas



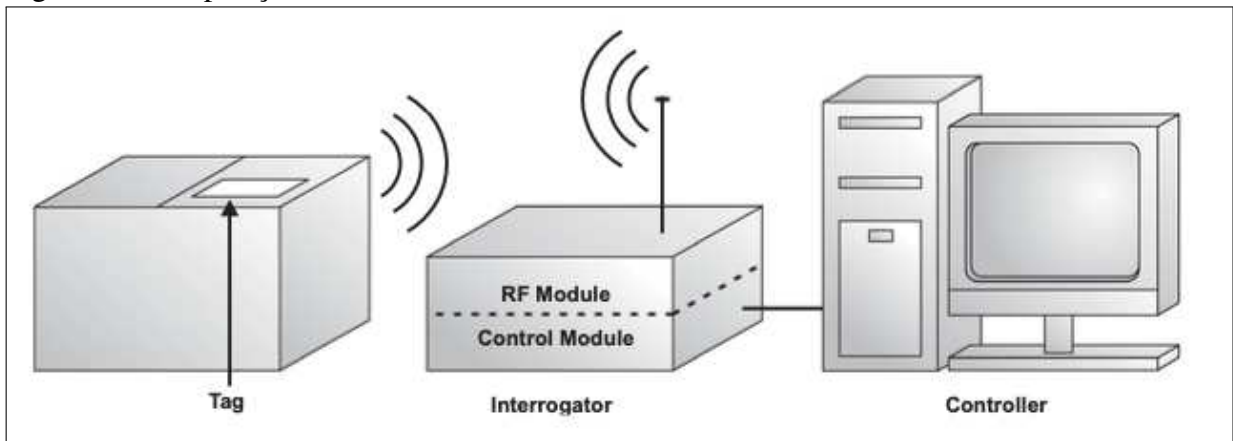
pagassem vários pedágios utilizando a mesma conta. Ao mesmo tempo, empresas ao redor do mundo exploraram a tecnologia e desenvolveram sistemas para controle de passes de eventos, distribuição de gasolina e acesso a veículos. A pesquisa em tecnologia da informação estava em um estágio avançado, evidenciado pela proliferação dos computadores pessoais e Internet. Isso resultou em diversos avanços na indústria RFID, restando apenas o desafio de superar o custo de fabricação das *tags* RFID. No entanto, com os avanços na área de semicondutores, principalmente pelos trabalhos de empresas como IBM, Intel, AMD e Motorola, tornou-se viável a produção de etiquetas RFID a um custo considerado econômico. Os avanços alcançados impulsionaram investimentos no mercado de RFID, resultando no surgimento de muitos empreendimentos. No entanto, muitos sistemas RFID eram proprietários, o que representava uma barreira para o avanço da tecnologia. Como resultado, houve esforços para padronizar a tecnologia, reconhecendo a necessidade de superar essa barreira (HUNT *et al.*, 2007).

A partir da virada do milênio, tornou-se evidente a viabilidade de produzir *tags* RFID a um custo de apenas 0,005 dólares, o que despertou um grande interesse na indústria. Em 2003, dois eventos significativos ocorreram: o Walmart, que era o maior varejista do mundo na época, e o Departamento de Defesa dos Estados Unidos exigiram que seus distribuidores adotassem sistemas RFID até 2005. Essas demandas impulsionaram ainda mais a adoção e o desenvolvimento da tecnologia RFID (HUNT *et al.*, 2007).

## 2.2 Composição de Sistemas RFID

Um sistema RFID básico é composto por três elementos principais: um leitor, uma *tag* e um controlador. Para identificar um objeto específico, uma *tag* é anexada a ele. Quando o objeto com a *tag* entra na área de cobertura do leitor, a *tag*, se for passiva, é energizada e o processo de comunicação é estabelecido. Após a conclusão da comunicação entre a *tag* e o leitor, as informações contidas na *tag* são enviadas para o controlador do sistema. O controlador é um computador com acesso a um banco de dados onde a associação entre os objetos e as informações contidas na *tag* é realizada. Assim, o sistema RFID permite a identificação e rastreamento de objetos por meio da comunicação entre a *tag* e o leitor, com os dados sendo processados e armazenados no controlador do sistema (HUNT *et al.*, 2007). A Figura 2 ilustra a configuração fundamental de um sistema RFID.

Figura 2 – Composição de sistemas RFIDs.



Fonte: (HUNT *et al.*, 2007).

### 2.2.1 TAG

A *tag* desempenha um papel fundamental no sistema RFID, pois é responsável por armazenar as informações essenciais para o funcionamento adequado. As *tags* estão disponíveis em uma variedade de formatos físicos, como moedas, discos, botões, fichas, cartões, etiquetas adesivas, rótulos e chaves. Elas são compostas por uma antena impressa e um *microchip*, que gerencia a memória e segue os protocolos de comunicação com o leitor. Essa combinação permite a troca de dados entre a *tag* e o sistema leitor, viabilizando a identificação e rastreamento dos objetos (HUNT *et al.*, 2007; GLOVER; BHATT, 2006). A Figura 3 mostra uma variedade de *tags* usadas atualmente.

Figura 3 – Variedades de *tags* em uso atualmente.



Fonte: (CO., 2023).

Uma forma comumente utilizada para classificar as *tags* é partir da sua fonte de energia. As *tags* podem ser classificadas como ativas que possuem uma fonte de energia própria e passivas que são *tags* que não possuem fonte de energia própria, dependendo assim da energia gerada pelo campo eletromagnético gerado pelas antenas de gravação e leitura (DOBKIN, 2007). Em uma perspectiva de usabilidade as *tags* passivas apresentam um tamanho menor, com circuitos mais simples e por consequência dos itens anteriores custos de fabricação mais barato, não necessitam de manutenção e sua vida útil é determinada a partir da quantidade de leituras e gravações do *microchip* presente. Porém, a utilização de *tags* passivas limita o alcance do sistema, exige leitores com potência mais elevada, além de uma baixa proteção contra ruídos e

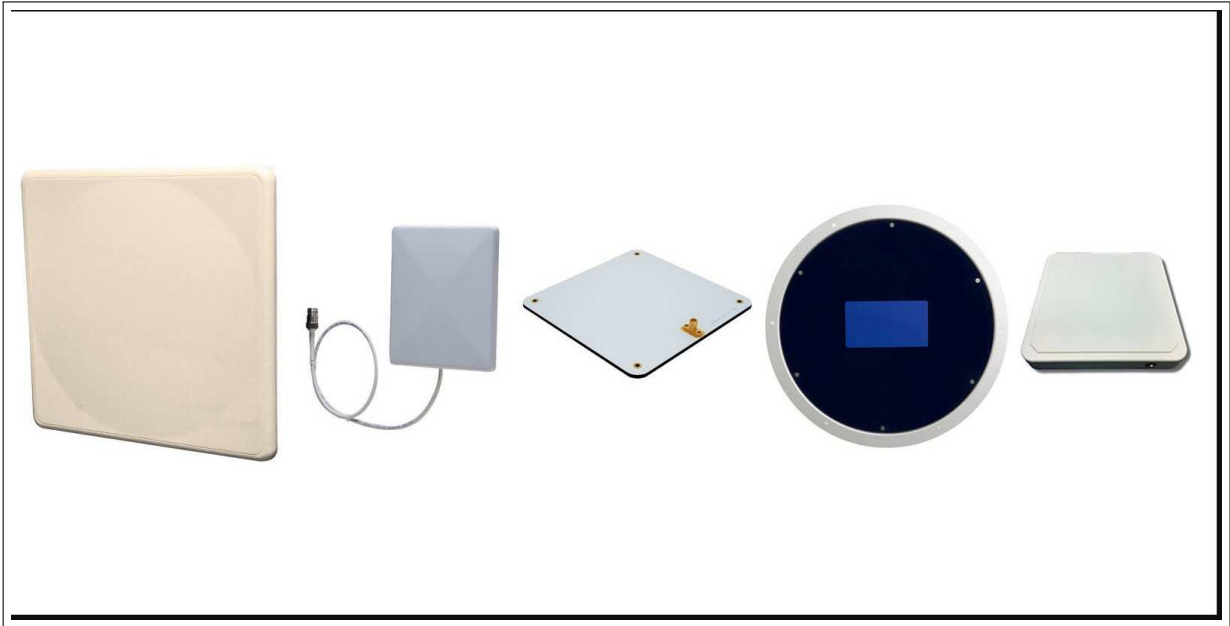
perdas de sinais por interferência devido a impossibilidade de utilizar técnicas de identificação e correção de erros em sinal de rádio (DOBKIN, 2007). As *tags* ativas, por possuírem fonte de energia própria, sendo essa fonte normalmente baterias ou placas solares, apresentam um circuito mais complexo e por consequência um custo de fabricação e tamanho maiores se comparado com as *tags* passivas. Ademais, pela ausência da dependência de energia externa sistemas que utilizam *tags* ativas, apresentam uma quantidade menor de leitores, um alcance elevado, além da possibilidade de comunicação ativa a partir das *tags* uma vez é possível realizar a integração com outros circuitos (DOBKIN, 2007).

Outra forma de classificação das *tags*, está relacionada o seu tipo de memória presente no *microchip*. As *tags* podem ser classificadas como *Read Only*, onde as etiquetas que utilizam este tipo de memória permitem apenas que os dados contidos na mesma sejam lidos. Os dados nesse tipo de memória só podem ser programados uma única vez, não permitindo nenhum tipo de mudança após a programação dos dados; *Write Once Read Many*, que permite que os dados sejam gravados uma única vez na memória, entretanto estes podem ser lidos diversas vezes, além de que os dados podem ser gravados na memória tanto pelo usuário quanto pelo fabricante e por fim *Read-Write* que é a forma mais prática existente entre os três tipos de memórias, pois permite ao usuário reprogramá-las diversas vezes (GLOVER; BHATT, 2006).

### **2.2.2 Leitor RFID**

Os leitores de sistemas de RFIDs desempenham um papel crucial ao facilitar a transferência de dados entre as *tags* e o controlador do sistema. Além de atuarem como intermediários nessa comunicação, os leitores também fornecem um campo eletromagnético para alimentar as *tags* passivas presentes no sistema. Normalmente, os leitores são posicionados de forma fixa no espaço físico onde a identificação de objetos é necessária. No entanto, em determinados casos, como controle de estoques, inventários patrimoniais, acervos de bibliotecas e identificação de pequenos malotes, é extremamente útil utilizar leitores móveis. Esses leitores móveis oferecem uma vantagem significativa em situações em que é impossível contornar obstáculos físicos para realizar leituras ou quando é necessário ter uma área de leitura focada em um ponto específico (DOBKIN, 2007). A Figura 4 mostra uma variedade de leitores usadas atualmente.

Figura 4 – Variedades de leitoras em uso atualmente.



Fonte: (Moe2019)

### 2.2.2.1 Aspectos das Antenas nos Leitores RFID

Os leitores de RFIDs possuem à disposição uma variedade de antenas com diferentes aspectos, como ganho, polarização e frequência de operação. Essas características permitem combinações que possibilitam a aplicabilidade do RFID em diversos projetos. Com essa diversidade, é possível comparar os modelos de antenas RFIDs e escolher o mais adequado para o ambiente ou aplicação em que o sistema será utilizado.

#### 2.2.2.1.1 Ganho

O ganho de uma antena é um parâmetro importante que mede a sua capacidade de concentrar ou direcionar energia radiada em uma direção específica. Basicamente, o ganho é uma medida de eficiência da antena ao transmitir ou receber sinais em relação a uma antena de referência. Salienta-se que os influenciadores do ganho da antena são eficiência e diretividade. A eficiência de uma antena é a capacidade da mesma de converter a potência elétrica aplicada a ela em radiação eletromagnética. Essa eficiência é influenciada por diversos fatores, como perdas devido a materiais utilizados, imperfeições na construção da antena e efeitos ambientais. Enquanto, a diretividade de uma antena é a capacidade de concentrar a energia radiada em uma direção específica. É como se a antena "focasse" o sinal em uma direção preferencial. Quanto maior a diretividade, mais concentrada será a energia radiada em uma direção específica e menor

será a dispersão do sinal em outras direções (SWEENEY, 2005).

Em relação ao sistema de unidade, o ganho de uma antena é expressa em decibéis (dB) em relação a uma antena de referência, que muitas vezes é considerada isotrópica. Esta é um modelo teórico que irradia o sinal de forma uniforme em todas as direções. Por exemplo, um ganho de 3dBi, significa que a antena em questão tem uma capacidade de concentração do sinal em uma direção específica que é 3 decibéis maior do que uma antena isotrópica. É importante destacar que o ganho de uma antena não cria energia adicional, mas sim direciona e concentra a energia já existente. Este aspecto é particularmente útil em aplicações onde é necessário alcançar maiores distâncias de comunicação ou superar obstáculos físicos, permitindo que o sinal seja mais direcionado e com maior intensidade em uma determinada direção (SWEENEY, 2005).

#### 2.2.2.1.2 Polarização

A polarização de uma antena é um importante conceito na área das comunicações sem fio. Ela descreve a orientação do campo elétrico do sinal irradiado pela antena em relação ao plano de propagação. Existem diferentes tipos de polarização, cada um com características distintas que afetam a propagação e o desempenho do sinal. Os três tipos principais de polarização são: linear (horizontal, vertical e inclinada), elíptica (inclinada com defasamento dos campos) e circular.

Na polarização linear, o campo elétrico do sinal se orienta em uma única direção, seja horizontal, vertical ou em um ângulo inclinado. Essa polarização é amplamente utilizada em sistemas de comunicação, como rádio e televisão, onde as antenas de transmissão e recepção devem ser ajustadas de acordo com a orientação desejada. A polarização elíptica ocorre quando o campo elétrico oscila em uma direção que forma uma elipse. Nesse tipo de polarização, ocorre um defasamento entre os componentes vertical e horizontal do campo elétrico, o que confere uma característica particular ao sinal irradiado. Já a polarização circular é uma forma especial de polarização elíptica em que a orientação do campo elétrico gira continuamente em torno da direção de propagação do sinal. A polarização circular é comumente usada em sistemas de satélite, redes sem fio e tecnologias como o RFID (SWEENEY, 2005).

No contexto do RFID, a polarização da antena é particularmente relevante. Os sistemas RFIDs utilizam ondas de rádio para a comunicação entre *tags* e leitores. A escolha adequada da polarização da antena é fundamental para garantir uma comunicação eficiente e confiável. Em certos ambientes, a polarização linear pode ser mais adequada, enquanto em

outros a polarização circular pode ser preferível (SWEENEY, 2005).

#### 2.2.2.1.3 Frequências de Operação

A frequência de operação de uma onda eletromagnética é a quantidade de oscilações que ocorrem em um determinado período de tempo. Ela é medida em hertz (Hz) e determina a taxa de repetição dos ciclos da onda. Quanto maior a frequência, maior é o número de oscilações que ocorrem em um segundo.

No contexto da tecnologia RFID, a frequência de operação é crucial para estabelecer a comunicação entre as *tags* e os leitores. O RFID utiliza ondas eletromagnéticas para transmitir e receber informações. O leitor emite um sinal eletromagnético na frequência de operação correspondente, e as *tags* próximas que estão sintonizadas nessa mesma frequência respondem ao sinal, transmitindo suas informações. Existem diferentes faixas de frequência de operação no RFID, cada uma com características e aplicações específicas. As principais faixas de frequência utilizadas no RFID são:

- Frequência Baixa (LF): Essa faixa opera entre 125 e 134 kHz. É frequentemente utilizada em aplicações de curto alcance, como controle de acesso, sistemas de segurança e identificação de animais;
- Frequência Alta (HF): Essa faixa opera em 13,56 MHz. É comumente usada em aplicações como pagamento por proximidade, cartões de acesso, identificação de produtos e bibliotecas;
- Frequência Ultra-Alta (UHF): Essa faixa opera entre 860 e 960 MHz. É amplamente empregada em aplicações de longo alcance, como logística, rastreamento de estoque e gerenciamento de cadeia de suprimentos;
- Micro-ondas: Essa faixa abrange frequências de 2,5 GHz ou superiores. É utilizada em aplicações que exigem alta velocidade de leitura e processamento, como controle de inventário em tempo real e rastreamento de objetos em movimento rápido.

A escolha da faixa de frequência de operação depende das necessidades específicas de cada aplicação. Considerações como alcance desejado, interferência eletromagnética, tamanho das *tags* e restrições regulatórias são levadas em conta ao determinar a faixa de frequência mais adequada para um sistema RFID.

É importante mencionar que a frequência de operação exerce uma influência significativa no desempenho das *tags*. Para que uma antena tenha um amplo alcance, suas dimensões

devem ser próximas a meio comprimento de onda. O comprimento de onda de 125 kHz é de 2400 metros, enquanto o de 13,56 MHz é de 22 metros. É importante frisar que *tags* com tais dimensões não são práticas, tornando-se inviável seu uso em ambientes reais. Nesse caso, a melhor opção é utilizar a região de campo próximo<sup>1</sup> radiante (região de Fresnel). No entanto, região de campo próximo diminui com o cubo da distância, ou seja, dobrar a distância resulta em uma queda de 8 vezes no campo magnético. Além disso, a resposta da *tag* também é reduzida pelo mesmo fator, resultando em uma perda significativa. Dessa forma, a cobertura usando LF é reduzida. No caso das *tags* UHF, é possível criar antenas dipolo eficientes de meia onda, uma vez que o comprimento de onda é de cerca de 33 cm. Nesse cenário, a *tag* opera no campo distante<sup>2</sup> (zona de Fraunhofer) possibilitando alcance superior (SAUSE, 2016).

Em suma, a escolha da frequência de operação no RFID tem um impacto direto no alcance e desempenho das *tags*. As frequências LF e HF operam no campo próximo, com alcances limitados, enquanto a frequência UHF permite operar no campo distante, oferecendo maiores alcances de leitura.

### 2.2.3 Controlador

O controlador é o cérebro de qualquer sistema RFID. Os controladores são responsáveis por gerenciar os eventos que acontecem nas redes RFID. Normalmente os controladores de uma rede RFID são computadores ou estações de trabalho que possuem algum tipo de banco de dados para armazenar as informações geradas a partir dos eventos na rede RFID, permitindo que sejam realizadas ações como alerta responsáveis pelo mantimento de um estoque da ausência de um produto, rastreamento de objetos, verificação de identidade e autorização de acesso a espaços controlados ou até mesmo a realização de débito em cenários de aplicações financeiras como máquinas de cartões (HUNT *et al.*, 2007).

## 2.3 Ferramentas e Arquiteturas para Desenvolvimento de Aplicativos Móveis

No mundo cada vez mais conectado e voltado para *smartphone*, o desenvolvimento de aplicativos móveis se tornou uma necessidade fundamental para empresas e desenvolvedores. A criação de uma aplicação móvel de qualidade requer o conhecimento e a utilização das

<sup>1</sup> Dentro do campo próximo, a intensidade do campo magnético decai rapidamente como  $1/d^3$  ( $d$  = distância entre a antena do leitor e a *tag*).

<sup>2</sup> No campo distante, a potência na *tag* é atenuada para  $1/d^2$  ( $d$  = distância entre a antena do leitor e a *tag*).



ferramentas e arquiteturas certas. Nesta seção, iremos explorar as principais ferramentas e arquiteturas utilizadas no desenvolvimento de aplicativos móveis, abrangendo desde o *design* de interface de usuário até a escolha da arquitetura de *software* adequada.

### 2.3.1 Ferramentas de Design e Prototipagem

O desenvolvimento de um aplicativo móvel tem como ponto de partida o aspecto visual da interface. É crucial que o design seja capaz de transmitir de forma direta o objetivo do aplicativo, utilizando um layout simples e eficiente, além de uma paleta de cores adequada. Além disso, é por meio dessa etapa que serão criados os fluxos da aplicação que representam a jornada do usuário ao usar o aplicativo, desde o momento em que ele abre o aplicativo até alcançar seus objetivos ou concluir uma tarefa específica.

#### 2.3.1.1 Figma

O Figma é um *software* de *design* vetorial e prototipagem colaborativo na qual permite que *desings*, desenvolvedores e profissionais focados na experiência do usuário possam criar, analisar e validar ideias dos aplicativos e sites de forma colaborativa. Além das ferramentas vetoriais, controle de camadas e a possibilidade compartilhamento de projeto *online* a partir do Figma é possível realizar a prototipagem de aplicativos de forma rápida devido a presença de *Plugins*<sup>3</sup> e projetos disponibilizados pela sua comunidade (GONZALEZ, 2017).

#### 2.3.1.2 Adobe XD

Desenvolvido e mantido pela Adobe o mesmo é uma ferramenta de *design* vetorial voltada para o desenvolvimento de *design* para aplicativos móveis e páginas web com a possibilidade de criação de protótipos animados (TOLEDO, 2021; HE, ). No Adobe XD é possível utilizar recursos de componentização, redimensionamento responsivo e de visualização de protótipos em dispositivos compatíveis. Além dos recursos anteriormente citados vale ressaltar a interoperabilidade do Adobe XD com outras ferramentas da Adobe, onde é possível enviar imagens, animações, vídeos para diferentes *softwares* como *Illustrator*, *Photoshop* e *After Effects* (TOLEDO, 2021; BRASIL, 2021).

<sup>3</sup> Módulos de *software* que podem ser adicionados a um sistema ou plataforma existente para adicionar funcionalidades extras ou estender as capacidades do sistema principal. Eles são projetados para serem facilmente integrados e trabalhem em conjunto com o *software* principal, permitindo a personalização e aprimoramento das funcionalidades de acordo com as necessidades específicas do usuário.

Por fim, além dos recursos de gerenciamento de mídias dentro do ecossistema Adobe, torna-se possível a integração com ferramentas de produtividade colaborativas como Microsoft Teams e Slack (KINGSTON, 2020).

### 2.3.1.3 *Sketch*

Lançado pela empresa holandesa Sketch BV no decorrer da década de 2010, o Sketch é uma poderosa ferramenta de edição vetorial projetada para impulsionar a excelência no design de interfaces do usuário e na análise da experiência do usuário em aplicativos móveis e na web. O *Sketch* oferece aos designers um conjunto de recursos avançados para aprimorar a criação de designs escaláveis. Com a capacidade de editar vetores de forma precisa, os designers podem expressar sua criatividade com precisão milimétrica. Além disso, a funcionalidade de símbolos do *Sketch* permite a criação de componentes reutilizáveis, acelerando o processo de *design* e garantindo consistência em todo o projeto (KOVACS, 2021).

## 2.3.2 *Arquitetura de Software*

Arquitetura de *software* é o processo que engloba a organização de um sistema. Este descreve seus componentes, relacionamentos, comportamentos e sua dinâmica para atender aos requisitos do solicitados. O mesmo tem objetivo de manter a desempenho e segurança do aplicativo em nível adequados.

Dentro da arquitetura de *software*, é realizado uma análise minuciosa do funcionamento do *back-end* da aplicação. Essa é a parte responsável por validar as regras de negócio, controlar o acesso aos dados e realizar as atualizações necessárias. Além disso, também é definido o comportamento do *front-end*, que é a camada responsável pela gestão dos elementos visuais apresentados ao usuário. Nesse contexto, são estabelecidos padrões de desenvolvimento e a estrutura do código das aplicações. Alguns padrões comumente utilizados incluem o Monolítico, Microservices e Serverless. Cada um desses padrões possui suas características distintas e é aplicado de acordo com as necessidades específicas do projeto (SANTOS, 2021).

### 2.3.2.1 *Arquitetura Monolítica*

Essa arquitetura todos os componentes de uma aplicação são desenvolvidos juntos e o gerenciamento é feito de forma totalmente centralizado. Aplicações desenvolvidas utilizando

a arquitetura Monolítica podem ter suas funções distribuídas em um único pacote e o acesso as suas funções não tem dependência com integrações. O padrão Monolítico apresenta pouca necessidade de diversificação de tecnologias sendo possível se comparadas com outras estruturas permitindo que suas estruturas apresentem grande simplicidade, porém a longo prazo as aplicações que seguem esse padrão apresentam dificuldades na sua manutenção e atualização devido o crescimento comum de funções dentro da aplicação (MARKETING, 2020).

### 2.3.2.2 *Arquitetura de Microsserviços*

Seguindo de forma totalmente contrária a arquitetura Monolítica a arquitetura de Microsserviços segue dividindo a aplicação em pequenos serviços independentes que se comunicam a partir de padrões bem definidos. Os serviços têm seus papéis bem definidos e são atualizados, implantados e escalonados com a finalidade de atender a demanda específica de funções da aplicação.

As vantagens de uma arquitetura de Microsserviços são a agilidade no desenvolvimento da aplicação pois cada serviço consegue fornecer um contexto claro da sua função na aplicação, escalabilidade flexível que permite os responsáveis técnicos possam visualizar de forma clara as necessidades de infraestrutura e custos de um novo recurso, reutilização de código uma vez que um serviço pode ser utilizado em vários recursos ou até mesmo aplicações diferentes, rastreabilidade de falhas e resiliência da aplicação uma vez que a falha ou indisponibilidade um serviço resulta apenas na degradação de uma ou algumas funções da aplicação. Por outro lado aplicações que desenvolvidas dentro de uma arquitetura de Microsserviços apresentam uma complexidade maior para definir uma simples função dentro da aplicação, uso excessivo de rede uma vez que a organização da aplicação pode gerar uma cadeia de comunicação extremamente prolixa, vulnerabilidades devido a falhas na documentação e definição de serviços e a grande abertura de comunicação entre serviços e problemas relacionados a governança das equipes de desenvolvimento e manutenção da aplicação pois é necessário um esforço maior para definir padrões de projeto (SANTOS, 2021).

### 2.3.2.3 *Arquitetura Serverless*

Arquitetura Serverless ou arquitetura sem servidor é uma arquitetura que permite o desenvolvimento de aplicações sem o gerenciamento de infraestrutura. Apesar do nome referir a ausência de servidores a aplicação continua dependendo de servidores de um provedor de

nuvem, o seu gerenciamento fica terceirizado pela equipe de desenvolvimento e manutenção da aplicação, que também fornece funções básicas comuns a aplicações como serviços de criptografia, autenticação e bancos de dados. Outro ponto importante dessa organização de aplicações é que os recursos necessários para o funcionamento da aplicação são disponibilizados por demanda sendo necessário que as equipes de desenvolvimento utilizando contêineres para que a aplicação possa ser iniciada de forma rápida e o gerenciamento de recursos seja feita de forma isolada para cada aplicação dentro dos servidores do provedor de nuvem. (AMAZON, 202; HANCOCK *et al.*, 2022; MAHMOUDI; KHAZAEI, 2023)

Além da redução de custos operacionais relacionados ao gerenciamento e criação de algumas funções básicas da aplicação que são fornecidas pelo provedor de nuvem a arquitetura *Serveless* apresenta uma redução de custo pois a alocação de recursos para aplicação é feita por demanda diferente de outras arquiteturas em que os recursos ficam disponíveis a todo instante. Porém as desvantagens dessa abordagem é a criação de dependência com os provedores de nuvem, possíveis restrições de interação com componentes da aplicação (AMAZON, 202; HANCOCK *et al.*, 2022; MAHMOUDI; KHAZAEI, 2023)

### 2.3.3 *Biblioteca e Framework*

Dentro do desenvolvimento de aplicações, tanto móveis quanto web, é comum a utilização de bibliotecas e *frameworks* para facilitar o processo de construção e oferecer soluções prontas para determinadas funcionalidades.

Uma biblioteca consiste em um conjunto de funções, métodos e modelos de dados que são comuns a diversas aplicações. Elas podem variar desde simples operações matemáticas até operações complexas que envolvem chamadas ao sistema operacional ou ordenação de dados. No contexto do desenvolvimento móvel e web, as bibliotecas são utilizadas para adicionar funcionalidades específicas a uma aplicação. Um exemplo conhecido é o jQuery, uma biblioteca JavaScript que simplifica a manipulação e a interação com elementos *HyperText Markup Language* (HTML) e *Cascading Style Sheets* (CSS) em aplicações web. (ROSA, 2022; HANASHIRO, 2020)

Por outro lado, um *framework* é uma estrutura mais abrangente que oferece uma base para o desenvolvimento de aplicações completas. Ele consiste em um conjunto de abstrações, bibliotecas e padrões que ajudam a estabelecer a arquitetura, a lógica e os fluxos de controle de uma aplicação. Este fornece uma estrutura robusta para o desenvolvimento, permitindo que

os desenvolvedores construam aplicativos mais rapidamente, seguindo padrões e boas práticas estabelecidas. Exemplos populares de *frameworks* incluem o AngularJS, ReactJS, Vue.js e o próprio React Native.(ROSA, 2022; HANASHIRO, 2020)

No caso específico do React Native, ele é classificado como um *framework* de desenvolvimento de aplicativos móveis. Ele utiliza o React, um *framework* JavaScript para construção de interfaces de usuário, e o combina com componentes nativos para criar aplicativos nativos. O React Native oferece uma série de componentes reutilizáveis e APIs que permitem aos desenvolvedores criar interfaces de usuário consistentes e de alto desempenho.(ROSA, 2022; HANASHIRO, 2020)

A escolha entre usar uma biblioteca ou um *framework* depende do escopo e das necessidades do projeto. As bibliotecas são utilizadas para adicionar funcionalidades específicas a uma aplicação, enquanto os *frameworks* fornecem uma estrutura completa para o desenvolvimento de aplicações.(ROSA, 2022; HANASHIRO, 2020)

#### **2.3.4 Banco de dados e Gerenciadores de Banco de Dados**

Banco de dados é um sistema de armazenamento de informações de forma organizada e estruturada com o intuito de melhorar a celeridade na busca de informações. Por exemplo, imagine que um comércio eletrônico tenha um grande número de clientes e produtos em seu catálogo. Sem um banco de dados eficiente, seria extremamente difícil gerenciar todas as informações relevantes, como detalhes dos clientes, histórico de compras, informações de estoque e características dos produtos.

Existem diversos tipos de banco de dados, porém atualmente os dois tipos de banco de dados mais utilizados são os banco de dados relacionais e não relacionais (DATE, 2004). Os bancos de dados relacionais são bancos que permite o relacionamento das informações a partir de chaves identificadoras, permitindo a composição de informações mais complexas dos dados armazenados. Já por outro lado os banco de dados não relacionais são banco de dados que apresentam estruturas mais simples na sua organização não permitindo a composição de dados mais complexos porém seu desempenho é maior e o custo para manter sua estrutura é menor (EDUCAÇÃO, 2022).

#### 2.3.4.1 *SQLite*

SQLite é uma biblioteca de linguagem C que implementa um mecanismo de banco de dados consulta de dados pequeno, rápido, independente, de alta confiabilidade e completo (SQLITE, 2023). O SQLite fornece um banco relacional e ocupa atualmente a nona posição de mecanismo de banco de dados mais usado no mundo (DB-ENGINES, 2023).

#### 2.3.4.2 *Hive Flutter*

Banco de dados não relacional feito exclusivamente na linguagem de programação Dart. Este banco utiliza o conceito de chave-valor, que é a utilização de chaves únicas para acessar dados simples ou compostos e excelente desempenho se comparado com opções disponíveis para utilização junto com o Flutter, segundo os resultados dos testes realizados pelo desenvolvedor o Hive apresenta tempo de gravação e leitura próximo de 0 ms para 1000 gravações e leituras de dados simples. Além de apresentar um tempo menor em operações de leitura e gravação se comparado com o SQLite o Hive fornece funções para encriptação do banco de dados e compatibilidade em projetos desenvolvidos para dispositivos móveis, *desktops* e web (HIVEDB, 2023).

#### 2.3.4.3 *Firebase*

O Firebase, desenvolvido pelo Google, é uma plataforma composta por um conjunto de soluções que visam facilitar o desenvolvimento de novas aplicações. Essas soluções abrangem todo o processo de criação, fornecendo recursos como bancos de dados, bibliotecas e ferramentas para engajamento do usuário e resolução de problemas. Com o Firebase, é possível criar tanto bancos de dados relacionais quanto não relacionais, definir regras de acesso aos dados, criar consultas dinâmicas utilizando as interfaces gráficas fornecidas pela plataforma, monitorar a aplicação em ambiente de produção para identificar falhas ou lentidão, enviar notificações para dispositivos, configurar ajustes remotamente com base nas informações do usuário e realizar testes (GOOGLE, 2023).

Essa plataforma tem como objetivo principal simplificar e agilizar o processo de desenvolvimento de novas aplicações, oferecendo uma ampla gama de bibliotecas disponíveis para diferentes tecnologias de desenvolvimento de aplicações (GOOGLE, 2023).

#### 2.3.4.4 *Cloud Firestore*

O Firebase Cloud Firestore é uma solução oferecida pelo Google como parte do ecossistema do Firebase. Ele permite a criação rápida e fácil de um banco de dados não relacional, sem a necessidade de configurar um servidor de gerenciamento de banco de dados, criar uma API web para controlar o acesso ao banco ou contratar previamente uma plataforma de hospedagem para disponibilizar o banco de dados na web. Uma das vantagens do Firebase Cloud Firestore, assim como várias outras aplicações disponíveis no Firebase, é que ele oferece um limite de uso gratuito dentro da plataforma.

Ao mesmo tempo, apresenta flexibilidade na criação de banco de dados, permitindo estruturar os dados de acordo com as necessidades da aplicação. Ele também oferece consultas dinâmicas, que facilitam a recuperação de dados específicos com base em filtros e ordenações. Outro recurso importante do mesmo é a capacidade de atualização em tempo real. Isso significa que, quando ocorre uma alteração nos dados do banco, os clientes conectados recebem essas atualizações automaticamente, sem a necessidade de atualizar manualmente a página. Essa funcionalidade é especialmente útil para aplicativos que exigem sincronização em tempo real entre diferentes dispositivos ou usuários (FIRESTORE, 2023).

Por fim, o Firebase Cloud Firestore além de oferecer suporte *offline* para aplicativos, armazena os dados localmente nos dispositivos, sincronizando-os automaticamente com o banco de dados na nuvem quando a conexão é restabelecida, e também é altamente escalável para lidar com grandes volumes de dados e tráfego de usuários, sendo especialmente vantajoso para aplicativos em crescimento (FIRESTORE, 2023).

#### 2.3.5 *Kit de Desenvolvimento para Multiplataforma*

Com a popularização de diversos sistemas operacionais em dispositivos móveis, computadores e notebooks os programadores passaram a ter uma exigência maior relacionada a gerencia dos códigos fontes devido a necessidade de geração de uma mesma regra de negócio em linguagens de programação diferentes. Esse problema veio de devido a necessidade em que o usuário final muita das vezes tem acesso a diferentes tipos de dispositivos para a realização de uma mesma ação (WANG *et al.*, 2012).

Dentro desse contexto surgiram diversos *frameworks* com o objetivo de realizar o compartilhamento de um mesmo código fonte para diversos sistemas operacionais diferentes,

possibilitando assim um alto reaproveitamento de código fonte dentro de aplicações desenvolvidas. Essa busca por uma melhoria na manutenção de aplicações trouxe os *frameworks* que originalmente tinham apenas códigos genéricos para o contexto de desenvolvimento que estavam inseridos, passaram a ser torna ferramentas poderosas relacionado a criação de aplicações denominadas *Cross-Platform* (WANG *et al.*, 2012).

A partir dessa demanda crescente da necessidade de manter um mesmo código fonte para vários sistemas operacionais ou plataformas diferentes surgiram *frameworks* como Ionic, React Native e Flutter. O Ionic e React compartilham em comum a linguagem de programação base utilizada.

#### 2.3.5.1 *Flutter*

Flutter é um *kit* de desenvolvimento multiplataforma mantido pelo Google e desenvolvido na linguagem Dart. Desenvolvedores que utilizam flutter conseguem gerar um mesmo código para os ambientes Android, IOS, Mac OS, Windows, Linux e Web com alto nível de aproveitamento de código e gerenciamento de dependências totalmente centralizado no *framework*. Além de apresentar a disponibilidade de publicação em vários ambientes o Flutter fornece meios de controlar de forma simples cada componente que está sendo renderizado na tela resultado em aplicações com alto de desempenho, chegando a taxa de atualização da tela de 120 quadros por segundo (BOUKHARY; COLMENARES, 2019; DEV, 2023).

A disponibilidade e o desempenho do flutter estão diretamente associados ao alto grau de portabilidade da linguagem Dart, onde o processo de execução de uma aplicação em Flutter ocorrer nas plataformas a partir da disponibilidade da maquina virtual do Dart (BOUKHARY; COLMENARES, 2019).

Ademais, além dos pontos relacionados a disponibilidade e desempenho das aplicações desenvolvidas em Flutter, o *framework* também fornece uma padronização forte como guia de Design do Google Material Design 3, o que permite a rápida criação de designs baseados nesse guia de Design (LOUGHEED, 2023).

#### 2.3.5.2 *React Native*

*Framework* desenvolvido e lançado pelo Facebook em 2015, o React Native é um *framework* de desenvolvimento que utiliza a linguagem JavaScript e permite o desenvolvimento de aplicações para as plataformas IOS e Android. Desenvolvido a partir da biblioteca de interface



React o React Native disponibiliza que desenvolvedores que dominem JavaScript consigam disponibilizar aplicações para dispositivos móveis (IRAWAN *et al.*, 2021; CASS, 2022).

Devido a popularidade do JavaScript no desenvolvimento Web e com a grande adesão de aplicações Web para dispositivos móveis o React Native é uma opção bastante adotada por equipes de desenvolvimento devido a familiaridade dos programadores com a linguagem sua linguagem de programação. Ademais, o React Native permite que desenvolvedores que dominem JavaScript consigam acessar componentes nativos das plataformas em que desejam disponibilizar novas aplicações, uma vez que as aplicações em React Native acessam de forma direta os componentes nativos das plataformas que são disponibilizadas (IRAWAN *et al.*, 2021).

### 2.3.5.3 *Ionic*

Lançado em 2013 o Ionic é um *kit* de desenvolvimento multiplataforma que construído sobre as estruturas do Angular JS e do Apache Cordova que permite o desenvolvimento de aplicações para as plataformas Android, IOS e Windows. O Ionic permite que aplicações sejam criadas a partir da utilização de tecnologias comuns para o desenvolvimento Web, como HTML, CSS e JavaScript (TECNOLOGIA, 2023).

As aplicações desenvolvidas em Ionic utilizam o Apache Cordova como meio de comunicação com o sistema operacional a partir de *plugins* que podem ser adicionadas ao projeto. De forma muito rudimentar o Ionic pode ser visto como uma *Web View* muito otimizada pela estrutura do Angular JS (MEDIA, ; TECNOLOGIA, 2023).

### 3 METODOLOGIA

Este capítulo tem como objetivo apresentar o *design* do aplicativo proposto, abrangendo aspectos como cores, fontes e componentes, como botões e barras de navegação. Além disso, serão discutidos os objetivos da aplicação, bem como a arquitetura e as tecnologias utilizadas. Será estabelecida uma clara definição dos problemas que a aplicação pretende resolver, assim como das necessidades dos usuários que serão atendidas.

#### 3.1 Prototipagem

Seguindo as melhores práticas para o desenvolvimento de uma nova aplicação, optou-se pela criação de *wireframes* como base para o design e levantamento de requisitos das tecnologias utilizadas durante o projeto. No contexto da criação de um protótipo, foi escolhido o *software* de *design* e prototipagem Figma, considerando a familiaridade do responsável técnico pelo projeto com essa ferramenta, bem como a ampla gama de *plugins* disponíveis que facilitam o processo de prototipagem, fornecendo imagens e padronizações. Além disso, a disponibilidade de uma versão gratuita com restrições não afeta os objetivos deste projeto.

##### 3.1.1 *Desing do Aplicativo Proposto*

O Material Design é uma ferramenta valiosa para desenvolvedores independentes que desejam criar aplicativos móveis com *design* de qualidade, mesmo sem possuírem amplo conhecimento na área. Criado pelo Google, esse guia reúne as melhores práticas e diretrizes para o *design* de interfaces, visando proporcionar uma experiência de usuário fluida, natural, intuitiva e consistente em todas as plataformas, incluindo *smartphones*, *tablets* e computadores. Inspirado pelo mundo real, o Material Design utiliza elementos como texturas e sombras para criar interfaces que se assemelham às interações do mundo físico. Ao seguir suas diretrizes, os desenvolvedores podem criar interfaces atraentes, funcionais e coerentes, oferecendo aos usuários uma experiência familiar e intuitiva.

Dessa forma, para garantir uma boa visualização das informações, acessibilidade e uma padronização gráfica alinhada com a Universidade Federal do Ceará, a primeira etapa do desenvolvimento do aplicativo proposto consistiu na utilização do Material Design como método de criação do *design*.

### 3.1.1.1 Cores e Fontes

A acessibilidade e a usabilidade da aplicação exercem uma grande influência sobre as cores e fontes definidas, que compõem os componentes de *design*. Com base nisso, foram estabelecidos requisitos que nortearam as etapas de definição de cores e fontes:

- As cores dos textos e do fundo devem ser complementares ou apresentar um bom contraste, a fim de garantir que pessoas com baixa visão consigam utilizar a aplicação;
- O tamanho dos textos da aplicação deve ter um mínimo estabelecido, proporcionando uma leitura fácil e acessível.

Esses dois requisitos são amplamente abordados nas seções de acessibilidade e de tipografia do Material Design M3. O Material Design M3 fornece diretrizes relacionadas a cores e fontes dentro do projeto, além de apresentar soluções direcionadas para tecnologias assistivas. Na seção de tipografia, existem padronizações de tamanhos de fontes baseadas em componentes comuns a várias aplicações, com o objetivo de proporcionar uma boa definição e compreensão das informações apresentadas nos textos.

Para facilitar a criação do guia de cores da aplicação de forma automática e disponibilizá-lo dentro do projeto, utilizou-se o *plugin* Material Theme Builder. Através desse *plugin*, é possível gerar o guia de cores automaticamente, informando as cores primária, secundária e, opcionalmente, a terciária e quaternária, de forma manual, conforme demonstrado na Figura 5a.

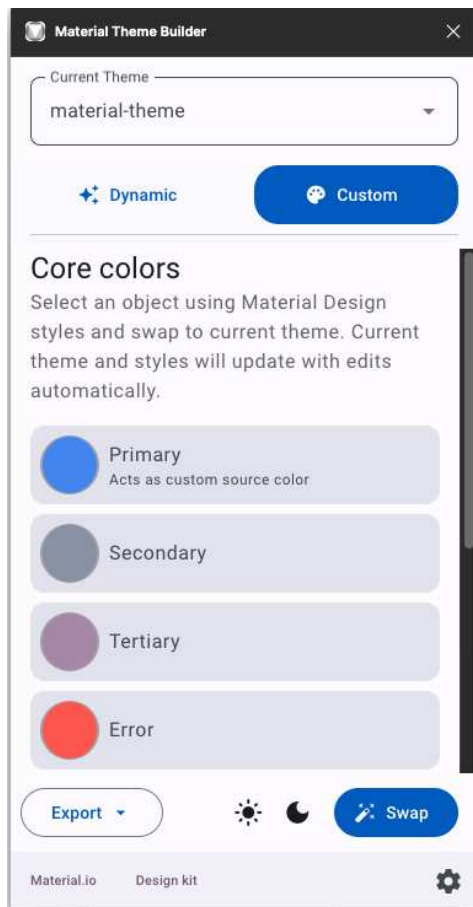
A Figura 5a também apresenta outro recurso do *plugin*: a possibilidade de definir cores a partir da leitura de uma imagem enviada para o *plugin*. Utilizando a geração automática a partir da logo da UFC, conforme mostrado na Figura 5b, foi criado o esquema de cores apresentado.

O esquema de cores é dividido em temas claro e escuro, abrangendo todas as variações de cores recomendadas para uso, com base no guia de design que compõe o projeto, disponível no manual de design gerado no projeto.

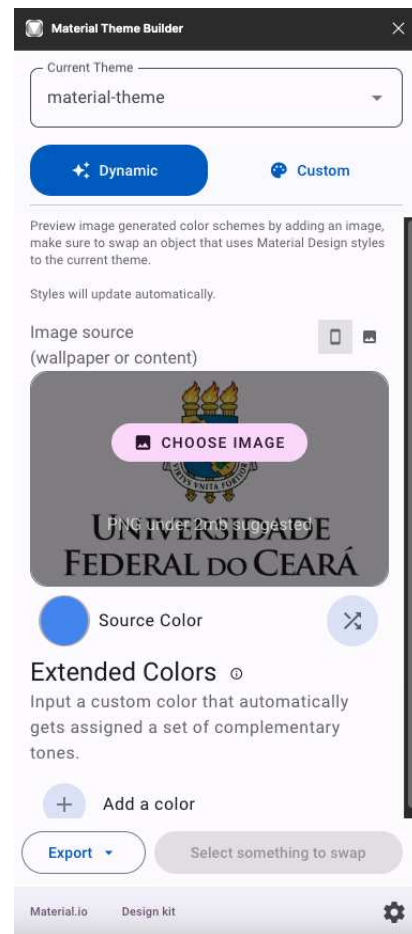
### 3.1.1.2 Componentes

Os botões, barras de navegação, campos de texto e outros elementos estão disponíveis pela equipe do Material Design 3, por meio de um projeto compartilhado na comunidade Figma. O projeto do Material Design 3 no Figma é facilmente copiável e personalizável. Dentro do Figma, é possível realizar a troca de cores, redimensionar e adaptar os componentes conforme

Figura 5 – Material *Theme Builder*.



(a) Material *Theme Builder*.



(b) Material Theme Builder - Modo *Dynamic*.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

necessário para cenários específicos de design e prototipagem de aplicações para dispositivos móveis, web e *desktop*.

No contexto deste projeto, a necessidade de adaptar todos os componentes é reduzida, uma vez que não utilizamos uma ampla gama de elementos apresentados no guia de *design*. Portanto, a adaptação dos componentes é feita com base nas telas e nos casos de uso analisados, atendendo às demandas específicas do projeto.

### 3.1.1.3 *Objetivos da aplicação*

Com o objetivo de criar uma aplicação que facilite a localização de antenas RFID para usuários com pouco ou nenhum conhecimento técnico, foram estabelecidos os seguintes critérios para o fluxo e a organização das telas, bem como a quantidade de informações apresentadas:

- As telas devem apresentar apenas as informações estritamente necessárias, evitando o

- excesso de terminologia técnica e deixando essas informações como secundárias;
- Os textos devem ser curtos e objetivos, utilizando uma linguagem acessível ao público em geral, de modo a facilitar a compreensão das funcionalidades da aplicação;
  - Os componentes utilizados nas telas devem ser os mais comuns e familiares possíveis, levando em consideração a familiaridade dos usuários com outras aplicações disponíveis;
  - Cada componente deve ser autoexplicativo, seja por meio de textos de ajuda ou pela sua integração com o contexto da tela, proporcionando uma experiência intuitiva ao usuário.

Dentro dos objetivos estabelecidos, será realizada a revisão e melhoria do fluxo e das telas específicas do projeto, com o único propósito de proporcionar uma interação de qualidade com o usuário, garantindo que a aplicação seja fácil de usar e compreender.

### **3.1.2 Funções da Aplicação**

Considerando os objetivos gerais da aplicação, foram identificados três cenários básicos nos quais o usuário pode estar inserido:

- O usuário conhece alguma aplicação que já utiliza a tecnologia RFID e deseja descobrir a antena utilizada ou recomendada;
- O usuário possui uma antena RFID e deseja descobrir as aplicações possíveis;
- O usuário não possui conhecimento sobre nenhuma aplicação de RFID e não possui uma antena RFID, mas deseja implementar uma nova aplicação.

Com base nesses três cenários, foram elaborados os fluxos de busca por aplicação, busca por antena e um questionário. Todos esses fluxos convergem para a tela de exibição de uma aplicação ou para a tela de sucesso da busca por informações.

A tela de exibição de uma aplicação apresentará as informações básicas sobre a aplicação em questão, bem como as antenas associadas a ela.

#### **3.1.2.1 Busca por aplicação**

A busca por aplicação tem como objetivo permitir que o usuário encontre uma aplicação de RFID a partir do nome da aplicação. Dentro dessa proposta, o usuário deve conseguir encontrar uma aplicação por meio de uma busca baseada no nome das aplicações presentes na base de dados do aplicativo.

A busca por aplicação é o cenário mais básico em termos de complexidade operacional, uma vez que utiliza poucos componentes e é baseada em uma única informação. Na Figura

6, é possível verificar que a tela exibida apresenta apenas um campo de busca. A partir do texto digitado pelo usuário, o aplicativo deve realizar a busca pelo nome das aplicações e exibir o resultado correspondente.

Figura 6 – Prototipagem de uma interface para busca por aplicação.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

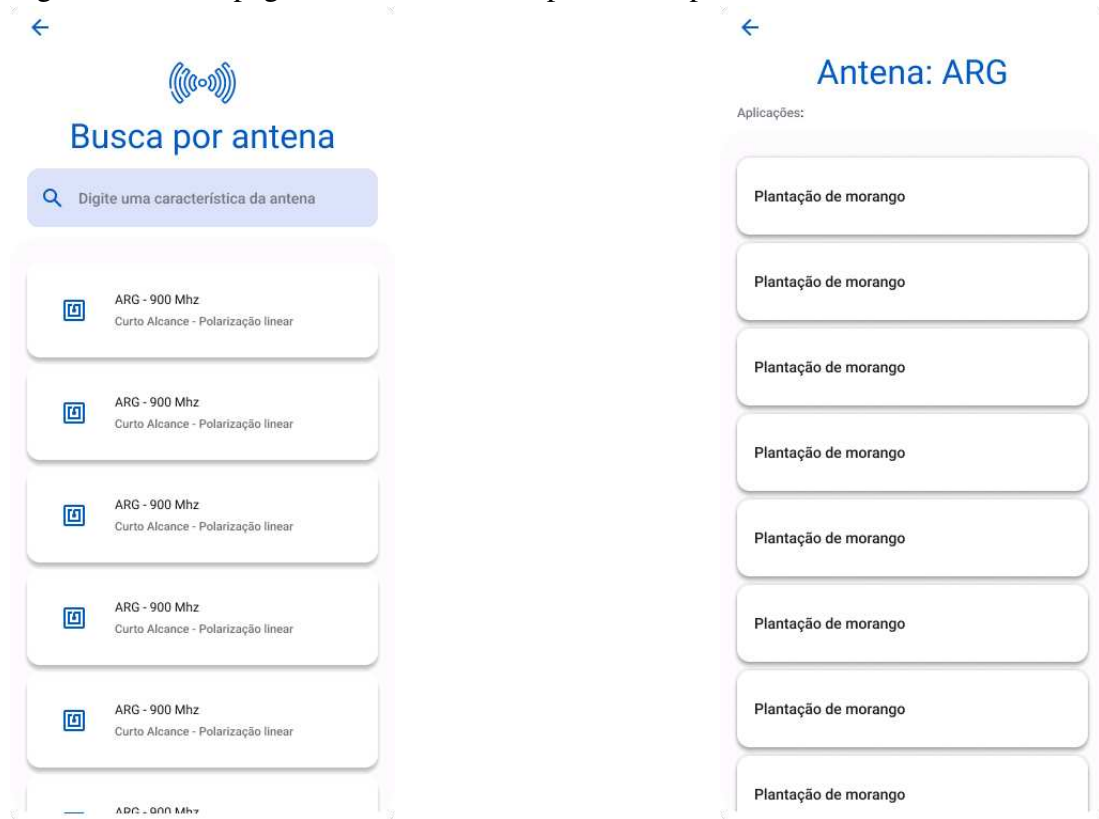
O *card* de resultado da busca deve trazer apenas o nome da aplicação. Em caso de nome muito extenso, o texto deve ser quebrado em duas linhas. Além disso, ao serem tocados, os *cards* devem direcionar para a tela da aplicação correspondente.

### 3.1.2.2 Busca por antena

A busca por antena tem como objetivo permitir que o usuário localize aplicações de RFID com base nas características da antena. A partir desse objetivo, o usuário deve ter um campo no qual possa digitar a característica ou modelo da antena. A aplicação, então, deve retornar uma lista de antenas e, posteriormente, após selecionar uma antena, a aplicação deve retornar a lista de aplicações associadas a essa antena.

Na Figura 7a, é apresentada a tela de busca por características ou modelo da antena. Os *cards* com as antenas devem trazer apenas o nome da antena, o alcance e a polarização.

Figura 7 – Prototipagem de uma interface para busca por antenna.



(a) Interface de busca por antenna.

(b) Resultado da busca por antenna.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Ao serem tocados, os *cards* devem direcionar para a tela de aplicações associadas à antenna correspondente, conforme exemplificado na Figura 7b.

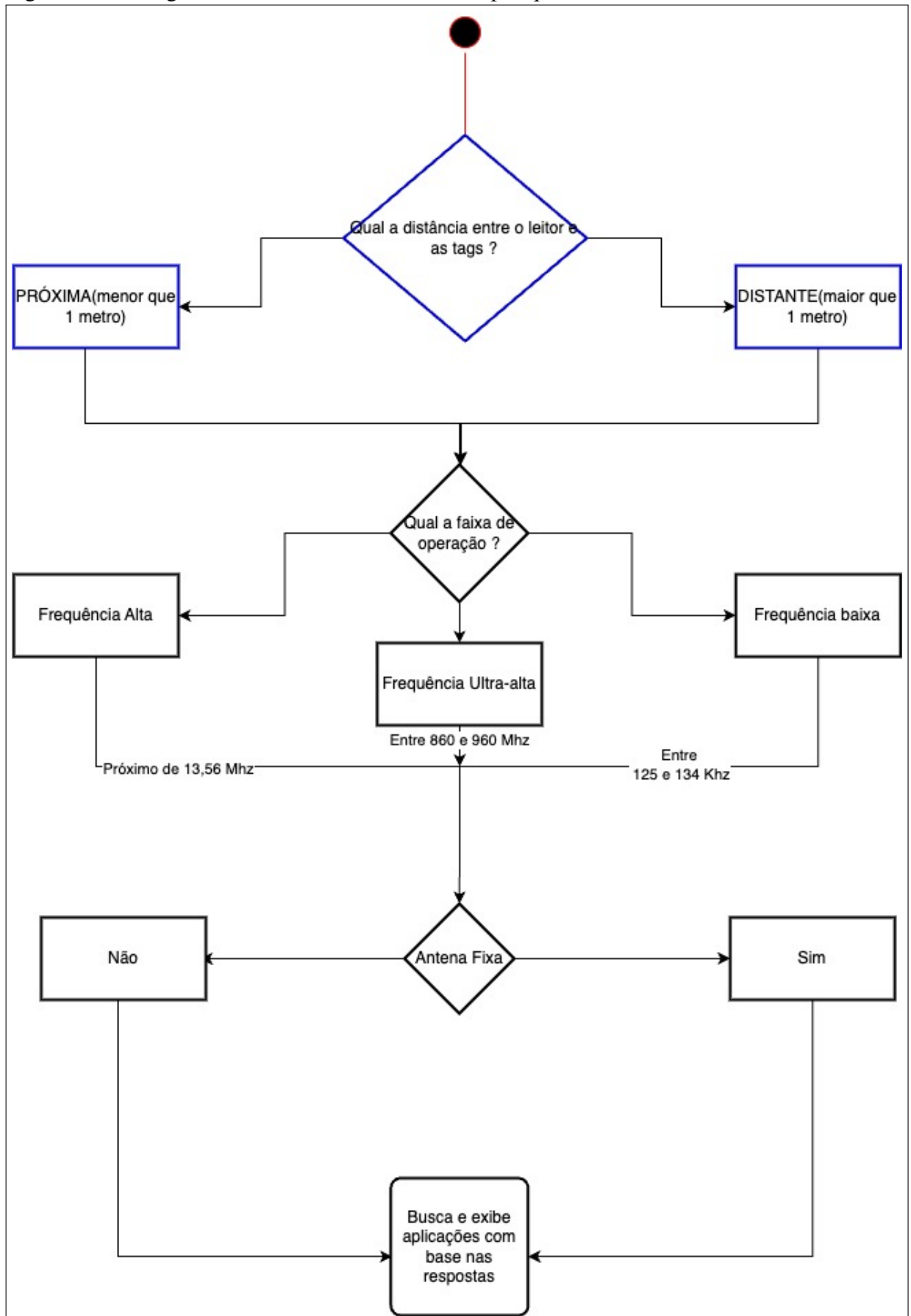
Na tela de aplicações associadas à antenna, deve ser exibido o nome da antenna e as aplicações associadas à antenna selecionada. Os *cards* de aplicações devem direcionar para a tela correspondente.

### 3.1.2.3 Questionário

O recurso de questionário tem como finalidade permitir que o usuário encontre aplicações semelhantes e as antenas RFID utilizadas, com base em informações não técnicas e comuns no processo de criação de uma nova aplicação de RFID.

As telas consistem em um texto com a pergunta da etapa do questionário e dois botões com as respostas. As perguntas e respostas devem ser exibidas com base no fluxo do questionário, conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8 – Fluxograma da funcionalidade de busca por questionário.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).



O fluxo do questionário tenta recriar questionamentos básicos na tomada de decisão para a escolha de uma antena RFID.

## **3.2 Arquitetura e tecnologias utilizadas**

A definição de padrões e organização do projeto é fundamental para garantir a escalabilidade da aplicação. Neste projeto, considerando o objetivo de um desenvolvimento rápido e cenários de baixa complexidade, optou-se por uma arquitetura enxuta, priorizando o tempo de conclusão, facilidade na manutenção e rápida adaptação a diferentes tecnologias de banco de dados. Portanto, a arquitetura adotada neste projeto é classificada como Serverless.

Visando agilidade no desenvolvimento da aplicação, foi selecionado o Firebase Cloud Firestore como tecnologia de servidor de banco de dados. Além de fornecer um banco de dados não relacional de baixa complexidade, o Firebase também oferece recursos de autenticação e diversas bibliotecas desenvolvidas para diferentes tecnologias de dispositivos móveis.

Devido à forte padronização da aplicação desenvolvida com o guia de Design Material Design 3, escolheu-se o Flutter para o desenvolvimento de dispositivos móveis multiplataforma. Além de apresentar componentes gráficos em conformidade com o Material Design M3, o Flutter oferece alto desempenho gráfico, recursos de segurança e bibliotecas para integração com os recursos disponibilizados pelo Firebase.

### **3.2.1 Banco de dados**

Para criar o banco de dados utilizando o Firebase Cloud Firestore, é necessário criar um projeto no Firebase. Um projeto do Firebase é uma abstração de nível superior que permite centralizar os aplicativos e *sites* associados a uma aplicação específica. Além da centralização e compartilhamento de recursos, um projeto do Firebase é, na verdade, um projeto do Google Cloud com recursos específicos ativados, possibilitando uma integração rápida com outros recursos disponibilizados pelo Google.

Ao acessar a plataforma do Firebase, basta clicar no botão de adicionar projeto, conforme demonstrado na Figura 9a. O processo de criação do projeto é definido em 3 passos. O primeiro passo é preencher o nome do projeto, aceitar os termos do Firebase e confirmar o uso exclusivo para atividades comerciais, empresariais, de ofício ou profissão próprias, conforme mostrado na Figura 9b.

No segundo passo, ocorre a ativação do Google Analytics no projeto a ser criado, conforme demonstrado na Figura 9c. Por fim, no terceiro passo, são realizadas as configurações e aceitação dos termos relacionados ao compartilhamento de dados e aos termos do Google Analytics, conforme ilustrado na Figura 9d. Com o projeto do Firebase criado, é possível acessar os recursos disponíveis dentro do ecossistema do Firebase. Na Figura 9e, à esquerda, temos a lista de recursos disponíveis para serem adicionados ao projeto. Ao clicar na aba de criação, seleciona-se o Firebase Firestore para criar o banco de dados. A etapa final de criação envolve a definição das configurações de segurança do banco de dados a ser criado. Para o contexto de desenvolvimento, optou-se pela configuração de teste e pela localização do banco de dados em São Paulo, como mostrado na Figura 9f.

### 3.2.2 Projeto em Flutter

Para a criação do projeto em Flutter, é necessário instalar o kit de desenvolvimento Flutter disponível em <https://flutter.dev/>. Seguindo os passos disponíveis na plataforma, utilizamos o seguinte comando para criar o projeto:

```
1 flutter create tcc_app
```

Ao finalizar o processamento do comando, é gerado o projeto de demonstração do Flutter. Em seguida, os códigos referentes ao projeto de demonstração são removidos e são definidas as classes e métodos de padronização de design e injeção de dependência.

Para a gestão de estado das funcionalidades da aplicação, foi escolhido o **design pattern Bloc** devido às seguintes características:

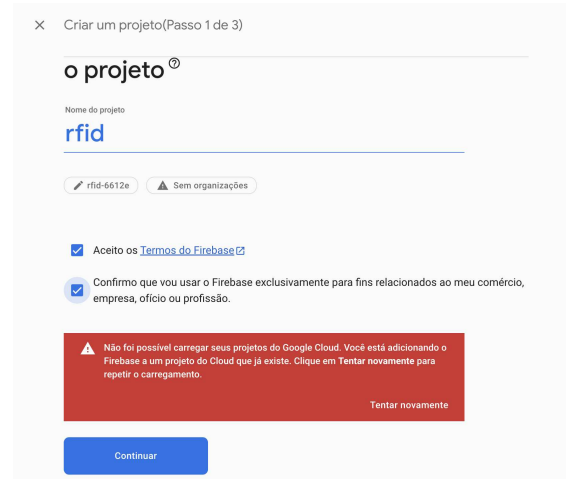
- Conhecer em que estado a aplicação está a qualquer momento;
- Testar facilmente vários cenários para garantir que a aplicação esteja respondendo adequadamente;
- Registrar cada interação do usuário na aplicação para que sejam tomadas decisões baseadas em dados;
- Trabalhar de forma eficiente, reutilizando componentes dentro da aplicação;
- Forte padronização e conversões dos códigos gerados.

Como biblioteca facilitadora e padronizadora dos blocos, foi escolhida a biblioteca Flutter **Bloc**. Além disso, para auxiliar no fornecimento de instâncias dos blocos, repositórios e outras entidades únicas, foi selecionada a biblioteca **Providers**.

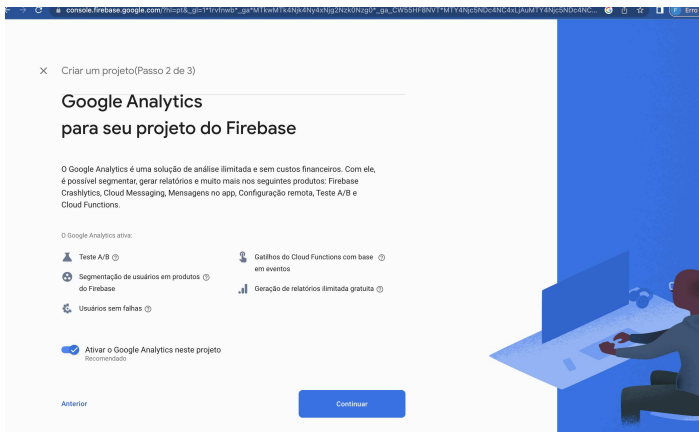
Figura 9 – Etapas de criação, acesso e configuração do Firebase.



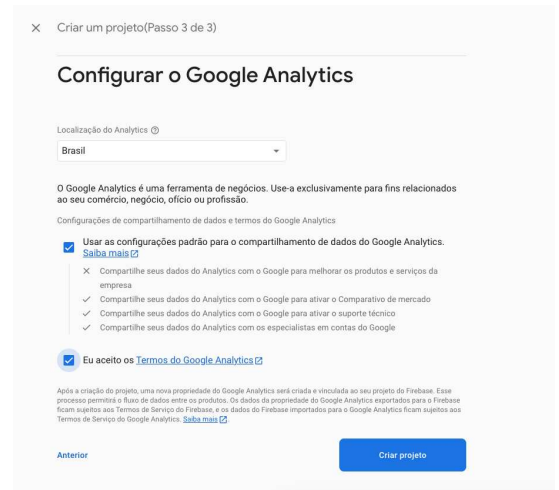
(a) Iniciando criação de projeto Firebase.



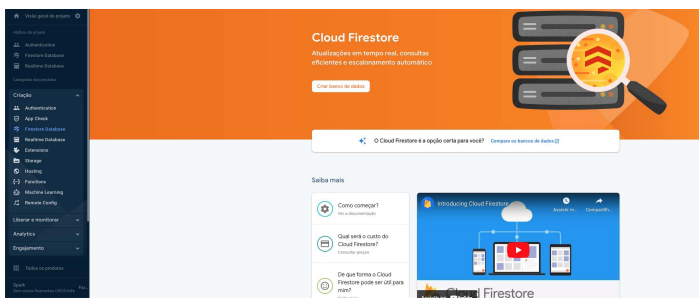
(b) Passo 1 - Criação de projeto Firebase.



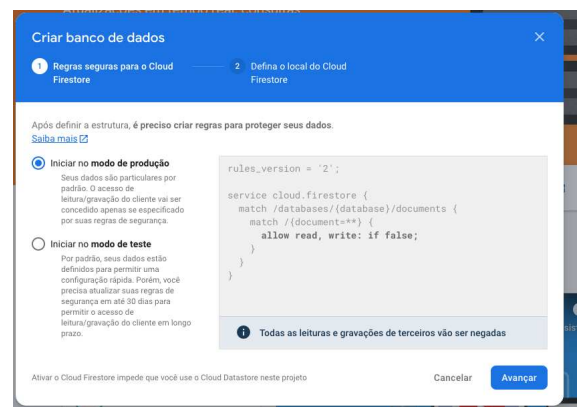
(c) Passo 2 - Criação de projeto Firebase.



(d) Passo 3 - Criação de projeto Firebase.



(e) Acessando Firebase Firestore.



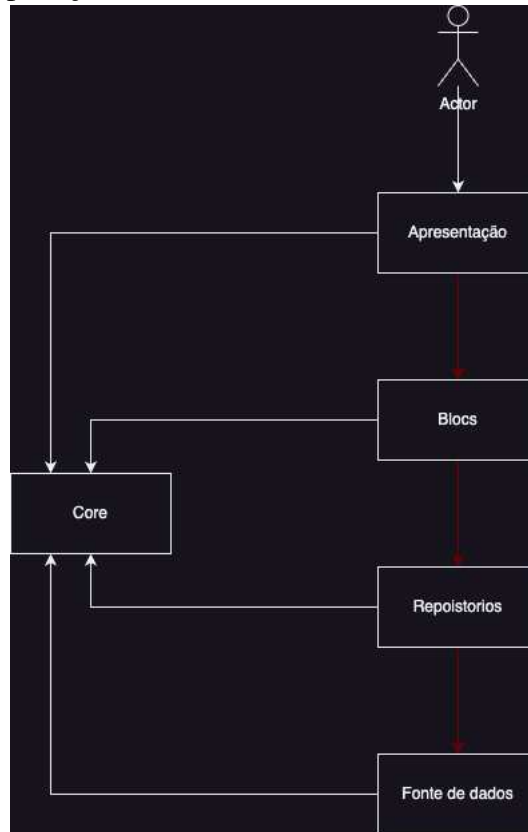
(f) Configuração do banco de dados.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

O projeto é dividido em camadas com responsabilidades distintas e bem definidas. Cada camada do projeto deve respeitar sua posição de profundidade e se comunicar obrigatoriamente com a camada acima ou abaixo, com a exceção a camada core que é permitido que

todas as camadas tenham dependência. Na Figura 10 , temos as camadas da aplicação e seus respectivos relacionamentos.

Figura 10 – Camadas da aplicação em Flutter



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

### 3.2.2.1 Fonte de dados

A camada responsável por fornecer os dados da aplicação é denominada nível de fonte de dados. Essa camada é responsável por realizar comunicações com servidores e bancos de dados disponíveis para a aplicação.

Como a aplicação utiliza o Firebase Cloud Firestore como fonte de dados, foi criada a classe **FirestoreDataSourceBase** para padronização e desacoplamento do código. Essa classe contém métodos úteis para a comunicação com o servidor de dados da aplicação.

### 3.2.2.2 Repositórios

A camada de Repositórios atua como uma intermediadora de dados entre os Blocos e as fontes de dados. Seu propósito é fornecer uma forma centralizada de acesso aos dados,

evitando a repetição de código relacionada ao acesso aos dados. Além disso, essa camada dissocia a lógica de negócios da camada de dados, possibilitando um código mais testável. Por fim, ela permite uma fácil alternância das fontes de dados com impacto reduzido nas camadas de regra de negócio.

### 3.2.2.3 *Blocs*

Os Blocs são entidades responsáveis pela regra de negócio da aplicação e pelo fornecimento do estado da aplicação a partir das operações realizadas. Essa camada pode ser dividida em uma camada de aplicação, na qual os Blocs são passados para a camada de representação, tornando-os controladores de estado. Essa abordagem pode ser adotada quando a escalabilidade da aplicação fica prejudicada devido à confusão entre emissões de estados e execução da regra de negócio.

### 3.2.2.4 *Core*

A camada Core é responsável pela padronização entre as camadas, fornecendo métodos, classes, interfaces e padronizações para a aplicação como um todo. Nessa camada, podem ser definidos padrões de componentes de *design* e *services* para desacoplamento de acesso a bibliotecas e *plugins* consumidos pela aplicação.

## 4 RESULTADOS

Nos capítulos anteriores, foram abordados a fundamentação teórica e a metodologia adotada para o desenvolvimento do projeto. Utilizando os documentos gerados durante a fase de prototipagem, foram realizadas análises com base nas funções definidas, além do cadastro de algumas aplicações e antenas na base de dados do aplicativo. Portanto, neste capítulo será apresentada a interface do aplicativo móvel desenvolvido. Serão detalhadas as principais telas, funcionalidades e elementos de interação que compõem a experiência do usuário ao utilizar o aplicativo.

### 4.1 Home

A tela inicial do aplicativo, como mostrado na Figura 11, oferece ao usuário a opção de selecionar o modo de busca que seja mais adequado ao seu contexto atual de informações. O usuário terá a flexibilidade de escolher entre três opções: **Busca por Aplicação**, **Busca por Antena** e **Questionário**. Essas opções permitem ao usuário direcionar sua busca de acordo com suas necessidades específicas, seja pesquisando com base nas aplicações desejadas, nas antenas disponíveis ou respondendo a um questionário para obter recomendações personalizadas.

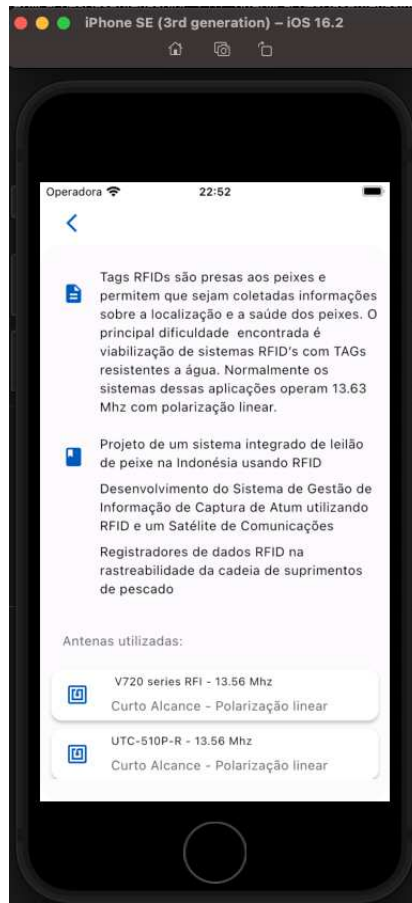
Figura 11 – *Home* do aplicativo.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Todos os fluxos disponíveis na aplicação devem finalizar na tela de aplicação, onde é possível visualizar a descrição da aplicação, referências com o redirecionamento do artigo, livro ou jornal ao tocar sobre o texto e as antenas utilizadas, Figura 12.

Figura 12 – Página de aplicação.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

## 4.2 Fluxo de Busca por Aplicação

No recurso de busca por aplicação, os usuários poderão pesquisar por uma aplicação específica que utilize um sistema RFID pelo seu nome. A tela exibirá uma lista de todas as aplicações cadastradas na base de dados, como demonstrado na Figura 13a, e permitirá realizar o filtro com base nas informações digitadas no campo de busca. Isso proporcionará aos usuários uma maneira eficiente de localizar rapidamente a aplicação desejada.

Ao digitar um termo que corresponda a algum nome de aplicação presente na base de dados do aplicativo, apenas as aplicações que contenham exatamente esse termo serão exibidas, como ilustrado na Figura 13b. Por exemplo, ao digitar o termo "Aves", o aplicativo retornará somente a aplicação em que o termo "Aves" está presente, excluindo as outras duas aplicações cadastradas na base de dados, como exemplificado na Figura 13a.



Figura 13 – Busca por aplicação.



(a) Busca por aplicação.



(b) Teste: Busca por aplicação.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

### 4.3 Fluxo Busca por Antenas

A funcionalidade de busca por antenas, como ilustrado na Figura 14, permite que o usuário encontre a aplicação desejada com base nas informações conhecidas sobre as antenas fornecidas pelo usuário e pelo banco de dados do aplicativo. O usuário tem a opção de realizar a busca de antenas com base no alcance, frequência de operação, nome e polarização da antena.

Figura 14 – Busca por antena.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Quando o usuário seleciona uma antena na aplicação, a lista de aplicações associadas à antena escolhida é exibida, conforme mostrado na Figura 15. Ao tocar em uma aplicação específica, o usuário é direcionado para a tela de detalhes dessa aplicação, como ilustrado na Figura 12. Essa funcionalidade permite ao usuário explorar as diversas aplicações relacionadas às antenas disponíveis na plataforma de forma prática e intuitiva.

Figura 15 – Resultado busca por antenas.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

#### 4.4 Fluxo Busca por Questionário

A fim de atender à demanda dos usuários que não encontram uma aplicação por meio dos fluxos anteriores, a busca por questionário foi implementada. Essa funcionalidade permite que o usuário responda a perguntas relacionadas a antenas, fornecendo informações úteis para a aplicação. No final do fluxo planejado, conforme ilustrado na Figura 8, o aplicativo móvel realiza uma busca e apresenta as aplicações com base nas informações fornecidas pelo usuário.

O questionário começa com a pergunta sobre a distância que o usuário imagina entre o leitor e as *tags*, a fim de definir o alcance da antena (Figura 16a). Em seguida, a segunda pergunta do questionário determina a faixa de operação da antena (Figura 16b). Por fim, a última pergunta do questionário avalia se o usuário busca uma antena fixa ou móvel (Figura 17). Ao finalizar o questionário, o aplicativo proposto realiza a busca de aplicações que utilizem antenas com as características informadas (Figura 18).

Figura 16 – Questionário.



(a) Determinação do alcance da antena por questionário.



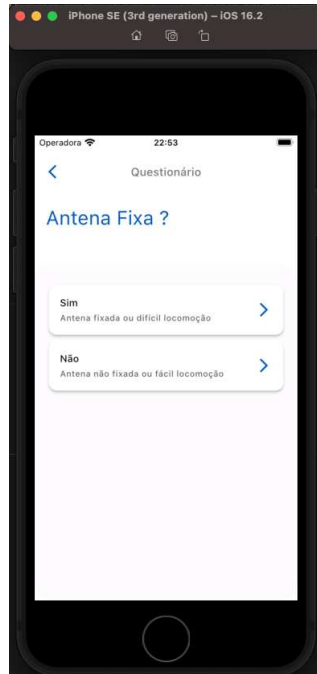
(b) Determinação da frequência de operação por questionário.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Essa abordagem por questionário amplia significativamente as possibilidades de busca para os usuários, permitindo que eles encontrem aplicações adequadas às suas necessidades, mesmo quando os fluxos anteriores não são suficientes. Por meio de um processo guiado e informativo, o aplicativo móvel otimiza a experiência do usuário ao oferecer soluções compatíveis com as especificações desejadas. É importante ressaltar que um conhecimento sólido do desenvolvedor sobre telecomunicações, mais especificamente em RFID, é fundamental nessa etapa. O desenvolvedor deve entender os princípios de funcionamento das antenas, as características de alcance e frequência de operação, bem como a diferença entre antenas fixas e móveis. Com esse conhecimento, o desenvolvedor pode elaborar perguntas relevantes e precisas no questionário, garantindo que as respostas do usuário sejam utilizadas de forma eficaz na busca por aplicações compatíveis. Dessa forma, ao combinar a expertise técnica do desenvolvedor com a interação orientada por questionário, a aplicação se torna uma ferramenta poderosa para orientar os usuários na descoberta de aplicações RFID adequadas às suas necessidades. A experiência do

usuário é aprimorada ao receber recomendações personalizadas e relevantes, proporcionando maior satisfação e eficiência na utilização dos recursos do sistema RFID.

Figura 17 – Resultado busca por antenas.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 18 – Resultado questionário.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

## 5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Durante a realização desta monografia, foi possível obter um conhecimento significativo em telecomunicações, com foco específico na tecnologia RFID, além de aprofundar-se na área de desenvolvimento de aplicações. Um dos principais desafios enfrentados foi a dificuldade em estabelecer uma lógica eficiente que permitisse que a aplicação fosse capaz de buscar o item correto, levando em consideração a relação com a tecnologia RFID. Essa dificuldade destacou a importância de um engenheiro atual ser capaz de atuar de forma interdisciplinar, integrando conhecimentos de diferentes áreas.

Ao longo do desenvolvimento do projeto, foram aplicadas metodologias e tecnologias descritas nesse trabalho, permitindo criar fluxos de aplicação que atendessem às necessidades dos usuários, especialmente aqueles com pouco ou nenhum conhecimento técnico em sistemas RFID. No entanto, é importante ressaltar que a aplicação atualmente apresenta apenas um nível básico de maturidade, correspondendo a um Mínimo Produto Viável (MPV), e possui algumas limitações, especialmente relacionadas ao cadastro de novas aplicações e antenas.

Para a implementação completa da aplicação, desde a etapa de planejamento e prototipagem até a etapa de desenvolvimento bruto, foram utilizadas ferramentas e tecnologias como Figma, Firebase e Flutter. Essas soluções permitiram o desenvolvimento ágil e eficiente do projeto, fornecendo recursos e funcionalidades essenciais para a criação da aplicação final.

É válido ressaltar que o aprendizado adquirido ao longo desse processo vai além do domínio das tecnologias utilizadas. O trabalho propiciou uma compreensão aprofundada das telecomunicações, especialmente em relação ao RFID, e também demonstrou a importância de considerar a usabilidade e a experiência do usuário ao desenvolver uma aplicação. Além disso, ficou evidente que um engenheiro atual deve ser capaz de integrar conhecimentos de diferentes áreas e atuar de forma interdisciplinar para enfrentar os desafios complexos da atualidade.

Em suma, ao longo desse projeto, foi obtido um conhecimento amplo sobre a implementação de aplicações, desde o planejamento e prototipagem até a fase de desenvolvimento propriamente dita. As metodologias e tecnologias utilizadas permitiram a criação de fluxos de aplicação que atendessem às demandas dos usuários. Embora a aplicação apresente limitações atuais, o trabalho proporcionou um entendimento aprofundado em telecomunicações, com foco em RFID, e destacou a importância da interdisciplinaridade na atuação de um engenheiro contemporâneo.

## 5.1 Trabalhos futuros

Com base nas informações apresentadas neste trabalho, há possibilidades de expansão da aplicação por meio da análise dos fluxos desenhados. Ao observar a aplicação em funcionamento, é viável adicionar recursos didáticos para o usuário final, tais como telas de apresentação que ofereçam uma visão geral do sistema, fornecendo informações detalhadas sobre cada fluxo. Além disso, é possível considerar a implementação de novas características para as aplicações e antenas cadastradas na base de dados.

Ao aprimorar a aplicação, é recomendado explorar a introdução de recursos interativos, como tutoriais passo a passo, que auxiliem o usuário na compreensão e utilização dos diferentes fluxos disponíveis. Isso pode ser feito por meio da inclusão de elementos visuais, como ícones e guias, que tornem a navegação mais intuitiva e simplificada.

Outra direção para trabalhos futuros seria a ampliação da funcionalidade da aplicação, permitindo que os usuários personalizem seus fluxos de acordo com suas necessidades específicas. Isso poderia envolver a inclusão de opções de configuração, onde os usuários possam adicionar ou remover etapas nos fluxos existentes, adaptando a aplicação às suas demandas individuais.

Além disso, seria interessante explorar a integração com outras tecnologias complementares ao RFID, como sensores ambientais ou sistemas de localização em tempo real. Essa integração poderia enriquecer a aplicação e ampliar suas possibilidades de uso em diferentes cenários e setores, como monitoramento de temperatura em ambientes controlados ou rastreamento de ativos em grandes espaços físicos.

Por fim, seria relevante investir em testes adicionais e coleta de *feedback* dos usuários para identificar possíveis melhorias na interface e na experiência geral do usuário. Essa abordagem centrada no usuário permitiria refinar a aplicação com base nas necessidades e preferências dos usuários finais, garantindo um produto final mais eficiente e satisfatório.

Em resumo, as oportunidades de trabalho futuro envolvem a análise e expansão dos fluxos desenhados, a adição de recursos didáticos, a inclusão de características personalizáveis para os usuários, a integração com outras tecnologias complementares e a realização de testes e coleta de *feedback* para aprimorar a interface e a experiência do usuário. Essas abordagens ajudarão a impulsionar a evolução contínua da aplicação, tornando-a mais versátil, intuitiva e adaptável às necessidades do público-alvo.

### 5.1.1 Código-fonte

Os códigos-fonte e o *design* do nosso aplicativo móvel estão disponíveis publicamente. Você pode encontrar os códigos-fonte do aplicativo móvel clicando [aqui](#). Lá, você terá acesso ao código-fonte completo do aplicativo, permitindo que você explore. Além disso, se você estiver interessado em conhecer o *design* do aplicativo móvel proposto, disponibilizamos um arquivo no Figma. Você pode acessar o *design* do aplicativo clicando [aqui](#). Nesse *link*, você encontrará os detalhes visuais, fluxos de navegação e elementos de interface do aplicativo móvel proposto.



## REFERÊNCIAS

- AKBARI, M.; KHAN, M. W. A.; HASANI, M.; BJORNINEN, T.; SYDANHEIMO, L.; UKKONEN, L. Fabrication and characterization of graphene antenna for low-cost and environmentally friendly RFID tags. **IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters**, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), v. 15, p. 1569–1572, 2016.
- AMAZON. Criação de aplicações com arquiteturas sem servidor. **Amazon**, 202.
- ASSET. Rfid vs barcode: Which one is better for asset tracking? 2019. Disponível em: <https://www.assetinfinity.com/blog/rfid-vs-barcodes-better-asset-tracking>.
- ASSET. Rfid vs ble: How are they different in terms of asset tracking? 2020. Disponível em: <https://www.assetinfinity.com/blog/rfid-vs-ble-how-are-they-different-in-terms-of-asset-tracking>.
- BOUKHARY, S.; COLMENARES, E. A clean approach to flutter development through the flutter clean architecture package. In: **2019 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)**. [S. l.]: IEEE, 2019.
- BRASIL, A. O que é o adobe xd e para que serve um designer de ux / ui? **Blog Adobe**, 2021. Disponível em: <https://blog.adobe.com/br/publish/2021/10/20/o-que-e-o-adobe-xd-e-para-que-serve-um-designer-de-ux-ui>.
- BRIDGE, W. IFF system concept based on time synchronization. **IEEE Transactions on Communications**, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), v. 28, n. 9, p. 1630–1637, sep 1980.
- CASS, S. Top programming languages 2022 python's still no. 1, but employers love to see sql skills. **IEEE Spectrum**, 2022. Disponível em: <https://spectrum.ieee.org/top-programming-languages-2022>.
- CATARINUCCI, L.; COLELLA, R.; TARRICONE, L. Prototyping flexible UHF RFID tags through rapid and effective unconventional techniques: Validation on label-type sensor-tag. In: **2012 IEEE International Conference on RFID-Technologies and Applications (RFID-TA)**. [S. l.]: IEEE, 2012.
- CISPER. Selecting the right rain rfidantenna for your project. 2023.
- CO., L. J. S. S. T. Factory supply 125khz/13.56mhz/860-960mhz rfid tag with different kind model. **Made-in-China**, 2023.
- DATE, C. J. **Introdução a Sistemas de Bancos de Dados**. [S. l.]: Campus, 2004. ISBN 9788535212730.
- DB-ENGINES. Db-engines ranking. 2023. Disponível em: <https://db-engines.com/en/ranking>.
- DEV, F. Flutter performance profiling. 2023. Disponível em: <https://docs.flutter.dev/perf/ui-performance>.
- DOBKIN, D. M. **The RF in RFID**. Elsevier Science Techn., 2007. ISBN 9780080554020. Disponível em: [https://www.ebook.de/de/product/15170682/daniel\\_m\\_dobkin\\_the\\_rf\\_in\\_rfid.html](https://www.ebook.de/de/product/15170682/daniel_m_dobkin_the_rf_in_rfid.html).

- EDUCAÇÃO, R. X. Tipos de banco de dados: quais as suas particularidades? **Blog XP Educação**, 2022. Disponível em: <https://blog.xpeducacao.com.br/tipos-de-banco-de-dados/>.
- FIRESTORE, S. F. C. Documentação firebase cloud firestore. 2023. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs/firestore?hl=pt>.
- GLOVER, B.; BHATT, H. **RFID Essentials (Theory in Practice (O'Reilly))**. [S. l.]: O'Reilly Media, Inc., 2006. 276 p. ISBN 9780596009441.
- GONZALEZ, R. Figma wants designers to collaborate google-docs style. **Wired**, 2017.
- GOOGLE. Documentação do firebase. 2023. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs?hl=pt>.
- GTA. Rfid, identificação por rádio frequência, vantagens e desvantagens. **Grupo de teleinformação e automação - UFRJ**, 2015. Disponível em: [https://www.gta.ufrj.br/grad/15\\_1/rfid/vantadesvan.html](https://www.gta.ufrj.br/grad/15_1/rfid/vantadesvan.html).
- HANASHIRO, A. Qual a diferença entre framework e biblioteca? **TreinaWeb**, 2020.
- HANCOCK, R.; UDAYASHANKAR, S.; MASHTIZADEH, A. J.; AL-KISWANY, S. OrcBench: A representative serverless benchmark. In: **2022 IEEE 15th International Conference on Cloud Computing (CLOUD)**. [S. l.]: IEEE, 2022.
- HE, A. Requisitos de sistema do adobe xd.
- HIVEDB. Hive repository. 2023. Disponível em: <https://pub.dev/packages/hive>.
- HUNT, V. D.; PUGLIA, A.; PUGLIA, M. **RFID**. John Wiley Sons, 2007. ISBN 9780470112243. Disponível em: [https://www.ebook.de/de/product/21138674/v\\_daniel\\_hunt\\_albert\\_puglia\\_mike\\_puglia\\_rfid.html](https://www.ebook.de/de/product/21138674/v_daniel_hunt_albert_puglia_mike_puglia_rfid.html).
- I3C. Código de barras vs. rfid: Qual o melhor? 2020. Disponível em: <https://i3csolucoes.com.br/codigo-de-barras-vs-rfid-qual-o-melhor/#:~:text=Falandosobrecontagemde,itens/horanomesmoprocesso&zd>.
- IRAWAN, A. J.; TOBING, F. A. T.; SURBAKTI, E. E. Implementation of gamification octalysis method at design and build a react native framework learning application. In: **2021 6th International Conference on New Media Studies (CONMEDIA)**. [S. l.]: IEEE, 2021.
- KINGSTON, C. Team collaboration using adobe xd integrations. **Adobe**, 2020. Disponível em: <https://www.adobe.com/br/products/xd/learn/collaborate/cross-product-integrations/xd-integrations-for-team-collaboration.html>.
- KOVACS, L. O que é o sketch? **tecnoblog**, 2021.
- LOPEZ-SORIANO, S.; PARRON, J. Design of a small-size, low-profile, and low-cost normal-mode helical antenna for UHF RFID wristbands. **IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters**, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), v. 16, p. 2074–2077, 2017.
- LOUGHEED, P. Material design for flutter. **Flutter Dev**, 2023. Disponível em: [https://docs.flutter.dev/ui/material?gclid=CjwKCAjwx\\_eiBhBGEiwA15gLN94Q6WL4xtfcVoQxYiACrTJW1z0Y25kjQC1ggQ\\_B-ChBJNyT0CuvRoCt\\_gQAvD\\_BwE&gclid=aw.ds](https://docs.flutter.dev/ui/material?gclid=CjwKCAjwx_eiBhBGEiwA15gLN94Q6WL4xtfcVoQxYiACrTJW1z0Y25kjQC1ggQ_B-ChBJNyT0CuvRoCt_gQAvD_BwE&gclid=aw.ds).

- MAHMOUDI, N.; KHAZAEI, H. Performance modeling of metric-based serverless computing platforms. **IEEE Transactions on Cloud Computing**, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), v. 11, n. 2, p. 1899–1910, apr 2023.
- MARKETING. Microsserviços: conceito, vantagens e desvantagens dessa arquitetura. **Supero**, 2020.
- MEDIA, D. Introdução ao ionic. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/guia/ionic/38372>.
- NUESMART. Rfid: What are its advantages and disadvantages? 2020. Disponível em: <https://www.nuesmart.com/RFID-what-are-its-advantages-and-disadvantages/>.
- OCCHIUZZI, C.; AMENDOLA, S.; NAPPI, S.; D'UVA, N.; MARROCCO, G. RFID technology for industry 4.0: Architectures and challenges. In: **2019 IEEE International Conference on RFID Technology and Applications (RFID-TA)**. [S. l.]: IEEE, 2019.
- OCCHIUZZI, C.; CAMERA, F.; D'UVA, N.; AMENDOLA, S.; GARAVAGLIA, L.; MARROCCO, G. Automatic monitoring of fruit ripening rooms by UHF RFID sensors and machine learning. In: **2021 IEEE International Conference on RFID Technology and Applications (RFID-TA)**. [S. l.]: IEEE, 2021.
- OLIVEIRA, C. Ítallo Souza Mendes e Rodrigo Bornéo de. Sistema de gerenciamento de estoque usando identificação por radiofrequência. 2022.
- OLLIVIER, M. RFID - a new solution technology for security problems. In: **European Convention on Security and Detection**. [S. l.]: IEE, 1995.
- ROSA, D. A diferença entre um framework e uma biblioteca. **FreeCodeCamp**, 2022.
- SANTOS, P. Quais as diferenças entre arquitetura monolítica e microsserviços, suas vantagens e desvantagens. **A.R.Phoenix**, 2021.
- SAUSE, M. G. R. **In Situ Monitoring of Fiber-Reinforced Composites Theory, Basic Concepts, Methods, and Applications**: Theory, basic concepts, methods, and applications. [S. l.]: Springer London, Limited, 2016. 633 p. ISBN 9783319309545.
- SQLITE. What is sqlite? **SQLite Org**, 2023. Disponível em: <https://sqlite.org/index.html>.
- SWEENEY, I. I. P. J. **RFID For Dummies**. [S. l.]: For Dummies, 2005. 408 p. ISBN 9780764579103.
- TECNOLOGIA, R. O que é ionic? como desenvolver apps com ionic? **ROTAMÁXIMA Blog**, 2023.
- TEIXEIRA, T. Análise das antenas utilizadas em leitores rfid tiago. 2017. Disponível em: [https://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/7/70/TCC290\\_Tiago\\_Teixeira.pdf](https://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/7/70/TCC290_Tiago_Teixeira.pdf).
- TOLEDO, V. O que é o adobe xd ? **Tecnoblog**, 2021. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-o-adobe-xd/>.
- TOTVS, E. Rfid: 5 motivos para usar na sua fábrica. 2019. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/RFID/>.
- WANG, P.; ZHAO, J.; LIAO, Q. A cross-platform context-aware application developing framework for mobile terminals. In: **2012 IEEE 2nd International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems**. [S. l.]: IEEE, 2012.

**APÊNDICE A – LINK PARA REPOSITÓRIO COM CÓDIGO FONTE DA  
APLICAÇÃO**

[Git Hub](#)

## APÊNDICE B – LINK PARA PROTOTIPAGEM DA APLICAÇÃO

[Comunidade Figma](#)