

CENTRO PAULA SOUZA FACULDADE DE TECNOLOGIA SANTO ANDRÉ
Tecnologia em Mecatrônica Industrial

Rodrigo Luis Silva Penha
Sarah Cristina Santos
Ellen Karolyne Pinto Morais

EMPREGO DA TECNOLOGIA RFID PARA CONTROLE DE ATIVOS DE UMA
EMPRESA DE GRUPOS-GERADORES

Santo André
2025

Rodrigo Luis Silva Penha
Sarah Cristina Santos
Ellen Karolyne Pinto Morais

**EMPREGO DA TECNOLOGIA RFID PARA CONTROLE DE ATIVOS DE UMA
EMPRESA DE GRUPOS-GERADORES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Fatec Santo André como
parte dos requisitos necessários à
obtenção do título de Tecnólogo em
Mecatrônica Industrial.

Orientador : Prof. Me. Luiz Vasco Puglia

Santo André
2025

FICHA CATALOGRÁFICA

P399e

Penha, Rodrigo Luiz Silva

Emprego da tecnologia RFID para controle de ativos de uma empresa de grupos-geradores / Rodrigo Luiz Silva Penha, Sarah Cristina Santos, Ellen Karolyne Pinto Morais. - Santo André, 2025. – 36f: il.

Trabalho de Conclusão de Curso – FATEC Santo André.
Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, 2025.

Orientador: Prof. Luiz Vasco Puglia

1. Mecatrônica. 2. Radiofrequência. 3. Antena. 4. Sistema. 5. Tecnologia. 6. Programa. 7. Banco de dados. 9. Estoque. 10. Projeto. 11. Controle. 12. Leitor RFID. 13. Protótipo. I. Santos, Sarah Cristina. II. Morais, Ellen Karolyne Pinto. III. Emprego da tecnologia RFID para controle de ativos de uma empresa de grupos-geradores.

629.892

LISTA DE PRESENÇA

Santo André, 06 de dezembro de 2025.

LISTA DE PRESENÇA REFERENTE À APRESENTAÇÃO DO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO COM O TEMA:
“EMPREGO DA TECNOLOGIA RFID PARA CONTROLE DE ATIVOS
DE UMA EMPRESA DE GRUPOS-GERADORES” DOS ALUNOS DO
6º SEMESTRE DESTA U.E.

BANCA

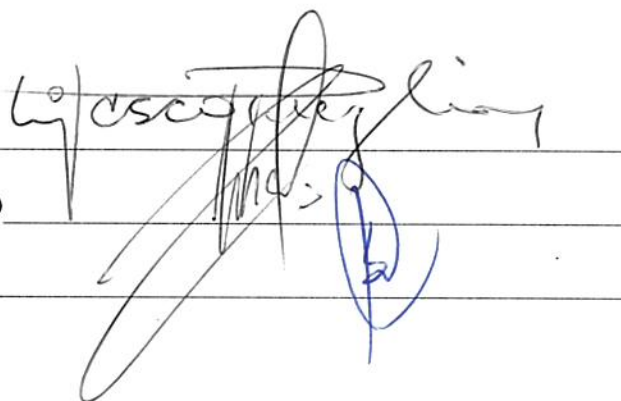
PRESIDENTE:

PROF. LUIZ VASCO PUGLIA _____

MEMBROS:

PROF. FERNANDO GARUP DALBO _____

PROF. NICOLINO FOSCHINI NETO _____

**ALUNOS:**

RODRIGO LUIS SILVA PENHA _____

Rodrigo Luis Silva Penha

SARAH CRISTINA SANTOS _____

Sarah Cristina Santos

ELLEN KAROLYNE PINTO MORAIS _____

Ellen Karolyne Pinto Moraes

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus, pela força para encarar os desafios de cada dia; aos nossos familiares que, com muito esforço e amor, nos fizeram chegar até aqui; ao nosso orientador, Prof. Me. Luiz Vasco Puglia, pelo suporte e parceria; à empresa Link Geradores por confiar em nós nessa missão; à empresa SPENCER Tecnologia por todo o apoio durante os testes realizados; à FATEC Santo André e aos nossos professores que, com muita dedicação, nos ajudaram durante toda a nossa formação.

RESUMO

O desenvolvimento deste trabalho visa utilizar a Identificação por Radiofrequência (*Radio Frequency Identification*, RFID) para controlar a entrada e saída de materiais em uma empresa de aluguel de geradores, a fim de garantir um monitoramento preciso da movimentação desses itens, gerenciar o estoque com mais eficiência e evitar perdas. Para isso, foi elaborado um protótipo utilizando *tags* e um módulo leitor integrado, além da criação de um banco de dados, de um programa, e de um *site*. Ao fim do projeto, foi possível realizar as principais funcionalidades de um sistema de Identificação por Radiofrequência dentro do escopo do protótipo, para que então seja aplicado efetivamente na empresa em maior escala.

ABSTRACT

The development of this project aims to use Radio Frequency Identification (RFID) to control the entry and exit of materials at a generator rental company, in order to ensure accurate monitoring of the movement of these items, manage inventory more efficiently, and prevent losses. To this end, a prototype was developed using tags and an integrated reader module, in addition to the creation of a database, a program, and a website. At the end of the project, it was possible to implement the main functionalities of a Radio Frequency Identification system within the scope of the prototype, so that it can then be effectively applied in the company on a larger scale.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de blocos da comunicação RFID.....	10
Figura 2 - <i>Tag</i> Passiva.....	11
Figura 3 - <i>Tag</i> Ativa.....	12
Figura 4 - Antena Circular 9dBi.....	13
Figura 5 - Antena com Leitor Integrado M-ID10W.....	13
Figura 6 - Leitor fixo Edge-50 AutoID.....	14
Figura 7 - Leitor portátil RFD40 Standard.....	14
Figura 8 - Estrutura de um sistema de banco de dados.....	15
Figura 9 - Módulo Leitor Integrado RFID UHF YRM1002.....	21
Figura 10 - Leitor YRM1002, com conector USB.....	21
Figura 11 - Partes impressas da <i>case</i>	22
Figura 12 - Leitor com a <i>case</i> acoplada.....	22
Figura 13 - Diagrama da Programação do Leitor.....	23
Figura 14 - Código de Criação da Primeira Versão do Banco.....	34
Figura 15 - Criação da tabela de <i>Tags</i>	34
Figura 16 - Aparência da Tabela de <i>Tags</i>	34
Figura 17 - Criação da Tabela de Estoque.....	35
Figura 18 - Aparência da Tabela de Estoque.....	35
Figura 19 - Página Inicial do <i>Site</i>	35
Figura 20 - Função de Adicionar <i>Tag</i>	36
Figura 21 - Função de Gerar Relatório.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Orçamento.....	27
---------------------------	----

SUMÁRIO

1. Introdução	8
2. Objetivo	9
3. Justificativa	9
4. Fundamentação teórica	9
4.1. RFID.....	10
4.1.1. Comunicação de um sistema RFID.....	10
4.1.2. Tag RFID.....	10
4.1.3. Antena.....	13
4.1.4. Leitor.....	13
4.1.5. Frequência de operação.....	14
4.2. Banco de dados.....	15
4.3. Website.....	16
4.4. WebSocket.....	16
4.5. Application Programming Interface (API).....	17
5. Revisão Bibliográfica	17
6. Metodologia	18
7. Materiais e Métodos	19
7.1. Testes em Campo.....	20
7.2. Módulo Leitor Integrado.....	20
7.3. Programação.....	22
7.3.1. Leitura de Tags e Busca de Correspondências no Banco de Dados.....	23
7.3.2. Servidor de dados Flask.....	24
7.3.3. Aquisição de Tabelas e Modificação do Banco de Dados.....	25
7.3.4. Página HTML.....	26
8. Orçamento	27
9. Considerações Finais	27
9.1. Melhorias Futuras.....	28
10. Referências Bibliográficas	29
Apêndice A	33
Apêndice B	34

1. Introdução

Em situações de grandes temporais na Grande São Paulo, há queda de energia elétrica em muitos locais da cidade, aumentando a demanda por grupos geradores à diesel (Azevedo, 2024; Oliveira, 2024). Esses geradores cumprem a função de suprir a falta de energia elétrica temporariamente para que serviços essenciais continuem atendendo às pessoas, como em hospitais, prédios residenciais de alta densidade e pequenas indústrias.

A ausência de um ou mais componentes necessários para a instalação dos geradores, acarretado por erro humano ou furto, pode custar não apenas o valor desse serviço, mas também uma vida humana perdida por atraso do restabelecimento da energia elétrica. Portanto, é de suma importância que todos os equipamentos estejam em ordem e prontamente disponíveis antes mesmo que um caminhão portando o gerador saia da empresa.

Para atender às demandas da empresa de aluguel de grupos geradores, sugere-se o uso da tecnologia de identificação por radiofrequência, do inglês, *Radio Frequency Identification* (RFID). Esta tecnologia é uma solução atualmente muito utilizada no controle de ativos de empresas e rastreamento de produtos, que oferece algumas vantagens como: facilidade de instalação e manuseio, leitura automática de dados, que são armazenados em um banco de dados, e conectividade com a internet (Jia *et al.*, 2012), o que pode proporcionar uma maior rapidez e precisão na preparação de componentes e ferramentas necessários para a instalação dos geradores.

2. Objetivo

Geral:

Utilizar a tecnologia RFID no desenvolvimento de uma solução para o controle de ativos de uma empresa de aluguel de geradores.

Específicos:

- Avaliar a viabilidade do uso do RFID para o controle de cabos e geradores;
- Desenvolver um protótipo de sistema de leitura RFID em pequena escala para testes e demonstração de uma solução real;
- Elaborar um sistema computacional para visualizar os dados recebidos do leitor de uma maneira efetiva e rápida.

3. Justificativa

O controle de materiais em uma empresa é essencial para o bom andamento das atividades internas e externas, a otimização de processos e logística (Resende *et al.*, 2021). Saber não só a quantidade, mas também a disponibilidade de materiais e equipamentos se torna extremamente necessário nos dias atuais e para isso contamos com o auxílio de tecnologias que realizam esse controle de forma rápida e eficaz, como o sistema que identifica os produtos utilizando radiofrequência.

A tecnologia de RFID possui vantagens que incluem não só seu custo relativamente baixo, mas também sua menor probabilidade de desgaste e sua fácil instalação (Bajaj *et al.*, 2024). Tendo essas vantagens em vista, espera-se que a RFID seja capaz de atender as exigências ditas anteriormente.

Acreditamos que a empresa, após adotar essa tecnologia, será beneficiada, pois os problemas de controle de insumos e identificação de materiais seriam solucionados, além de proporcionar um nível de automatização no processo de inventário.

4. Fundamentação teórica

Os temas centrais abordados neste trabalho incluem o conceito de RFID e suas tecnologias, banco de dados e o desenvolvimento de *software* e *website*.

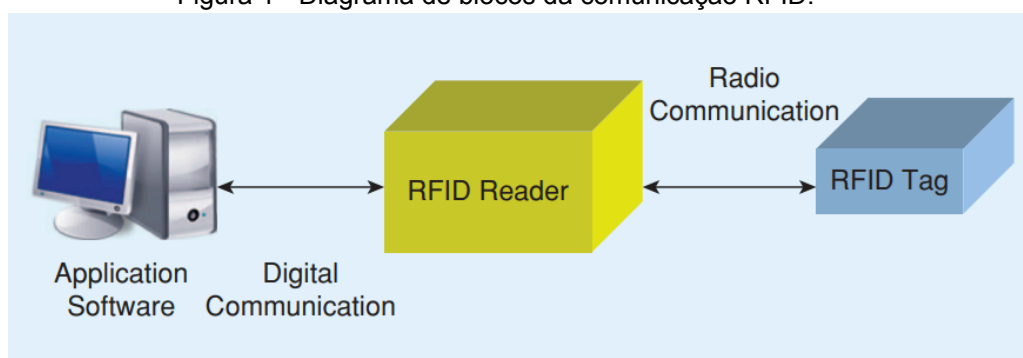
4.1. RFID

A identificação por radiofrequência (*Radio Frequency Identification*, RFID) é uma tecnologia de comunicação de dados cuja troca de informações é feita de maneira *contactless* (sem contato; por aproximação), utilizando ondas de rádio eletromagnéticas para fazer a comunicação (Preradovic; Karmakar; Balbin, 2008).

4.1.1. Comunicação de um sistema RFID

A comunicação de sistemas RFID integra três principais componentes: um transmissor, do inglês *transponder*, que envia informações ao ser solicitado por um sinal de rádio (função de uma *tag* RFID); um receptor, ou, do inglês *interrogator*, que pode tanto enviar um sinal de excitação para o transmissor, quanto captar a mensagem enviada por esse (papel de um leitor e uma antena RFID); e um sistema computacional, que irá armazenar os dados recebidos dos aparelhos físicos em um banco de dados conectado a uma rede de comunicação (Figura 1) (Bajaj *et al.*, 2024; Khan; Ray; Karmakar, 2024; Preradovic; Karmakar; Balbin, 2008).

Figura 1 - Diagrama de blocos da comunicação RFID.



Fonte: Preradovic; Karmakar; Balbin (2008, p. 91).

4.1.2. Tag RFID

Uma *tag*, ou etiqueta RFID, consiste em um microchip, que armazena um código relacionado ao produto etiquetado, e uma pequena antena que recebe e transmite sinais de rádio. As *tags* podem vir em diferentes formatos: em etiquetas

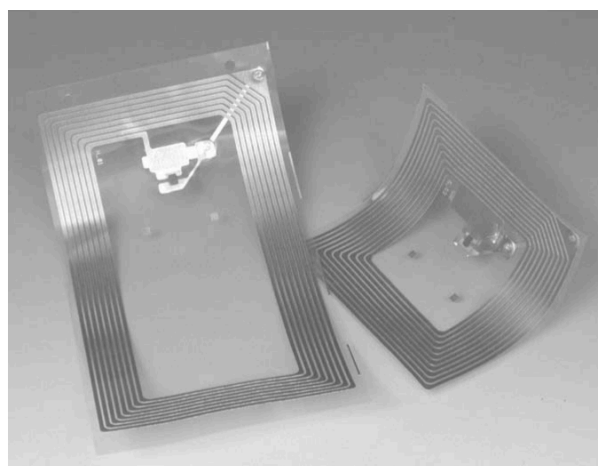
comuns, como as encontradas em peças de roupa, em adesivos, em forma de chaveiros ou dentro de cartões (Raikar, 2023), e sua espessura também varia com o tipo de aplicação. Os diferentes desenhos de antenas das *tags* são chamados de *inlays*.

Diferente de outras ferramentas de identificação automática, ou *auto-ID*, como código de barras ou cartões inteligentes, as *tags* RFID podem ser programadas e reprogramadas, não requerem que estejam dentro de um campo de visão ou contato físico com algum leitor para operar e são mais resistentes a danos como desgaste ou rasgos (Bajaj *et al.*, 2024), pois são envelopadas em uma camada protetora contra danos provocados por fatores externos (Raikar, 2023).

As *tags* podem ser separadas em três grupos: passivas, ativas e semi-passivas (ou semi-ativas) (dos Santos, 2015).

Tags Passivas (Figura 3) não possuem uma bateria interna. São alimentadas pela onda de radiofrequência que, induzida pelo o leitor, cria uma corrente elétrica e ativa a *tag* (Nayak *et al.*, 2015). A etiqueta então envia um sinal modulado para a antena do leitor. Essas *tags* são conseqüentemente mais baratas, ainda mantendo boa resistência a condições climáticas (Khan; Ray; Karmakar, 2024), tornando-as uma das opções mais comuns em aplicações RFID.

Figura 2 - *Tag* Passiva



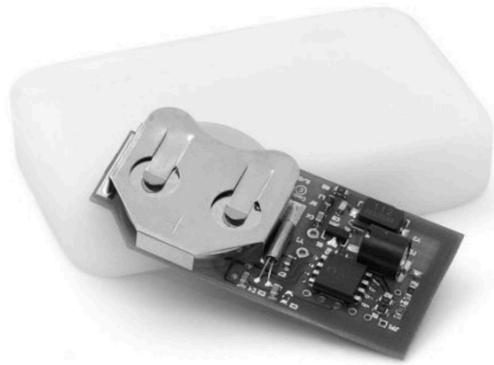
Fonte: Finkenzeller (2010, pg. 20).

Tags Ativas (Figura 2) possuem uma bateria interna que fornece a energia necessária para o ativamento. A cada determinado período de tempo, a *tag* emite bipes que correspondem a sua frequência de rádio e a vida útil da bateria é definida

segundo a quantidade dos bipes, uma maior quantidade reflete em uma menor duração da bateria (Banks *et al.*, 2007). Essas *tags*, por possuírem uma alimentação própria, permitem maior alcance de leitura e podem armazenar e transmitir uma maior quantidade de bits (Preradovic; Karmakar; Balbin, 2008).

Tags Semi-Passivas são uma junção dos tipos citados anteriormente. A parte passiva é energizada pela radiofrequência e isso faz com que a bateria (parte ativa) acione e, com isso, a *tag* é ativada. (Khan; Ray; Karmakar, 2024; Prediger; Freitas; Silveira, 2014).

Figura 3 - *Tag* Ativa



Fonte: Banks *et al.*(2007, pg. 63).

4.1.3. Antena

A antena (figuras 4 e 5) é o elemento necessário para transmitir e receber as ondas de radiofrequência, o leitor, que será apresentado no tópico a seguir, precisa da antena para conseguir se comunicar com a *tag* (Banks *et al.*, 2007). A antena, que pode ser integrada ao leitor ou externa, determina o alcance de leitura do sistema impactando diretamente na distância máxima da detecção das *tags* (Bajaj *et al.*, 2024).

O sistema de RFID exige o uso de pelo menos uma antena. Em alguns casos a antena envia e recebe os sinais de radiofrequência, em outros, é possível que se tenha uma só para enviar e outra só para receber e a escolha dependerá da necessidade do uso (Rodríguez, 2016). Em uma aplicação de larga escala, existe também a possibilidade de haver múltiplas antenas, todas conectadas no mesmo leitor (Bajaj *et al.*, 2024).

Figura 4 - Antena Circular 9dBi.



Fonte: Viaonda (2025).

Figura 5 - Antena com Leitor Integrado M-ID10W.



Fonte: Viaonda (2025).

4.1.4. Leitor

Os leitores de RFID (figuras 6 e 7) são dispositivos que ativamente fazem a comunicação com as *tags* dentro de seu alcance. É composto por uma antena e um circuito integrado (CI) contendo um microprocessador, memória de dados e um

transponder (transmissor e receptor) de radiofrequência. Leitores possuem uma fonte de alimentação, o que possibilita maior energia para enviar ondas de rádio, em contrapartida, gerando mais ruído (Banks *et al.*, 2007).

Múltiplas etiquetas RFID podem ser lidas simultaneamente. Para *tags* passivas, leitores podem fazer o reconhecimento de 50 a 100 unidades em um segundo, enquanto para *tags* ativas, esse número pode variar de 50 a 900 etiquetas diferentes, no mesmo tempo (Banks *et al.*, 2007).

Quanto à maneira de utilização, existem leitores de mão (ou portáteis) e fixos. Leitores fixos possuem maior faixa de leitura, são mais robustos e necessitam de instalação, enquanto os portáteis permitem maior mobilidade e flexibilidade na leitura, porém perdem em alcance por serem alimentados a bateria (Bajaj, et al., 2024).

Figura 6 - Leitor fixo Edge-50 AutoID.



Homologação
02066-14-08437 ANATEL

Fonte: Acura (2025).

Figura 7 - Leitor portátil RFD40 Standard.



Fonte: Zebra (2025)

4.1.5. Frequência de operação

Tanto as *tags* quanto os leitores devem operar na mesma faixa de frequência para comunicação, que podem ser de: baixa frequência (*low frequency*, LF), de 125 a 134 kHz, alta frequência (*high frequency*, HF), a 13,56 MHz, ultra-alta frequência (*ultra-high frequency*, UHF), de 860 a 960 MHz ou até mesmo frequência de microondas, que possui aplicações mais específicas para indústria, ciência e medicina, com uma faixa de 2,45 a 5,8 GHz. Quanto menor a faixa de frequência de operação, menor o alcance da leitura entre tag e leitor (Bajaj *et al.*, 2024).

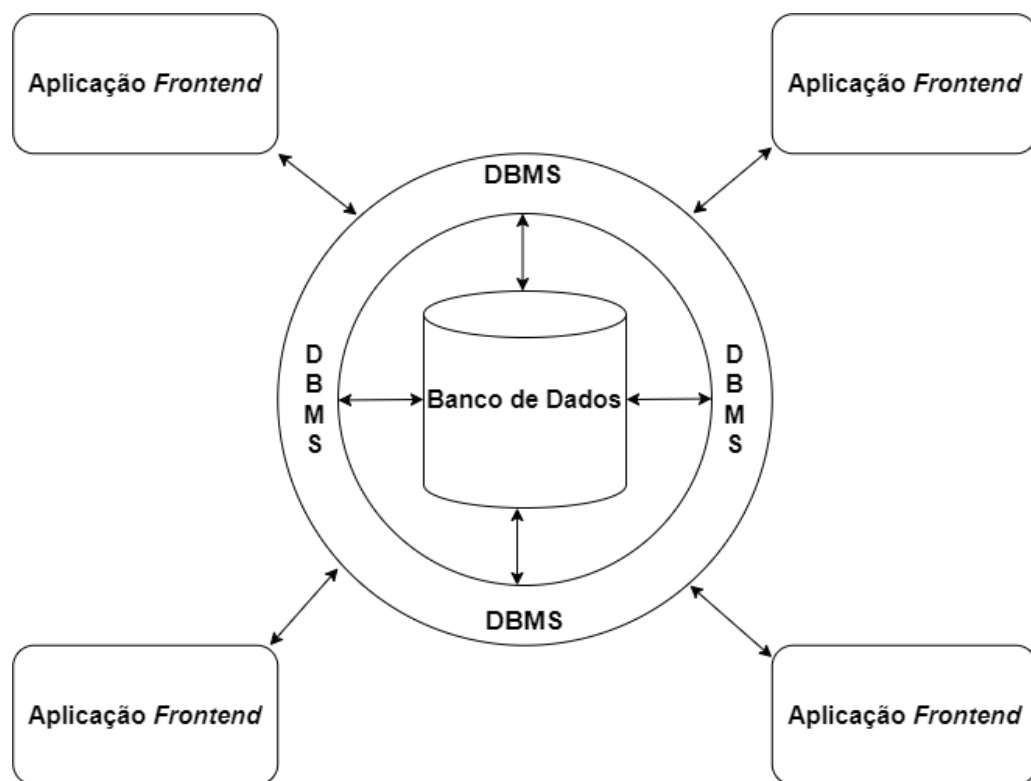
4.2. Banco de dados

Segundo Elmasri e Navathe (2001), um banco de dados é uma junção de dados relacionados. Os autores também descrevem os dados como “fatos que podem ser gravados e que possuem um significado implícito”. Utilizando um software conhecido como *Database Management System* (DBMS), em português, Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados, é possível criar um banco de dados, acrescentar, buscar, excluir, recuperar e alterar dados (C.J. Date, 1975).

Frontend está relacionado com a interface gráfica, a parte visual, com a qual o usuário vai interagir diretamente em sites, programas e aplicativos (“Front end: O que é, como funciona e qual a importância”, 2021).

Conforme Jukic, Vrbsky e Nestovov (2016), um sistema de banco de dados permite que o usuário interaja com o banco de dados de maneira eficiente. Esse sistema conta com três pilares fundamentais: o banco de dados, o DBMS e aplicações de *frontend*, como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Estrutura de um sistema de banco de dados



Fonte: Adaptado de Jukic, Vrbsky e Nestovov (2016, pg. 26).

4.3. Website

Um *website* é uma junção de páginas de rede (*web*) que contém informações específicas, estruturadas e organizadas que possibilitam o compartilhamento de forma digital, com o intuito de prestar serviços e/ou facilitar a comunicação.

São acessíveis através da internet, por meio de um navegador *web* e possuem textos, imagens, vídeos e elementos interativos. São identificados por domínio, podendo ter conteúdo estático, que é imutável, ou dinâmico, que proporciona interatividade e atualização regular. Os sites necessitam de uma base de dados que armazena e gerencia as suas informações (Spasojevic, 2024).

4.4. WebSocket

Segundo Wang, Salim e Moskovits, protocolos são conjuntos de regras estabelecidas para a comunicação e o Hypertext Transfer Protocol ou HTTP, criado em 1991, é um protocolo usado para comunicação na Internet baseado em requisição e resposta: o cliente solicita uma informação e o servidor responde (Gourley *et al.*, 2002).

Apesar de ser um dos principais protocolos, o HTTP é limitado no que diz respeito a comunicação em tempo real e após 14 anos da sua criação várias tentativas foram feitas para solucionar essa questão, como a elaboração das técnicas Polling, Long Polling e Streaming, porém nenhuma delas foram 100% eficazes. Foi só em 2011, data de lançamento do WebSocket, que foi possível resolver esse problema (Muller, 2014).

O WebSocket é um protocolo semelhante ao HTTP, ele oferece um mecanismo para aplicações baseadas em navegador que necessitam estabelecer uma comunicação bidirecional, isto é, uma troca de informações, entre o cliente e o servidor (Fette; Melkinov, 2011). Por possibilitar a comunicação em tempo real, o WebSocket é considerado a primeira grande atualização na história das comunicações web (Muller, 2014).

4.5. Application Programming Interface (API)

As APIs, ou interfaces de programação de aplicativos, podem ser compreendidas como interfaces que estabelecem protocolos de comunicação entre diferentes aplicações de software, possibilitando a troca de dados e funcionalidades de maneira controlada. Sua estrutura é definida de modo a compartilhar apenas as informações necessárias a cada requisição, mantendo ocultos os detalhes internos dos sistemas e, conseqüentemente, reforçando a segurança e a integridade das aplicações (Goodwin, 2023).

5. Revisão Bibliográfica

O trabalho apresentado por Prediger, Freitas e Silveira (2012) tem como objetivo a implementação de um sistema de informação que é capaz de controlar e rastrear os produtos de um frigorífico, baseado na tecnologia RFID. Os autores discorrem sobre o método de rastreamento mais utilizado entre as empresas: o código de barras, o fato de oferecer uma baixa capacidade de dados, além da facilidade com a qual se é possível apagar, romper e falsificar, torna a tecnologia pouco confiável.

Para alcançar os resultados desejados um modelo foi proposto e simulado no RifiDi Toolkit, uma ferramenta de simulação de sistemas RFID. Através dessa ferramenta foi possível reproduzir todos os componentes e eventos, ou seja, o momento que a tag é detectada pelo leitor. Os autores identificaram que o uso da tecnologia RFID, na área de aplicação alvo do estudo, se mostrou mais eficiente e eficaz que os métodos tradicionais.

Santos (2015) desenvolveu um sistema de monitoramento para a cadeia fria farmacêutica utilizando a tecnologia RFID para controle durante o transporte e armazenamento. Por se tratar de insumos sensíveis a variações térmicas, o autor utilizou tags semi-passivas com sensores de temperatura (*BAP tags*) para registrar possíveis variações. O sistema também conta com outros componentes necessários, como leitores, *tags* passivas, banco de dados e servidor *web* remoto.

O artigo conduzido por Resende *et al.* (2021) apresenta o desenvolvimento de um protótipo de baixo custo para controle e monitoramento patrimonial em pequenas empresas. Os autores utilizaram o microcontrolador ESP32, um leitor de

RFID e *tags*, para monitorar a movimentação de ativos e usuários do sistema em tempo real. O módulo WiFi da placa de desenvolvimento permite que o sistema se conecte à internet e envie mensagens por meio do aplicativo Telegram, com os dados dos itens e pessoas identificadas pelo leitor.

Soares (2022) elaborou um sistema de controle de estoque por RFID e para isso, dividiu o trabalho em dois projetos distintos. SIGELog-RFID aplica a solução física, selecionando antenas e leitores além de *middlewares* que servem como uma ponte de comunicação entre a parte física e a parte de *software*. Já o Beltrame RFID é o projeto responsável pela gestão dos dados fornecidos das leituras, sendo composto por uma lógica interna (*backend*), *frontend* e banco de dados.

Foram realizados testes com uma, duas e quatro antenas para análise de eficiência. Os resultados obtidos demonstraram que o aumento da quantidade de antenas permite que a porcentagem de detecção seja próxima de 100% em um cenário de baixo fluxo de produtos.

Lisboa (2021) desenvolveu um sistema de controle patrimonial utilizando RFID. O autor selecionou os equipamentos de *hardware* (leitor, antena e *tags*) e elaborou um painel administrativo online. Para o *backend* ele utilizou JEE e a API JAX-RS, para o *frontend*, Angular, e para o sistema de gerenciamento de banco de dados, MySQL. Esses três elementos foram usados para compor a parte de *software*, que permite que o usuário cadastre novos itens e confira a movimentação dos objetos existentes.

6. Metodologia

Este trabalho é baseado no método de pesquisa aplicada, buscando produzir um conhecimento a ser aplicado em situações práticas na resolução de problemas reais. No caso, utilizar os conhecimentos de RFID, aliados às disciplinas do curso, para montar uma solução de identificação e controle de ativos de uma empresa.

Uma pesquisa de campo foi conduzida inicialmente para conhecer as necessidades da empresa e quais soluções podem ser empregadas para cumprir os objetivos do projeto. Para o aprofundamento dos assuntos de RFID e desenvolvimento de sistemas computacionais, foi realizada uma pesquisa e revisão bibliográfica.

Também foi conduzida uma pesquisa de produtos como leitores, antenas e *tags*, assim como *softwares* de programação e criação de banco de dados, para que fosse decidido quais seriam os mais adequados para a aplicação na solução proposta.

Por último, o desenvolvimento de um protótipo de sistema de leitura RFID.

7. Materiais e Métodos

Após a constatação da viabilidade da RFID para o projeto, uma revisão bibliográfica foi executada, além da consulta de preços e equipamentos com fornecedores do ramo, bem como uma visita técnica na empresa para avaliar as suas necessidades e requisitos. Dessa forma, seria possível aliar a tecnologia com os objetivos de controle de ativos e assim gerar a solução proposta no trabalho.

Antes de dar continuidade ao projeto, realizou-se uma série de testes na empresa com as *tags* e os cabos de alta tensão, com o objetivo de verificar se a corrente elétrica do cabo interfere na antena ou no chip da etiqueta.

Para a escolha dos equipamentos a serem utilizados no trabalho, a frequência de operação UHF foi selecionada, pois ela é a única que permite que as *tags* sejam lidas em uma distância maior, entre 1 e 10 metros, enquanto outras frequências necessitam uma aproximação das etiquetas ao aparelho de leitura.

A solução em *software* optada foi a criação de um *website* e seu *backend* para a visualização dos dados colhidos pelo leitor e o controle deste. A escolha se dá devido a uma maior rapidez para a elaboração e a possibilidade de poder ser acessado por qualquer dispositivo dentro de uma mesma rede, se lançado em uma rede local (LAN, *Local Access Network*), quando comparada a um aplicativo em uma única máquina, por exemplo.

Foi desenvolvido um protótipo de sistema de leitura de *tags* RFID para a demonstração do funcionamento de um leitor real no controle de ativos de uma empresa. O protótipo produzido é composto de *hardware*: leitor RFID UHF, e *software*: programa de leitura de *tags*, banco de dados relacional e interface do usuário em página *web*, apresentando funcionalidades como: leitura de etiquetas RFID, atualização e consulta de itens disponíveis em estoque, e adição e remoção de *tags* em banco de dados. Considerando a necessidade de integração entre o banco de dados, o programa de leitura e o site, foi desenvolvida uma API para

viabilizar a comunicação entre esses componentes, em paralelo ao processo de implementação da interface visual do sistema.

7.1. Testes em Campo

Sob a suspeita de que poderiam sofrer danos devido à alta corrente circulada nos cabos para instalação de geradores, testes foram realizados em campo para avaliar se as etiquetas RFID permaneceriam funcionais se aplicadas em cabos energizados.

Para verificar a influência de pequenas variações de distância entre cabos e *tags*, as *tags* foram posicionadas diretamente sobre os cabos e também com diferentes materiais entre as etiquetas e os cabos. Em testes específicos, utilizou-se uma fina camada de papel-alumínio, borracha EVA e palitos de sorvete como isolantes.

Dois tipos de *tags* foram utilizadas para testes: etiquetas adesivas comuns, de papel, e etiquetas *on-metal*, que possuem um pequeno acolchoamento isolante entre a antena e o adesivo, o que teoricamente evitaria interferência eletromagnética por parte de materiais metálicos em contato com a antena da *tag*.

Simulando a operação de um gerador em serviço, os cabos foram energizados com 213 A de corrente e 80 kW de potência, durante 10 minutos.

Ao final dos testes, as *tags* fornecidas foram levadas para o ambiente da empresa fornecedora, para que fossem lidas e sua funcionalidade verificada. Os resultados indicaram que, tanto as etiquetas comuns quanto as *on-metal* não sofreram danos, exceto as retiradas com um pouco mais de força (as quais foram danificadas fisicamente).

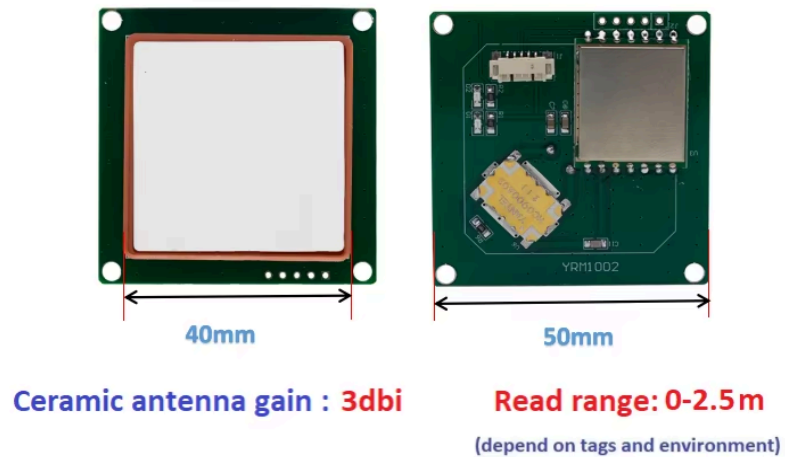
Observou-se também que as *tags* comuns colocadas sobre o papel alumínio não respondiam ao leitor RFID, enquanto as *on-metal* sim, comprovando que esse último tipo é eficaz ao ser aplicado em superfícies metálicas, isolando a antena da etiqueta desse tipo de superfície.

7.2. Módulo Leitor Integrado

O módulo a ser usado para o protótipo foi o YRM1002 (figura 9), um leitor RFID UHF de pequenas dimensões, integrado com antena de ganho 3dBi, com

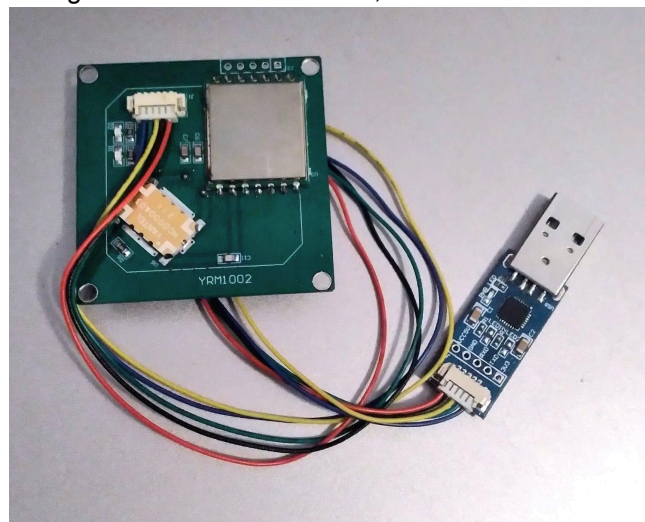
conector serial *Universal Serial Bus/Transistor-Transistor Logic* (USB/TTL) para ser usado em computadores (figura 10). Também foram utilizadas tags com diferentes inlays e chips para teste.

Figura 9 - Módulo Leitor Integrado RFID UHF YRM1002



Fonte: AliExpress (2025).

Figura 10 - Leitor YRM1002, com conector USB.



Fonte: Autoria própria (2025).

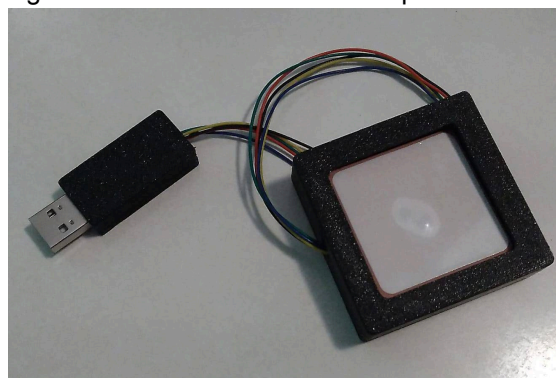
Para garantir a integridade física do módulo, foi impressa uma case em uma impressora 3D (figuras 11 e 12) para proteger tanto a antena e a placa de circuito impresso, quanto o módulo USB/TTL.

Figura 11 - Partes impressas da case



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 12 - Leitor com a case acoplada



Fonte: Autoria própria (2025).

7.3. Programação

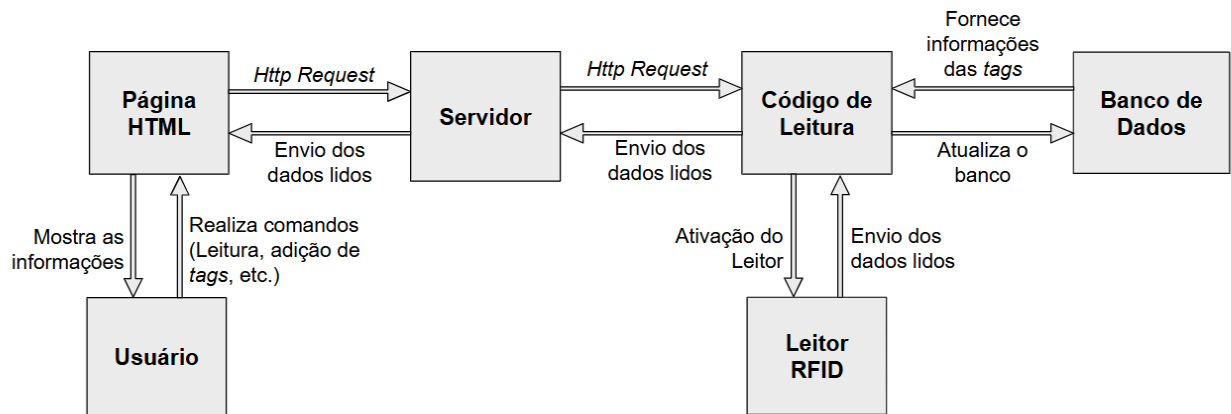
Para o programa de leitura das *tags* RFID e o servidor de comunicação entre os programas, foi utilizado Python, linguagem de programação orientada a objetos, de alto nível e de sintaxe simples, com acesso a diversas bibliotecas (Python, 2025). A linguagem foi usada dentro do Visual Studio Code, um editor de código-fonte criado pela Microsoft. Possui ambiente customizável e extensões que dão suporte a diversas linguagens de programação e facilitam o desenvolvimento de programas (Microsoft, 2025).

Para o desenvolvimento da página web, foram utilizadas as linguagens: *HyperText Markup Language* (HTML), em português, Linguagem de Marcação de Hipertexto, que funciona como estrutura principal para a apresentação de conteúdo em uma página web (Mozilla, 2025b); *Cascading Style Sheets* (CSS), em português, Folhas em Estilo de Cascata, que define a aparência de um documento HTML (Mozilla, 2025a); e JavaScript, linguagem dinâmica, baseada em objetos e compatível com navegadores web, que define o comportamento e as funcionalidades de um site (Mozilla, 2025c). Todas elas também usadas no ambiente do Visual Studio Code. O diagrama da programação está descrito na figura 13.

O banco de dados foi programado usando *Structured Query Language* (SQL), em português: Linguagem de Consulta Estruturada, que interage com um banco de dados relacional *Relational Database Management System* (RDBMS), como MySQL e PostgreSQL, permitindo adicionar, remover, atualizar e buscar dados

estruturados em tabelas, dentro do banco de dados (Jonker, Mucci; 2025). A plataforma online de gerenciamento de banco de dados *Neon Serverless Postgres* foi utilizada para essa tarefa, eliminando a necessidade de rodar um banco de dados no computador pessoal usado para testes, economizando poder de processamento e memória RAM da máquina.

Figura 14 - Diagrama da Programação do Leitor



Fonte: Autoria própria (2025).

7.3.1. Leitura de Tags e Busca de Correspondências no Banco de Dados

Para que uma leitura seja realizada, um código de ativação é enviado para o leitor, disparando o sinal de radiofrequência para as tags em área. Esse código de ativação é enviado através da comunicação serial do leitor, escrevendo um código hexadecimal, convertido em *bytes*.

Uma vez que a leitura é realizada e há *tags* no alcance do leitor, este recebe o EPC de todas as etiquetas que conseguiu identificar, juntamente com os códigos PC (*Protocol Control*), que define características como capacidade de armazenamento no chip da *tag*, CRC (*Cyclic Redundancy Check*), verificação para detectar possíveis erros, e o código de ativação, todos eles em *bytes*, em um único *string* (cadeia de caracteres).

O programa então realiza a leitura dos dados recebidos e converte-os em hexadecimal. Para que seja feita a distinção das *tags*, os códigos são separados através de um comando "*split*" (separação), utilizando o código de ativação (que é igual para todas as *tags*) como o ponto de separação das informações. O resultado

desse split é uma lista que contém os *strings* dos códigos completos das *tags* lidas, e que é atualizada a cada leitura. Para que seja retornado apenas o EPC dessas etiquetas, localizado no meio do código completo, um "*substring*", isto é, um *string* subproduto de um *string* maior é gerado, ocultando os caracteres referentes aos outros códigos, que não interessam à busca das *tags* presentes no banco de dados.

As etiquetas lidas são então buscadas na coluna referente ao EPC dessas, na tabela de equipamentos presente no banco de dados. Para cada correspondência, o programa retorna esse código, o nome do equipamento e seu status de disponibilidade ("Disponível" e "Indisponível"). Então, atualiza as quantidades das categorias de itens referentes às *tags* lidas, numa tabela de estoque, que pode ser consultada para saber quantos equipamentos de um certo tipo, como "Cabos" ou "Geradores", a empresa ainda tem disponível para realizar seus serviços.

Uma condição de tempo é imposta para que o mesmo item não seja identificado múltiplas vezes em um curto período de tempo. Essa condição também serve para diferenciar quando um equipamento está saindo para a realização do serviço, ou entrando para ser armazenado. Condições também são impostas para alterar seu status: o item é marcado como "Disponível" quando estiver entrando na empresa e, se estiver saindo, ele se torna "Indisponível".

O resultado das correspondências entre leitura e banco de dados é então convertida em um dicionário JSON (*JavaScript Object Notation*) contendo as informações dos ativos da empresa, para que elas possam ser identificadas corretamente pelo script da página *web*. Esse resultado é colocado dentro do parâmetro "*callback*" do *WebSocket*, o que possibilita o recebimento dos dados entre *sockets* (interfaces de comunicação dos sistemas operacionais) nos programas.

7.3.2. Servidor de dados Flask

O servidor de dados em Flask funciona como uma "ponte" entre o código do site e os demais códigos (leitura e acesso ao banco de dados) em Python. Utilizar ele garante uma camada a mais de segurança ao programa, evitando que os dados dos demais *scripts* não sejam acessados nem modificados diretamente através do site, além de organizar melhor a requisição de dados entre *scripts*, centralizando-os num único programa.

Esse servidor, que também funciona como uma API, define rotas que podem ser acessadas pelo *website* e que direcionam esse para novas páginas ou funções do HTML. Nessas rotas, é possível definir funções, que serão realizadas quando o site for redirecionado para tal rota. A rota principal do servidor é responsável por carregar a página inicial do *website*, buscando a pasta onde está localizado o arquivo HTML desta.

No caso do programa deste projeto, as rotas são substituídas por *sockets* do WebSocket, onde cada um desses leva a uma função do programa de leitura e do banco de dados. O resultado de uma função em um *socket* deve ser um "emit", que entrega algum dado de volta para o programa que requisitou essa função.

As funções no Flask foram definidas para as seguintes operações:

- Rodar o programa de leitura, de forma assíncrona, quando for pressionado o botão de "Iniciar Leitura". Essa opção utiliza a biblioteca "*threading*", que é responsável por criar e gerenciar novas *threads*, unidades de processo ou tarefas, que podem ser executadas simultaneamente pelo processador;
- Parar a leitura, encerrando o *socket* anterior de leitura;
- Obter dados da tabela de estoque, buscando pelo programa de requisição de dados do *database* em Python. Essa função também gera uma *thread* paralela, pois o estoque atualiza constantemente, conforme as *tags* são identificadas;
- Adicionar um novo item no banco de dados, atualizando a tabela de ativos e a de estoque, ao ser fornecido seu nome e código.

7.3.3. Aquisição de Tabelas e Modificação do Banco de Dados

A aquisição das informações dos equipamentos cadastrados no banco de dados e seu estoque, tal como a atualização das suas informações são realizadas por um programa em Python. Dentro do programa estão as funções que irão se conectar ao banco de dados no Neon Postgres, na internet, e que escreverão os comandos para modificar as tabelas, através de cursores, individuais para cada função. As funções incluem:

- Retornar os dados dos insumos, para que sejam comparados com as leituras RFID realizadas, e mostradas na página HTML;

- Retornar dados do estoque, como categoria de itens e suas quantidades, também para mostrar no *website*;
- Atualização da lista de equipamentos com a sua situação de disponibilidade, e da tabela de estoque com a quantidade atual dos insumos;
- Adicionar novas *tags* à lista de ativos, e somar ao estoque cada item novo adicionado.

7.3.4. Página HTML

A estrutura do website foi montada através de um documento HTML, incluindo os botões necessários para fazer os comandos de leitura, adição de *tags* no banco de dados e geração de relatórios das leituras do dia, as caixas de texto que mostram as informações de estoque e o histórico de leitura. A aparência do *site* foi configurada em um arquivo CSS, referenciado pelo documento HTML.

As funcionalidades que tornam a página dinâmica foram construídas em JavaScript, na seção (*HTML Tag*) "*script*" do documento, utilizando a biblioteca jQuery, que permite manipulações de elementos HTML de forma mais prática, além de incluir APIs que podem ser chamadas com apenas seu URL (jQuery, 2025). O WebSocket foi utilizado para a comunicação com os demais programas. No *site*, é possível baixar relatórios em arquivo nos formatos *Text* (TXT) e *Comma-Separated Values* (CSV), a biblioteca jsPDF foi usada para gerar os relatórios em PDF.

8. Orçamento

Os equipamentos necessários para a montagem do protótipo de leitura RFID foram custeados pela empresa e os valores estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 - Orçamento

Material	Custo (R\$)
Leitor Integrado YRM1002*	333,06
Tags RFID*	51,37
Impressão 3D da case	35,00
Material de teste	15,00
Total	434,43

*Impostos incluídos.

Fonte: Autoria própria (2025).

9. Considerações Finais

Diante dos testes realizados para verificar a viabilidade da aplicação das *tags* em cabos reais na empresa, foi constatado que sua utilização em contato direto com os cabos não compromete o processo de leitura, sendo assim possível a implementação prática no ambiente da empresa. Esse resultado permite a possibilidade de sua implementação prática no ambiente da empresa, atendendo a um dos objetivos estabelecidos neste trabalho.

Infelizmente, devido a questões internas da empresa, não foi possível adquirir equipamentos mais robustos dentro do prazo necessário e nem realizar testes em campo com o protótipo finalizado. Tais ações garantiriam maior expansibilidade ao projeto e possibilitariam a aplicação da tecnologia de forma direta e em escala ampliada.

9.1. Melhorias Futuras

Para projetos posteriores com base no trabalho aqui desenvolvido, sugere-se algumas medidas que possam ampliar a eficiência e a aplicabilidade da solução de gerenciamento de ativos da empresa.

Em primeiro lugar, o aprimoramento do protótipo, de modo que este possa ser utilizado efetivamente como um leitor portátil, para maior flexibilidade e praticidade em adicionar ou remover novos itens do inventário individualmente. A correção de possíveis erros de *software* e o aumento da robustez do sistema, garantiria uma maior segurança para que o sistema fosse utilizado para além de uma rede local, isto é, lançado na *internet* para que o *site* fosse consultado remotamente de qualquer lugar. Sugere-se a criação de um sistema de login e registro no *website* utilizado para o controle de estoque, assegurando que apenas pessoas autorizadas tenham acesso às suas informações e operações.

A segunda melhoria seria a aquisição de equipamentos mais robustos e de aplicação profissional, os quais possibilitariam maior confiabilidade no uso diário na empresa. Alternativamente, a aquisição de um módulo de leitor RFID integrado com uma antena maior e maior alcance, aliado ao sistema computacional mais refinado (robusto e corrigido), também funcionaria como uma solução de controle de estoque na empresa, mantendo grande parte do código original e se tornando uma opção de menor custo comparado aos equipamentos de uso profissional.

10. Referências Bibliográficas

ACURA. **Leitor fixo Edge-50AutoID**. s/d. Disponível

em:<https://www.acura.com.br/pt/produtos/leitor/item/edge-50-autoid-v2>. Acesso em: 13 mai. 2025.

ALIEXPRESS. **YRM1002**. s/d. Disponível em:

<https://pt.aliexpress.com/item/1005006223027290.html?gatewayAdapt=glo2bra>. Acesso em: 13 mai. 2025.

AZEVEDO, V. Em meio à falta de luz em SP, empresa de geradores vê pedidos crescerem 1000%.

CNN Brasil, São Paulo, 15 out. 2024. Economia. Disponível em:

<https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/em-meio-a-falta-de-luz-em-sp-empresa-de-geradores-ve-pedidos-crescerem-1000/>. Acesso em 04 abr. 2025.

BAJAJ, C.; KUMAR, S.; UPADHYAY, D. K.; KANAUIA, K. B.; GUPTA, D.; ALI, T. Modern RFID

Reader Antennas: A Review of the Design, State-of-the-Art, and Research Challenges. **IEEE Access**,

v. 13, p. 16427-16443, dez. 2024. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10818691>.

Acesso em: 20 mar. 2025.

BANKS, J.; PACHANO, M.; THOMPSON, L.; HANNY, D. **RFID Applied**. Hoboken: Wiley, 2007.

DATE, Christopher. **Introdução a Sistemas de Banco de Dados**. Traduzido por Hélio Auro Gouveia. 7 ed. Rio de Janeiro: Editora Campos Ltda, 1984.

DOS SANTOS, J. C. S. **SISTEMA DE MONITORAMENTO BASEADO EM IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA (RFID) PARA CADEIA FRIA FARMACÊUTICA**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. **Sistemas de banco de Dados**. Traduzido por Daniel Vieira. 6 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.

FETTE, I.; MELKINOV., A. **The websocket protocol**. Request for Comments 6455, 2011. Disponível em: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc6455>. Acesso em: 14 nov. 2025.

FINKENZELLER, K. **RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication**. 3. ed. Munique: Wiley, 2010.

GOODWIN, M. *What is an API?* IBM, 2023. Disponível em: <https://www.ibm.com/think/topics/api>. Acesso em: 02 out. 2025.

GOURLEY, D.; Totty, B.; Sayer, M.; Reddy, S.; Aggarwal, A. HTTP: The Definitive Guide. United States of America: O'Reilly Media, Inc., 2002.

JIA, X.; FENG, Q.; FAN, T.; LEI, Q. RFID technology and its applications in Internet of Things (IoT). In: International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks, 2., 2012. Yichang. **IEEE**. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6201508>. Acesso em: 06 abr. 2025.

JONKER, A; MUCCI, T. O que é Linguagem de Consulta Estruturada (SQL)?. **IBM**, 2025. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/structured-query-language>. Acesso em : 18 set. 2025.

JQUERY. What is jQuery?. **jQuery**, s/d. Disponível em: <https://jquery.com/>. Acesso em: 20 nov. 2025.

JUKIC, Nenad; VRBSKY, Susan; NESTOVOV, Svetlozar. **Database Systems Introduction to Databases and Data Warehouses**. 2 ed. Vermont: Prospect Press, 2016

KHAN, S. I.; RAY, B. R.; KARMAKAR, N. C. RFID localization in construction with IoT and security integration. **Automation in Construction**, v. 159, mar. 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580523005095>. Acesso em: 03 abr. 2025.

LANCASTER, F. W. **Indexação e Resumos: Teoria e Prática**. Brasília: Briquet de Lemos, 1991. 347p.

LISBOA, R. A. C. C. B. **Aplicação de Controle Patrimonial Utilizando Tecnologia RFID**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2021.

MICROSOFT. Visual Studio: IDE e Editor de Código para Desenvolvedores de Software. **Microsoft**, s/d. Disponível em: <https://visualstudio.microsoft.com/pt-br/#vscode-section>. Acesso em: 18 set. 2025.

MOZILLA. CSS. **Mozilla**, 2025a. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/CSS>. Acesso em: 18 set. 2025.

MOZILLA. HTML: Linguagem de Marcação de Hipertexto. **Mozilla**, 2025b. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/HTML>. Acesso em: 18 set. 2025.

MOZILLA. JavaScript. **Mozilla**, 2025c. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript>. Acesso em: 18 set. 2025.

MULLER, G. **HTML5 WebSocket protocol and its application to distributed computing**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Técnicas de Software Computacional em Engenharia, Cranfield University, Bedford, 2014.

NAYAK, R.; SINGH, A.; WANG, L. RFID in textile and clothing manufacturing: technology and challenges. **Fashion and Textiles**, v. 2, n. 9. jun. 2015. Disponível em: <https://fashionandtextiles.springeropen.com/articles/10.1186/s40691-015-0034-9>. Acesso em: 02 abr. 2025.

OLIVEIRA, R. Apagões em São Paulo, que já duram quase uma semana, aumentam procura por geradores de energia. **O Tempo**, São Paulo, 17 out. 2024. Economia. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/economia/2024/10/17/apagoes-em-sao-paulo--que-ja-duram-quase-uma-semana--aumentam-pr>. Acesso em: 04 abr. 2025.

PREDIGER, D.; SILVEIRA, S. R.; FREITAS, E. P. Modelo de Aplicabilidade de Sistema RFID para Rastreabilidade na Indústria Alimentícia. **Revista de Sistemas e Computação**, v. 6, n. 1, p. 3-14, jan/jun. 2016. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rsc/article/viewFile/3620/2888>. Acesso em: 24 mar. 2025.

PRERADOVIC, S.; KARMAKAR, N. C.; BALBIN, I. RFID Transponders. **IEEE Microwave Magazine**, v. 9, n. 5, p. 90–103, out. 2008. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4622345>. Acesso em: 20 mar. 2025.

PYTHON. Python Geral – Documentação Python 3.15.0a2. **Python**, 2025. Disponível em: <https://docs.python.org/pt-br/dev/faq/general.html>. Acesso em 18 set. 2025.

RAIKAR, S. P. **Radio-Frequency Identification**. 2013. Encyclopedia Britannica. Disponível em: <https://www.britannica.com/technology/RFID>. Acesso em: 21 mar. 2025.

RESENDE, W. J. F.; JÚNIOR, L. R.; ALVES, G. H.; DIAS, M. C.; SILVA, A. M. B. Desenvolvimento de um sistema para monitoramento e controle patrimonial, utilizando Rfid e dispositivos IoT. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 7, p.67357-67368, jul. 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/32541>. Acesso em : 24 mar. 2025.

RODRÍGUEZ, S. A. M. Tecnología RFID al servicio de la logística. **Revista RETO**, v. 4, n. 4, p. 77-90, mar. 2016. Disponível em: <https://revistas.sena.edu.co/index.php/RETO/article/view/609>. Acesso em: 04 abr. 2025.

SOARES, W. D. **Desenvolvimento de um Sistema de Controle de Estoque por RFID para uma Loja de Materiais de Construção Localizada em Santa Maria-RS**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2022.

SPASOJEVIC, A. Definição de Site. **PhoenixNap**, 2024. Disponível em:
<https://www.phoenixnap.pt/gloss%C3%A1rio/defini%C3%A7%C3%A3o-de-site>. Acesso em: 9 abr. 2025.

VIAONDA. **Antena Integrada RFID UHF - M-ID10W**. s/d .Disponível em:
<https://www.viaondarfid.com.br/antena-integrada-rfid-mid10w/>. Acesso em: 13 mai. 2025.

VIAONDA. **Antena RFID UHF 9dB Circular**. s/d. Disponível em:
<https://www.viaondarfid.com.br/antena-rfid-uhf-9db-circular/>. Acesso em: 13 mai. 2025.

ZEBRA. **Leitor portátil RFD40 Standard**. s/d. Disponível em:
<https://www.zebra.com/br/pt/products/rfid/rfid-handhelds/rfd40.html>. Acesso em: 13 mai. 2025.

Apêndice A – Sistema de Banco de Dados

Figura 14 - Código de Criação da Primeira

Versão do Banco

```
13 v CREATE TABLE tcc_link(
14   tag_id varchar(40),
15   nome varchar (20),
16   descricao text
17 );|
```

Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 15 - Criação da tabela de Tags

```
13 v insert into tcc_link (tag_id, nome)
14 values
15 ('E2 00 47 0D 63 90 64 26 FA 98 01 0A', 'Cabo 1'),
16 ('E2 00 47 0D 63 90 64 26 FA 98 01 0A', 'Cabo 1'),
17 ('E2 00 47 0D 3B 90 64 26 F8 18 01 0E', 'Cabo 1'),
18 ('E2 00 47 0D 40 10 64 26 F8 60 01 15', 'Cabo 1'),
19 ('E2 00 47 0D 4E 10 64 26 F9 40 01 14', 'Cabo 1'),
20 ('E2 00 47 0D 40 D0 64 26 F8 6C 01 11', 'Cabo 1'),
21 ('E2 00 47 0D 5C D0 64 26 FA 2C 01 13', 'Cabo 1'),
22 ('E2 00 47 0D 43 D0 64 26 F8 9C 01 12', 'Cabo 1'),
23 ('E2 00 47 0D 40 90 64 26 F8 68 01 0C', 'Cabo 1'),
24 ('11 11', 'Cabo 2'),
```

Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 16 - Aparência da Tabela de Tags

<input type="checkbox"/>	tag_id varchar(40) ↕	nome varchar(20) ↕	status text ↕
<input type="checkbox"/>	3be1000000b32bc7000004...	Cabo 2	Indisponível
<input type="checkbox"/>	1111	Cabo 2	Disponível
<input type="checkbox"/>	e200470d63906426fa9801...	Cabo 1	Disponível
<input type="checkbox"/>	e200470d63906426fa9801...	Cabo 1	Disponível
<input type="checkbox"/>	e200470d40d06426f86c01...	Cabo 1	Disponível
<input type="checkbox"/>	e200470d40106426f86001...	Cabo 1	Disponível
<input type="checkbox"/>	e200470d40906426f86801...	Cabo 1	Disponível
<input type="checkbox"/>	e200470d5c906426fa2801...	Caixa de Ferramentas	Disponível
<input type="checkbox"/>	e200470d45106426f8b001...	Cabo 2	Disponível

Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 17 - Criação da Tabela de Estoque

```

1 CREATE TABLE resumo_insumos AS
2 SELECT nome, COUNT(*) AS
3 quantidade
4 FROM tcc_link
5 GROUP BY nome;
    
```

Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 18 - Aparência da Tabela de Estoque

<input type="checkbox"/>	nome varchar(20)	quantidade bigint	+
<input type="checkbox"/>	Cabo 1	9	
<input type="checkbox"/>	Cabo 2	12	
<input type="checkbox"/>	Gerador	9	
<input type="checkbox"/>	Cabo 4	7	
<input type="checkbox"/>	Gerador 250kva	12	
<input type="checkbox"/>	Caixa de Ferramentas	7	

Fonte: Autoria própria (2025).

Apêndice B – Aparência do Site

Figura 19 - Página Inicial do Site

Leitor de Tags RFID

Histórico de leituras

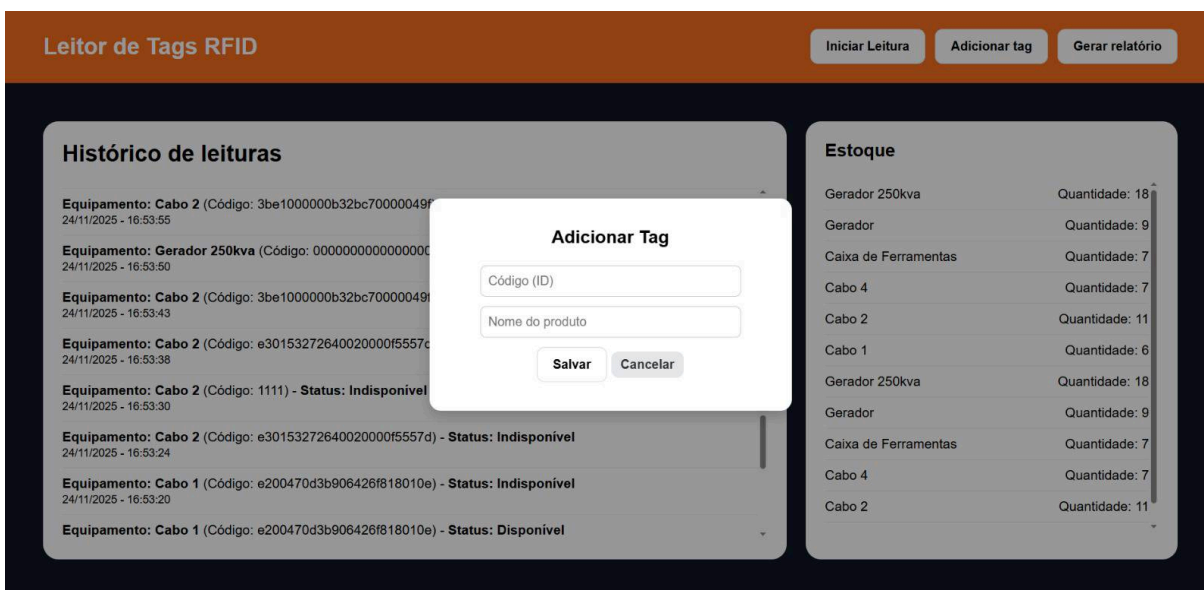
- Equipamento: Cabo 2 (Código: 3be100000b32bc70000049f) - Status: Indisponível
24/11/2025 - 16:53:55
- Equipamento: Gerador 250kva (Código: 0000000000000000000002495) - Status: Indisponível
24/11/2025 - 16:53:50
- Equipamento: Cabo 2 (Código: 3be100000b32bc70000049f) - Status: Disponível
24/11/2025 - 16:53:43
- Equipamento: Cabo 2 (Código: e30153272640020000f5557d) - Status: Disponível
24/11/2025 - 16:53:38
- Equipamento: Cabo 2 (Código: 1111) - Status: Indisponível
24/11/2025 - 16:53:30
- Equipamento: Cabo 2 (Código: e30153272640020000f5557d) - Status: Indisponível
24/11/2025 - 16:53:24
- Equipamento: Cabo 1 (Código: e200470d3b906426f818010e) - Status: Indisponível
24/11/2025 - 16:53:20
- Equipamento: Cabo 1 (Código: e200470d3b906426f818010e) - Status: Disponível

Estoque

Gerador 250kva	Quantidade: 18
Gerador	Quantidade: 9
Caixa de Ferramentas	Quantidade: 7
Cabo 4	Quantidade: 7
Cabo 2	Quantidade: 11
Cabo 1	Quantidade: 6

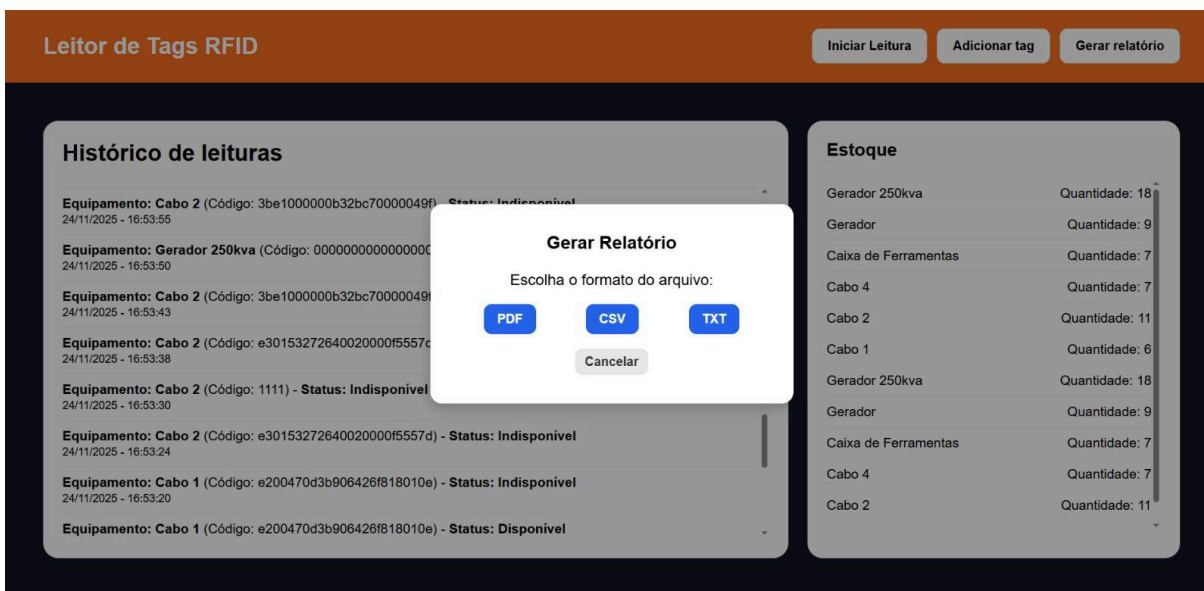
Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 20 - Função de Adicionar Tag



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 21 - Função de Gerar Relatório



Fonte: Autoria própria (2025).