



UFOP

Universidade Federal
de Ouro Preto

**Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Departamento de Computação e Sistemas**

RFControl: Sistema de gerência de estoque utilizando RFID

Alexsander Muniz da Costa

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ORIENTAÇÃO:

Prof. Vicente J. Peixoto de Amorim

COORIENTAÇÃO:

Prof. Igor Muzetti Pereira

**Fevereiro, 2018
João Monlevade–MG**

Alexsander Muniz da Costa

RFControl: Sistema de gerência de estoque utilizando RFID

Orientador: Prof. Vicente J. Peixoto de Amorim

Coorientador: Prof. Igor Muzetti Pereira

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Computação do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para aprovação na Disciplina “Trabalho de Conclusão de Curso II”.

Universidade Federal de Ouro Preto

João Monlevade

Fevereiro de 2018

FOLHA DE APROVAÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

RFControl: Sistema de gerência de estoque utilizando RFID

Alexsander Muniz da Costa

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial da disciplina CSI496 – Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Bacharelado em Engenharia de Computação e aprovada pela Banca Examinadora abaixo assinada:



Prof. Vicente J. Peixoto de Amorim
Mestre em Ciência da Computação
DECSI – UFOP



Prof. Igor Muzetti Pereira
Mestre em Ciência da Computação
DECSI – UFOP



Prof. Darlan Nunes
Mestre em Modelagem Matemática Computacional
Examinador
DECSI – UFOP

João Monlevade, 22 de fevereiro de 2018

ATA DE DEFESA

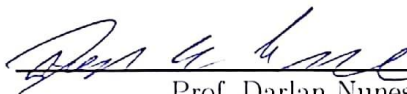
No dia 22 do mês de Fevereiro de 2018, às 10:00 horas, na sala C304 do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, foi realizada a defesa de Monografia pelo(a) aluno(a) **Alexsander Muniz da Costa**, sendo a Comissão Examinadora constituída pelos professores: Prof. Vicente J. Peixoto de Amorim, Prof. Igor Muzetti Pereira, Prof. Darlan Nunes. O(a) candidato(a) apresentou a monografia intitulada: "**RFControl: Sistema de gerência de estoque utilizando RFID**". A comissão examinadora deliberou, por unanimidade, pela aprovação do candidato, com nota 10,0 (dez), concedendo-lhe o prazo de 15 dias para incorporação das alterações sugeridas ao texto final. Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da Comissão Examinadora e pelo(a) graduando(a).



Prof. Vicente J. Peixoto de Amorim
Mestre em Ciência da Computação
DECSI – UFOP



Prof. Igor Muzetti Pereira
Mestre em Ciência da Computação
DECSI – UFOP



Prof. Darlan Nunes
Mestre em Modelagem Matemática Computacional
Examinador(a)
DECSI – UFOP

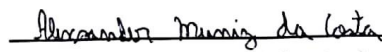


Alexsander Muniz da Costa

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Eu, **Alexsander Muniz da Costa** declaro que o texto do trabalho de conclusão de curso intitulado “*RFControl: Sistema de gerência de estoque utilizando RFID*” é de minha inteira responsabilidade e que não há utilização de texto, material fotográfico, código fonte de programa ou qualquer outro material pertencente a terceiros sem as devidas referências ou consentimento dos respectivos autores.

João Monlevade, 22 de fevereiro de 2018



Alexsander Muniz da Costa

Este trabalho é dedicado à minha família.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por essa conquista. Agradeço aos meus pais Alexsandro e Maria Aparecida, que sempre me incentivaram e apoiaram. Agradeço também aos meus irmãos Natanael e Stefany e minha namorada Jussara que me incentivaram e ajudaram quando precisei.

Agradeço a toda equipe do laboratório iMobilis pela experiência profissional e todas as amizades feitas. Aos meus orientadores Prof. Vicente J. Peixoto Amorim e Prof. Igor Muzetti por todos ensinamentos e conhecimentos passados.

Por fim agradeço a todos meus amigos que tive a oportunidade de conhecer durante essa trajetória e fizeram parte dessa conquista.

“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo.”

— Martin Luther King

Resumo

A perda de estoque é um problema recorrente em empresas de todos os portes, sendo esse por uma falha de registro, por furto ou outro motivo, pode acarretar em grandes prejuízos dependendo do valor da mercadoria. Em hospitais cerca de 30% a 40% do orçamento operacional são utilizados para a compra de materiais, sendo de grande importância o controle e gerência dos mesmos. O trabalho aqui proposto (RFControl) é um sistema de gerência de estoque capaz de realizar controle de acesso, contagem e identificação de mercadorias, através da utilização da tecnologia [RFID](#). O sistema é composto por uma aplicação *web* desenvolvida em Rails e um protótipo de *hardware* que inclui um leitor [RFID](#) e um módulo *wifi*, possibilitando a comunicação com a aplicação *web*.

Palavras-chaves: [RFID](#). Gerência de estoque. Identificação. *Hardware*. Aplicação *web*.

Abstract

The loss of inventory is a recurring problem in companies of all sizes, which is due to a failure to register, for theft or another reason, can cause great losses depending on the value of the merchandise. In hospitals, about 30 % to 40 % of the operating budget is used for purchase of materials, being of great importance the control and management of them. The work proposed here is an inventory management system capable of controlling access, counting and identification of goods through the use of RFID technology. The system consists of a web application developed in Rails and a prototype of hardware that includes an RFID reader and a wifi module, allowing communication with the web application.

Key-words: [RFID](#). Inventory management. Identification. Hardware. Web application.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Componentes básicos de um sistema RFID.	17
Figura 2 – Diferença de tamanho entre a etiqueta ativa (azul) e a etiqueta passiva (branca).	19
Figura 3 – Aplicação Rails genérica.	21
Figura 4 – Diagrama ER do projeto.	26
Figura 5 – Funcionamento geral do sistema.	28
Figura 6 – Planta de um local ideal para a aplicação.	29
Figura 7 – Etiquetas utilizadas nos testes.	31
Figura 8 – Protótipo do <i>hardware</i> utilizado.	32
Figura 9 – Esquema de ligação do circuito.	32
Figura 10 – Início da <i>landing page</i>	33
Figura 11 – Tela de <i>login</i>	34
Figura 12 – Tela de recuperação da senha.	34
Figura 13 – Menu e barra superior do site.	35
Figura 14 – Gráficos das etiquetas em movimento e seus tipos.	35
Figura 15 – Gráficos das leituras por local e seu estoque.	36
Figura 16 – Tela de rastreio de etiquetas.	36
Figura 17 – Gráficos de todas leituras.	37
Figura 18 – Gráficos de leituras de entrada e de saída.	37
Figura 19 – Gráficos e tabela de todas leituras feitas pelo admin.	38
Figura 20 – Visualização dos itens de uma leitura.	38
Figura 21 – Tela de cadastro da nota fiscal.	39
Figura 22 – Processo de leitura das etiquetas.	39
Figura 23 – Visualização de todas antenas.	40
Figura 24 – Cadastro de uma antena.	40
Figura 25 – Edição de uma antena.	40
Figura 26 – Visualização de todos itens.	41
Figura 27 – Cadastro de um item.	41
Figura 28 – Edição de um item.	41
Figura 29 – Visualização de todas empresas.	42
Figura 30 – Cadastro de uma empresa.	42
Figura 31 – Edição de uma empresa.	42
Figura 32 – Visualização de todos funcionários.	43
Figura 33 – Cadastro de um funcionário.	43
Figura 34 – Edição de um funcionário.	43
Figura 35 – Edição da senha de um funcionário.	44

Lista de tabelas

Tabela 1 – VS	18
Tabela 2 – Product Backlog	25

Lista de abreviaturas e siglas

RFID *Radio frequency identification*

DRY *Don't repeat yourself*

COC *Convention Over Configuration*

MVC *Model View Controller*

HTML *HyperText Markup Language*

CSS *Cascading Style Sheets*

SARS *Severe Acute Respiratory Syndrome*

IDE *Integrated Development Environment*

HTTP *Hypertext Transfer Protocol*

USB *Universal Serial Bus*

URL *Uniform Resource Locator*

Sumário

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Problema	15
1.2	Objetivos	16
1.3	Organização do trabalho	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	RFID	17
2.1.1	Etiquetas	18
2.1.2	Leitor	19
2.1.3	Capacidade de escrita	20
2.2	A linguagem Ruby	20
2.2.1	O framework Ruby on rails	20
2.2.2	Componentes do Rails	21
2.2.3	Gems	21
2.2.3.1	Bootstrap	22
2.2.3.2	Devise	22
2.2.3.3	Chartjs-ror	22
2.2.3.4	jquery-datatables-rails	22
2.3	Trabalhos correlatos	22
3	DESENVOLVIMENTO	25
3.1	Concepção e Elaboração	25
3.1.1	Product Backlog	25
3.1.2	Projeto de Banco de Dados	26
3.2	Implementação	27
3.2.1	Autenticação e Autorização	27
3.2.2	Funcionamento geral	27
3.2.2.1	Disposição dos leitores	29
3.2.2.2	Conferência da nota fiscal	29
3.2.2.3	Localização das etiquetas	29
3.2.2.4	Geração dos relatórios	30
3.2.3	Protótipo do <i>hardware</i>	30
3.2.3.1	<i>Protoboard</i>	30
3.2.3.2	NodeMCU	30
3.2.3.3	Leitor RFID	31
3.2.3.4	Circuito	31

4	RESULTADOS	33
5	CONCLUSÃO	45
6	TRABALHOS FUTUROS	46
	REFERÊNCIAS	47

1 Introdução

Em junho de 2003 a empresa multinacional WalMart, uma das maiores potências mundiais no mercado varejista, fez um anúncio que impulsionou a tecnologia *Radio frequency identification* (RFID). A empresa exigiu que até janeiro de 2005, seus 100 maiores fornecedores teriam que adicionar uma etiqueta RFID a todas as caixas enviadas para qualquer centro de distribuição da WalMart (LOCKTON; ROSENBERG, 2006). Com isso a demanda por etiquetas RFID cresceu desgovernadamente, fazendo os fabricantes pensarem que não seria possível produzir tamanha quantidade, estimada em 1 bilhão por ano. Essa exigência além de ter proporcionado o crescimento do mercado de RFID, proporcionou também a criação de padrões na produção das etiquetas e leitores, reduzindo seus custos e consequentemente viabilizando a sua utilização por empresas de menor porte.

A utilização da tecnologia RFID se difundiu bastante nos últimos anos devido a redução de seu custo e melhorias em seu funcionamento. Atualmente a tecnologia está sendo utilizada em diversas áreas sendo as principais: cadeias de abastecimento, segurança e rastreio de objetos (WEINSTEIN, 2005). Nas cadeias de abastecimento o RFID tem sido utilizado para rastrear o produto durante seu transporte, a partir do momento em que sai do fornecedor até o momento em que chega para o cliente. Na área de segurança a tecnologia permite o controle de acesso de pessoas em prédios de acordo com sua autorização. Na área hospitalar é bastante utilizado no rastreio de pessoas e objetos, como por exemplo na localização de recém nascidos para evitar problemas de troca ou até mesmo roubo (WEINSTEIN, 2005).

Apesar das áreas de aplicação serem bem diversas, a maioria das empresas que utilizam a tecnologia veem sua aplicação em controle de estoque, garantindo a melhoria no rastreio dos produtos durante seu deslocamento, o aumento da eficiência e velocidade dos processos envolvidos, a geração de informações mais precisas e a redução de perdas.

1.1 Problema

Independente do tamanho de uma empresa a realização do controle de estoque é necessária para o gerenciamento das suas movimentações e necessidades de compra. Entre as dificuldades para a realização do controle manual de estoque estão: demora na conferência dos objetos, perda de objetos e trocas devido a semelhanças, falhas humanas.

Em lavanderias a contagem de itens é algo bastante exaustivo, podendo ocorrer falhas na contabilização das peças, especialmente em processos que envolvem grandes quantidades de tecidos (SMILEY, 2015). Quando a contagem não corresponde ao esperado

é difícil identificar a fonte do problema, se foi devido ao erro na contagem ou se realmente alguma peça foi perdida.

Em alguns hospitais o custo de equipamentos perdidos chega a centenas de milhares de dólares por ano, tais como equipamentos de locomoção como cadeiras de rodas, macas e aparelhos portáteis (OZTEKIN et al., 2010). Um dos motivos da dificuldade do gerenciamento dos equipamentos é a realização de procedimentos de emergência que podem ocorrer a qualquer momento.

1.2 Objetivos

O presente trabalho consiste em construir um sistema *web* em *Ruby on Rails* capaz de receber dados de um leitor [RFID](#) para realizar a contagem de etiquetas e assim gerenciar o fluxo de entrada e saída de itens de um local.

Este trabalho possui os seguintes objetivos específicos:

- Propor uma solução para o gerenciamento de estoque utilizando a tecnologia [RFID](#).
- Desenvolver uma aplicação *web* para gerenciar a leitura de etiquetas [RFID](#).
- Montar um protótipo para a realização da comunicação entre um leitor [RFID](#) e o sistema *web*.
- Validar o funcionamento do sistema como um todo, realizando a leitura e o envio das informações das etiquetas utilizando o protótipo e o recebimento e tratamento dos dados na aplicação *web*.

1.3 Organização do trabalho

Esse trabalho é dividido da seguinte forma: no capítulo 1, é apresentada uma visão geral do assunto abordado, o problema central e o objetivo geral do mesmo. No capítulo 2 está contida a revisão bibliográfica sobre o tema, sendo abordada uma grande demanda do material teórico que existe sobre o assunto tratado. No capítulo 3 são apresentados os métodos e procedimentos adotados para o desenvolvimento do trabalho, descrevendo inicialmente como foi elaborado e por último como foi feita a sua implementação. No capítulo 4 é apresentado o resultado do desenvolvimento do sistema *web*, mostrando como ficou o resultado dos testes realizados com base na metodologia aplicada. No capítulo 5 são destacados os principais aspectos e contribuições deste trabalho. São apresentados também os trabalhos futuros e algumas limitações.

2 Revisão bibliográfica

Este capítulo apresenta uma revisão da literatura, bem como trabalhos correlatos.

2.1 RFID

RFID é uma tecnologia de comunicação sem fio que é capaz de identificar objetos ou pessoas através da utilização de etiquetas de identificação única. Um sistema **RFID** é composto por 3 componentes básicos: etiqueta, leitor e um servidor, podendo conter mais de uma etiqueta e mais de um leitor ([HUNT; PUGLIA; PUGLIA, 2007](#)). A leitura das etiquetas é feita pela antena do leitor ao entrar no alcance de seu sinal, ao receber os dados o leitor os transmite para o servidor que faz o tratamento dos mesmos. A comunicação entre esses componentes é demonstrada na Figura 1.



Figura 1 – Componentes básicos de um sistema **RFID**.

Fonte: ([JONES; CHUNG, 2008](#))

Em comparação com os códigos de barras, a utilização da tecnologia **RFID** apresenta um número bem maior de vantagens como apresentado na Tabela 1, porém o maior empecilho de sua adoção é o seu alto custo de implementação ([MICHAEL; MCCATHIE, 2005](#)). Os principais benefícios trazidos por essa tecnologia são: escaneamento sem linha

de visão, redução de mão de obra, melhoria do controle do estoque e da visibilidade das mercadorias podendo monitorá-las a todo instante.

CÓDIGO DE BARRAS	RFID
Necessita linha de visão para ser lido	Pode ser lido sem linha de visão
Pode ser lido apenas individualmente	Pode ler várias etiquetas simultaneamente
Não pode ser lido se estiver danificado ou sujo	Pode lidar com ambientes agressivos ou sujos
Pode identificar apenas o tipo do item	Pode identificar um item específico
Não pode ser atualizado	Novas informações podem ser gravadas
Exigem rastreamento manual	Pode ser rastreado automaticamente

Tabela 1 – Vantagens da tecnologia RFID em comparação com códigos de barras.

Fonte: (WHITE et al., 2007).

Uma das características mais chamativas é o escaneamento sem linha de visão, ou seja, as etiquetas RFID podem ser lidas sem serem visualizadas podendo estar em qualquer disposição, desde que estejam dentro do alcance do leitor. Com isso por exemplo é possível identificar todo o conteúdo de uma caixa sem ter que abri-la. Além disso os leitores conseguem escanear múltiplas etiquetas simultaneamente, o que permite, juntamente com as outras características de escaneamento, automatizar o processo de identificação e contagem de mercadorias.

O maior custo de um centro de distribuição padrão é a mão de obra que representa de 50% a 80% do custo de distribuição. É estimado que a implementação de um sistema RFID pode reduzir 36% do custo com mão de obra no recebimento de mercadorias e 90% na conferência das mesmas (MICHAEL; MCCATHIE, 2005).

Por último, a utilização da tecnologia proporciona o aumento da visibilidade das mercadorias, melhorando o controle de estoque. A tecnologia RFID permite o rastreamento em tempo real dos itens fornecendo informações precisas e detalhadas. A visibilidade pode ser utilizada para agilizar o processo de resposta a demandas de clientes, melhorando a habilidade de ter o produto correto na hora certa, tendo controle da quantidade correta de cada mercadoria no estoque.

2.1.1 Etiquetas

A etiqueta RFID é uma espécie de pacote que possui micro chips semicondutores e miniaturas de antenas em seu interior. Elas podem ser identificadas de maneira única e anexadas a pessoas ou objetos para que sejam rastreadas através da comunicação sem fio.

Existem dois tipos principais de etiquetas RFID: as passivas e as ativas. As passivas são alimentadas pela energia das ondas eletromagnéticas emitidas pelo leitor, funcionando apenas quando entram no campo de leitura do mesmo.

As etiquetas ativas possuem mini baterias embutidas em seus circuitos como fonte de energia, isso permite que sejam detectadas de distâncias maiores, porém são mais caras

e maiores do que as etiquetas passivas. A Figura 2 mostra a diferença de tamanho entre as duas etiquetas.



Figura 2 – Diferença de tamanho entre a etiqueta ativa (azul) e a etiqueta passiva (branca).

Fonte: (SMILEY, 2016)

Algumas etiquetas possuem memória que pode ser escrita e apagada, enquanto outras podem ser apenas lidas. Os preços das etiquetas podem variar de acordo com suas funcionalidades e desempenho. As informações gravadas em uma etiqueta **RFID** podem servir para descrever características do objeto que ela está anexada, como número de série, data de fabricação, utilização e muito mais.

2.1.2 Leitor

Os leitores **RFID** são compostos por uma antena e um módulo eletrônico. A antena é utilizada para fazer a comunicação sem fio com as etiquetas **RFID**. O módulo eletrônico é responsável pela comunicação com aplicações externas, transferindo as mensagens de todas as etiquetas dentro do alcance do leitor. O módulo eletrônico também realiza várias funções de segurança como autenticação de usuários, criptografia e descryptografia. Não esquecendo de outra função muito importante chamada anti-colisão, que permite um leitor se comunicar com centenas de etiquetas simultaneamente.

2.1.3 Capacidade de escrita

A etiqueta [RFID](#) envia seus dados armazenados para o leitor ao entrar no alcance de sua antena. O formato dos dados pode variar de acordo com o fabricante, podendo estar nas seguintes formas: ASCII, caracteres hexadecimais ou decimais. Os dados armazenados na etiqueta dependem da sua capacidade de escrita. Existem três tipos principais: somente leitura, escrita única e várias leituras, várias escritas e leituras ([JONES; CHUNG, 2008](#)).

1. As etiquetas somente leitura são aquelas em que os dados já vêm gravados de fábrica. Porém, esses tipos de etiquetas são especificadas pelo fabricante e aceitas pelo comprador, ou especificadas pelo comprador.
2. As etiquetas de escrita única e várias leituras não são programadas pelo fabricante. O comprador tem a oportunidade de escrever a identificação na etiqueta e dependendo da memória podem possuir mais de um campo para gravar. Contudo os dados não podem ser apagados, ou seja, uma vez escritos não podem ser alterados.
3. As etiquetas de escrita/leitura também são programadas pelo comprador. A vantagem das mesmas é que se pode reprogramar os dados de identificação existentes, podendo corrigir erros de gravação.

2.2 A linguagem Ruby

Ruby é uma linguagem de programação desenvolvida em 1993 por Yukihiro Matsumoto, mas apresentada pela primeira vez em 1995. Com o objetivo de diminuir a carga de trabalho dos programadores, a linguagem foi desenvolvida com base no princípio de menos surpresas, onde o comportamento da linguagem geralmente é o que o desenvolvedor espera. A linguagem começou a ganhar popularidade com a criação do projeto RubyGems em 2001, que possibilitou a distribuição de pacotes de aplicações facilitando a reutilização de códigos ([WILLIAMS, 2007](#)).

2.2.1 O framework Ruby on rails

Rails é um *framework* para desenvolvimento de aplicações *web* escrito na linguagem Ruby. Foi desenvolvido com intuito de facilitar a programação de aplicações *web*, permitindo fazer muitas coisas com poucas linhas de código.

A filosofia do Rails inclui dois grandes princípios guias: *Don't repeat yourself* ([DRY](#)) e *Convention Over Configuration* ([COC](#)). O [DRY](#) sugere que não exista trechos de código repetidos na aplicação, pois a repetição dificulta a manutenção do código e aumenta a ocorrência de problemas.

O princípio [COC](#) se resume em fazer a utilização das convenções do Rails, eliminando o tempo gasto com configurações, sendo necessário configurar apenas aspectos não reconhecidos pelo *framework*.

2.2.2 Componentes do Rails

Uma aplicação feita em Rails possui vários componentes, como ilustrado na Figura 3. A arquitetura ilustrada é baseada no modelo *Model View Controller* ([MVC](#)), que é a separação entre dados, lógica e a parte visual. O *model* mantém a relação entre os objetos e o banco de dados, lidando com suas validações e associações. A *view* permite a exibição de dados e a interação com o usuário. Por último, o *controller* é responsável por fazer a conexão entre as requisições do usuário e os métodos associados a cada *view*.

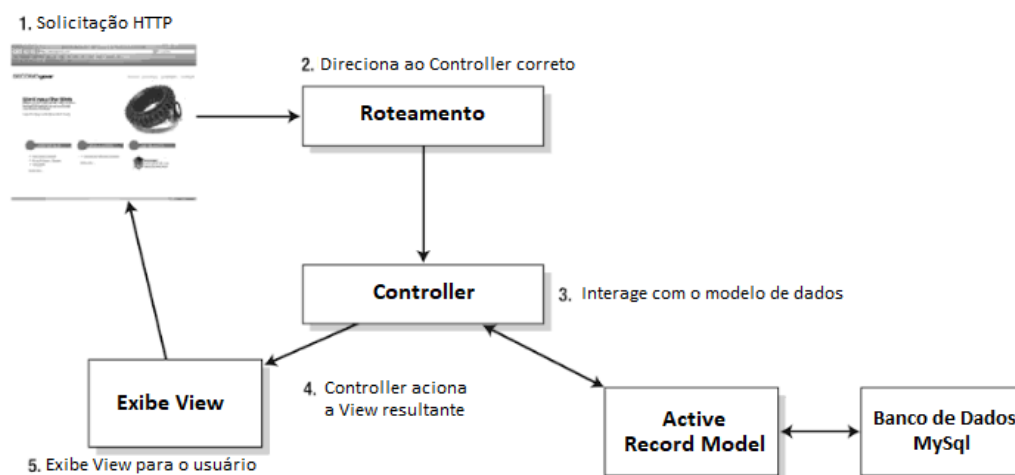


Figura 3 – Aplicação Rails genérica.

Fonte: Adaptado de ([WILLIAMS, 2007](#))

O esquema da Figura 3 demonstra o que acontece quando um usuário requisita uma página pela primeira vez através do navegador. Ao fazer a solicitação da *Uniform Resource Locator* ([URL](#)), o *controller* recebe o pedido e o redireciona para o método correto de acordo com a [URL](#) do roteamento. Após a chamada do método, este é executado acessando todas as informações que precisa do banco de dados. Após o acesso dos dados necessários é feita a renderização final da *view* no navegador do usuário.

2.2.3 Gems

As gems são bibliotecas, conjuntos de arquivos que são compartilhados para serem reutilizados por outros desenvolvedores. Cada gem é identificada pelo nome, versão e plataforma, dentro desta se encontra sua documentação, código e a *gemspec* que é um arquivo com todas as suas especificações.

2.2.3.1 Bootstrap

Bootstrap¹ é um *framework* para agilizar o desenvolvimento *web* em relação ao design gráfico (*front-end*). O *framework* contém modelos [HTML](#) e [CSS](#) para diversos componentes como botões, formulários, tabelas, imagens e outros. Além disso, possibilita o desenvolvimento de *design* responsivo de maneira prática. Essa gem foi escolhida para a construção da interface do trabalho atual devido às suas características de simplicidade e agilidade no desenvolvimento *web*.

2.2.3.2 Devise

Devise² é uma solução de autenticação para Rails utilizada para controle de sessão de usuários. Além das funcionalidades de autenticação e segurança também fornece o modelo [MVC](#) completo incluindo as *views*, facilitando o seu uso e incorporação em um projeto Rails. O Devise é dividido em módulos permitindo a utilização apenas do que for necessário. Neste trabalho foram utilizados somente os módulos responsáveis pelas funcionalidades de auto-preenchimento dos campos de autenticação após o primeiro acesso, *login*, recuperação de senha, edição de cadastro e *logout*.

2.2.3.3 Chartjs-ror

Chart.js³ é uma biblioteca para geração de gráficos baseada em JavaScript, que permite de forma simples criar gráficos animados e interativos. Essa gem permite a utilização dessa biblioteca em Rails não sendo necessário JavaScript para gerar e configurar os mesmos. Essa gem fez-se necessária com o intuito de produzir gráficos com aparência mais profissional.

2.2.3.4 jquery-datatables-rails

DataTables⁴ é um *plug-in* para a biblioteca jQuery do JavaScript. É uma ferramenta flexível que adiciona funcionalidades avançadas a qualquer tabela [HTML](#). A utilização dessa gem permitiu acessar as funcionalidades de pesquisa, ordenação e paginação dos dados apresentados em cada tabela, garantindo simplicidade e facilidade na interação com o sistema.

2.3 Trabalhos correlatos

Existem vários trabalhos que descrevem a utilização da tecnologia [RFID](#) para realizar a otimização de algum processo como: rastreamento de objetos ou pessoas, leitura de

¹ <https://getbootstrap.com>

² <https://github.com/plataformatec/devise>

³ <http://www.chartjs.org>

⁴ <https://datatables.net>

informações, autenticação, entre outros. Apesar de inovador, o trabalho aqui proposto não é inédito. Todos os trabalhos citados abaixo utilizam a tecnologia [RFID](#) como ferramenta principal para alcançar seus objetivos específicos.

Em ([FRY; LENERT, 2005](#)) é descrito um *software* integrado a um *hardware*, chamado MASCAL, desenvolvido para realizar controle de recursos de um hospital durante situações de casualidades em massa como desastres naturais. O projeto utilizou de etiquetas [RFID](#) ativas para rastrear pacientes, equipamentos e funcionários durante a resposta a um desastre. O sistema fornece dados e a localização em tempo real de recursos importantes, reduzindo o trabalho manual de procura e ajudando no controle de situações que podem ser bem caóticas. O trabalho supracitado se diferencia do trabalho presente principalmente pelo fato da necessidade de atualização frequente dos dados, sendo utilizado o monitoramento em tempo real, o que implica em um projeto de maior complexidade.

([WANG et al., 2006](#)) realiza um estudo de caso que demonstra a utilização de um projeto [RFID](#) em um hospital em Taiwan. Com o intuito de ajudar a supervisionar e identificar os casos de uma doença chamada *Severe Acute Respiratory Syndrome* ([SARS](#)), altamente infecciosa que desafiou as medidas de contenção nos hospitais das regiões afetadas. A implementação do projeto exigiu a participação de especialistas nas áreas de saúde e da tecnologia, sendo necessária a construção de uma etiqueta própria para coletar as medições de temperatura dos pacientes, de modo a identificar os casos da doença sem comprometer a saúde dos funcionários. Apesar de ser um projeto de grande porte envolvendo 41 leitores [RFID](#) e 27 antenas, demonstra também uma possível aplicação da tecnologia na área da saúde em controle de doenças contagiosas.

([LEGNER; THIESSE, 2006](#)) descreve a implementação de um sistema [RFID](#) integrado a uma aplicação móvel para controle de manutenção em equipamentos. O sistema foi implementado no segundo maior aeroporto da Europa, localizado em Frankfurt na Alemanha, para gerenciar a manutenção de milhares de equipamentos de proteção contra incêndio. O sistema é composto por etiquetas [RFID](#) anexadas aos equipamentos, dispositivos móveis equipados com leitor [RFID](#) e a aplicação móvel, o *middleware* responsável pela conexão com o servidor de controle dos ativos. Os funcionários autorizados foram identificados por etiquetas [RFID](#) utilizadas para realizar a autenticação no aplicativo, tornando-os aptos a acessar as ordens de serviço e armazenar as informações das inspeções e manutenções realizadas. Ao final do serviço os dados foram transferidos do aplicativo para o servidor pelo funcionário. Essa implementação não envolveu antenas [RFID](#), fazendo utilização apenas dos leitores instalados nos celulares, mostrando mais uma forma de aplicação e arquitetura possível e diferenciando-o dos outros trabalhos citados.

Em ([LU; YU, 2010](#)) é apresentada uma arquitetura de sistema de gerência de processos orientada a serviços, utilizado para implementar um *software* demonstrativo aplicado ao contexto do processo de limpeza de roupas por lavanderias através de etiquetas

RFID laváveis. As etiquetas são anexadas as roupas ao serem recebidas e retiradas antes da devolução. O processo completo passa por 6 etapas:

1. Anexar as etiquetas às roupas.
2. Manter guardadas antes de enviar para limpeza.
3. Enviar as roupas sujas coletadas para a lavanderia.
4. Enviar de volta as roupas para as lojas de origem.
5. Manter as roupas e contactar os clientes.
6. Retirar as etiquetas ao devolver as roupas.

A utilização da tecnologia RFID proporcionou agilidade na contagem e verificação das roupas, aumentando o controle do processo através do monitoramento constante no transporte e durante a limpeza. Em questão de propósito este trabalho é o que mais se assemelha com o RFControl. Apesar de não apresentar a sua implementação, é proposto um sistema simples, com poucos componentes e que pode ser adaptado para outros tipos de empresas.

3 Desenvolvimento

3.1 Concepção e Elaboração

Na concepção desse trabalho foram executados alguns passos para facilitar o desenvolvimento do produto final. Inicialmente foi realizado o estudo da linguagem Ruby e a implementação de um projeto simples em Rails como treinamento. Depois foi realizado a especificação das funcionalidades do sistema e o projeto inicial do banco de dados.

3.1.1 Product Backlog

O *product backlog* é uma lista de todas as funcionalidades que se espera em um *software* ao final do projeto. O *product backlog* geralmente é estabelecido no começo do desenvolvimento e serve como guia das funcionalidades a serem desenvolvidas, porém seu escopo pode mudar durante o projeto, adicionando novas ideias, removendo ou alterando alguns itens. A Tabela 2 a seguir mostra o *product backlog* criado para este projeto.

SERVIÇOS	REQUISITOS ESPECÍFICOS
Serviço de Autenticação	Autenticar administrador Autenticar usuário
Serviço de geração de gráficos	Gerar gráfico de entrada e saída de produtos Gerar gráfico de entrada e saída de produtos por funcionário Gerar gráfico de participação de empresas Gerar gráfico de produtos por local Gerar gráfico de produtos em movimento Gerar gráfico de produtos em estoque Gerar gráfico de histórico de locais
Serviço de gerenciamento de antenas	Cadastrar nova antena Editar antena Excluir antena
Serviço de gerenciamento de itens	Cadastrar novo item Editar item Excluir item
Serviço de gerenciamento de empresas	Cadastrar nova empresa Editar empresa Excluir empresa
Serviço de gerenciamento de funcionários	Cadastrar novo funcionário Editar funcionário Excluir funcionário
Serviço de gerenciamento de leituras	Cadastrar nota fiscal Iniciar leituras Gravar leituras
Serviço de comunicação com o servidor	Garantir confiabilidade da comunicação Garantir eficiência da comunicação

Tabela 2 – *Product Backlog*.

3.1.2 Projeto de Banco de Dados

Realizar o projeto do banco de dados é uma forma de visualizar os objetos que serão utilizados no desenvolvimento do programa, podendo ser alterado de acordo com o necessário. Para isso foi utilizado o diagrama ER (Entidade-Relacionamento).

O diagrama ER é um tipo de fluxograma que mostra como as entidades são e como estão relacionadas. Cada entidade é descrita pelos seus atributos e os relacionamentos entre elas são nomeados de forma que expliquem qual a cardinalidade entre elas. Existem 3 tipos de relação que servem para descrever a quantidade de instâncias entre duas entidades: um para um (1:1), um para muitos (1:n) e muitos para muitos (n:m).

O diagrama do projeto foi feito utilizando o programa *MySQL Workbench* versão 6.3 e pode ser visualizado na Figura 4. A entidade “Registro” representa o processo de leitura das etiquetas, o qual possui um funcionário responsável, uma antena que realiza a leitura e uma empresa proprietária dos itens, podendo ser um fornecedor ou um cliente dependendo do contexto da aplicação. Opcionalmente pode ser criada uma nota fiscal com vários itens para um registro, afim de realizar a conferência das etiquetas lidas no final do processo. Os registros possuem uma relação de muitos para muitos com as etiquetas, pois uma mesma etiqueta pode estar presente em vários registros. Por último cada etiqueta pertence a um tipo de item.

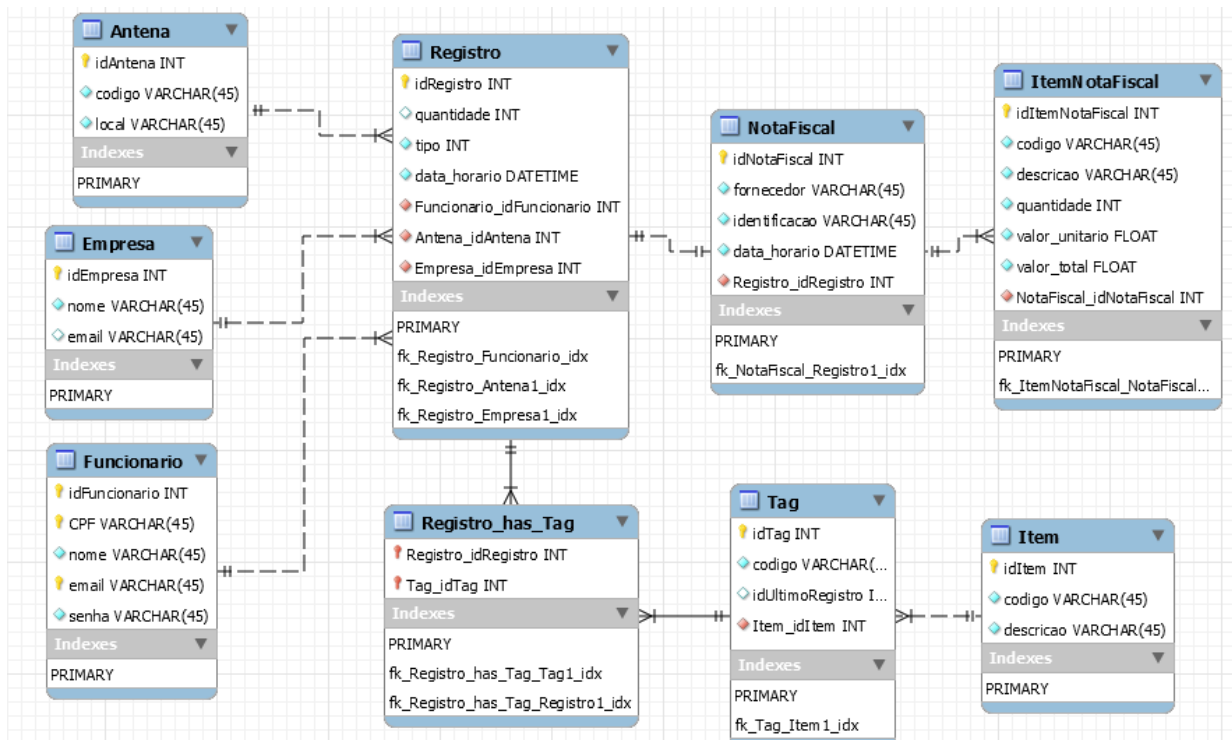


Figura 4 – Diagrama ER do projeto.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 Implementação

Para o desenvolvimento da aplicação *web* foram usadas as versões 5.1.4 do Rails, 2.2.6 do Ruby e 9.6.3 do banco de dados PostgreSQL. Também foi utilizado o editor de texto Sublime Text em sua versão 3.0. Para a execução da aplicação *web* foi utilizado um *notebook* Lenovo ideapad 310-15ISK com um processador Intel(R) Core(TM) i5-6200U de 2.40GHz e 8GB de memória RAM DDR3 com o Windows 10 de 64bits.

3.2.1 Autenticação e Autorização

A gem *devise* foi utilizada para o controle de sessão dos usuários desde o momento da autenticação até a saída do usuário. Através dela foram implementadas as funcionalidade de lembrar o usuário, autenticação, recuperação de senha, edição de cadastro e *logout*. Os módulos utilizados foram:

- *Database Authenticatable*: Armazena uma senha no banco de dados com o intuito de autenticar o usuário durante o *login*.
- *Registerable*: Responsável pelo cadastro, edição e remoção das contas dos usuários.
- *Recoverable*: Responsável pelo processo de recuperação da senha e redefinição.
- *Rememberable*: Permite lembrar o usuário através de *cookie* salvo.
- *Trackable*: Mapeia informações de autenticação do usuário, como: quantidade de vezes que acessou o sistema, *timestamps* da sessão anterior e atual, o endereço IP e outros dados.
- *Validatable*: Fornece validação de *e-mail* e senha, opcional e customizável.
- *Timeoutable*: Responsável por expirar sessões que estiverem inativas por um período de tempo determinado.

3.2.2 Funcionamento geral

O sistema funciona a partir da comunicação entre o leitor [RFID](#) e a aplicação *web* que é possível através de outros componentes intermediários como o módulo *wifi* e o servidor. Os dados das leituras das etiquetas são enviados para um servidor que armazena os dados até que a aplicação os solicite. Na Figura [5](#) é demonstrado esse procedimento.

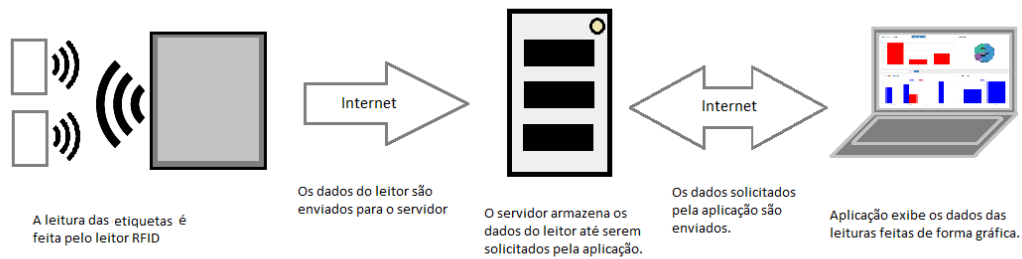


Figura 5 – Funcionamento geral do sistema.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A aplicação foi desenvolvida para atender as mais diversas situações, desde um simples galpão com apenas uma entrada e saída, até um local com múltiplos portões e antenas. Na Figura 6 é apresentada a planta baixa de um local fictício onde a aplicação poderia ser utilizada com todo seu potencial. Esse cenário hipotético possui duas entradas: a recepção e a entrada secundária. A recepção é a entrada de clientes. As mercadorias e os itens vindos de fornecedores são recebidos pela entrada secundária, onde existe a possibilidade de se conferir a nota fiscal relacionada. As outras salas representam os locais aonde as mercadorias poderiam ser utilizadas, notando que não é necessário o monitoramento de todas as salas como a sala B que pode representar um banheiro ou outro local em que o seu monitoramento não contribui com informações úteis. Através da disposição das antenas no cenário apresentado é possível realizar o rastreamento das etiquetas nos locais de interesse.

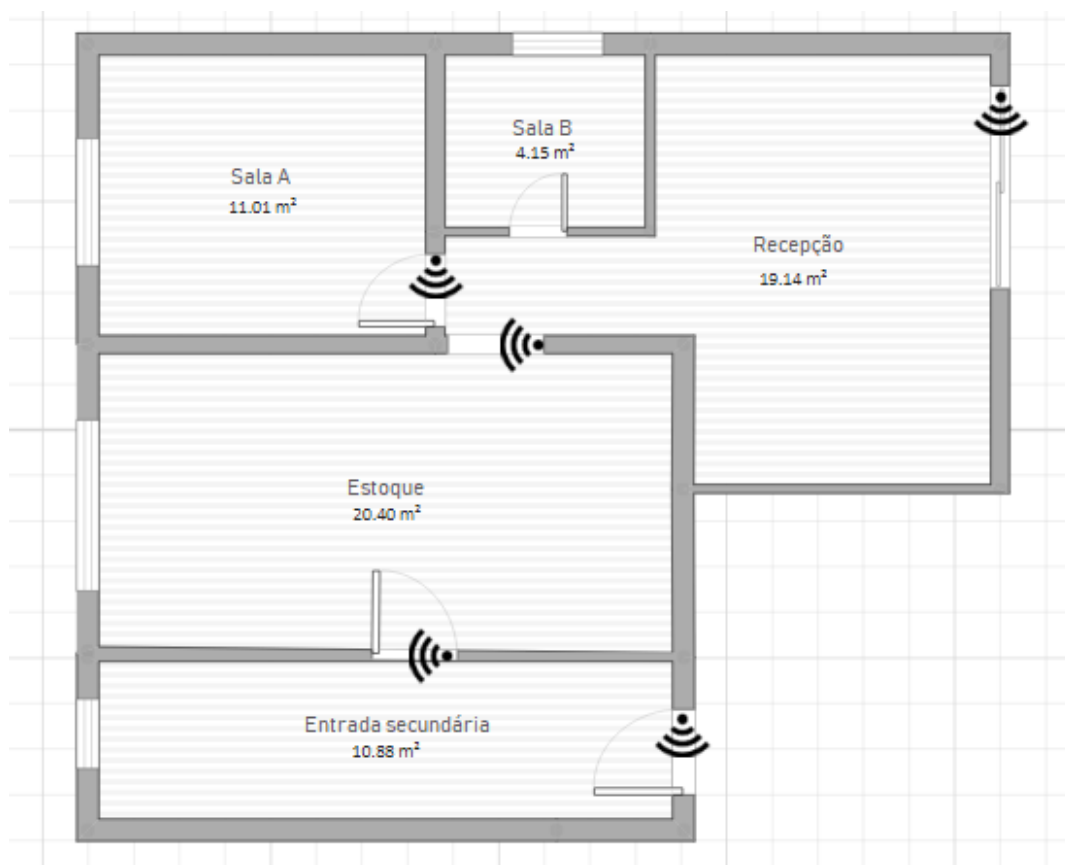


Figura 6 – Planta de um local ideal para a aplicação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.2.1 Disposição dos leitores

Para simplificar a lógica de gerenciamento dos dados lidos pelas antenas foi decidido a utilização de apenas um leitor na passagem em que se deseja realizar o monitoramento. Para identificar o sentido do movimento dos itens foi utilizado o próprio banco de dados. Quando uma etiqueta é lida verifica-se se ela está no estoque do local, caso esteja então é removida do estoque, caso contrário é adicionada ao mesmo.

3.2.2.2 Conferência da nota fiscal

Ao vincular uma nota fiscal a uma leitura, são utilizados os itens informados na nota para fazer a conferência das etiquetas lidas, verificando-se se a quantidade e os tipos dos itens conferem com as etiquetas.

3.2.2.3 Localização das etiquetas

Quando são realizadas as leituras das etiquetas, as informações referentes a essa operação são armazenadas na tabela de registros. O registro possui um tipo que identifica se o fluxo da leitura é de entrada ou saída.

A localização das etiquetas é obtida através da análise do último registro em que ela aparece. Se o tipo for de entrada então a etiqueta entrou em algum lugar, caso contrário, o objeto foi retirado de um local. Através da localização da antena que fez a leitura é possível identificar informações do local.

As etiquetas que foram registradas por último entrando em um local são contabilizadas como estoque do mesmo. As etiquetas que saíram de um local e depois disso não entraram em nenhum lugar são consideradas que estão em movimento e podem ser rastreadas. O rastreo consiste em mostrar quais os locais em que a etiqueta passou e a duração dos intervalos.

3.2.2.4 Geração dos relatórios

Para a geração de todos os gráficos foi utilizada a gem *Chartjs-ror* com exceção do gráfico de rastreo. Para esse último foi utilizada a gem *Chartkick* por permitir a geração de um gráfico específico chamado de *timeline* (linha do tempo). Os gráficos são renderizados após o carregamento da página sem atrasá-la. Os relatórios gerados foram em relação aos seguintes dados: registros de todas as etiquetas por data, empresa e tipo (entrada ou saída), registros feitos por cada funcionário, registros por local e movimentação das etiquetas. Os dados podem ser filtrados por data, exibindo informações diárias, mensais, anuais ou qualquer outro intervalo escolhido.

3.2.3 Protótipo do *hardware*

Para validar a comunicação entre a aplicação *web* e o leitor *RFID* foi realizado a montagem de um protótipo, como visto na Figura 8, composto por uma *protoboard*, o NodeMCU e o leitor *RFID*. As informações da etiqueta são transmitidas para o leitor ao chegar ao seu alcance. Após a leitura os dados são passados para o módulo NodeMCU que os envia para o servidor através da rede em que está conectado.

3.2.3.1 *Protoboard*

A *protoboard* permite o teste e montagem de circuitos eletrônicos sem a necessidade de solda facilitando a inserção e retirada dos componentes. Ela é formada por uma base plástica contendo inúmeros orifícios internamente conectados, destinados à inserção de componentes eletrônicos ([ELETRONICADIDATICA, 2018](#)).

3.2.3.2 NodeMCU

O NodeMCU¹ ESP8266 é um módulo *wifi* que possui interface serial *Universal Serial Bus* (USB) e pode ser programado utilizando a IDE do Arduino ([FILIPEFLOP,](#)

¹ <http://www.nodemcu.com>

2018), esse módulo foi utilizado para enviar os dados recebidos do leitor para o servidor, através da rede local utilizando uma requisição [HTTP](#).

3.2.3.3 Leitor RFID

O leitor utilizado foi o módulo [RFID](#) RC-522 Mifare com frequência de 13,56MHz ([VIDADESILICIO, 2017](#)), permitindo a leitura sem a necessidade de contato. Porém sua capacidade de leitura é de apenas duas etiquetas ao mesmo tempo e a distância máxima de alcance é de 30 centímetros. O leitor RC-522 acompanha um *kit* composto por uma etiqueta e um cartão [RFID](#) como mostrado na Figura 7, ambas do tipo passiva e foram utilizadas para a realização dos testes.

3.2.3.4 Circuito

A esquematização do circuito montado pode ser visto na Figura 9. O esquema foi feito utilizando o *software* Fritzing² e mostra as ligações que devem ser feitas entre o NodeMCU e o leitor [RFID](#).



Figura 7 – Etiquetas utilizadas nos testes.

Fonte: Elaborado pelo autor.

² <http://fritzing.org/home/>

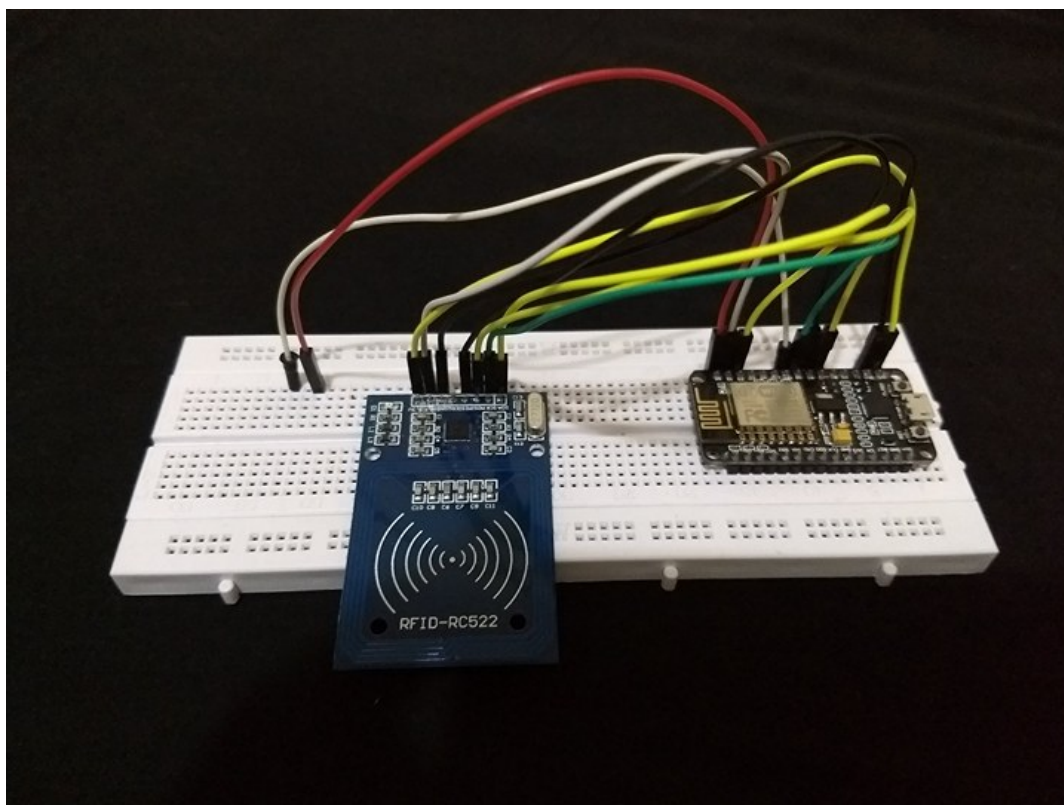


Figura 8 – Protótipo do *hardware* utilizado.

Fonte: Elaborado pelo autor.

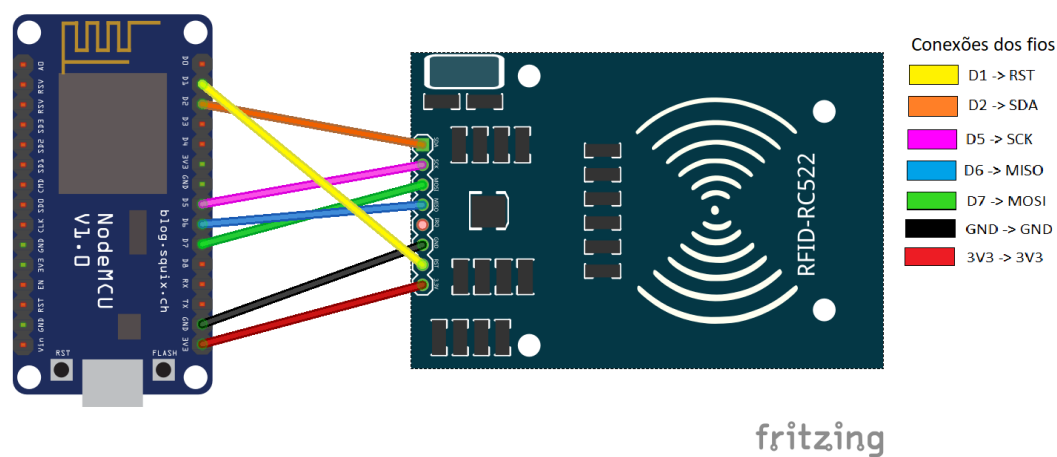


Figura 9 – Esquema de ligação do circuito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 Resultados

Neste capítulo são apresentadas as telas do *website* desenvolvido, descrevendo cada funcionalidade existente. As telas apresentadas mostram o funcionamento do sistema de acordo com os testes realizados. O site foi planejado como um produto a ser implementado em empresas de vários ramos e por isso possui um escopo aberto podendo ser utilizado em diversas áreas.

Inicialmente temos a *landing page* (página inicial) do site, que possui como finalidade chamar atenção de possíveis clientes que estejam procurando por um programa de automação do controle de estoque. A partir do botão “ENTRAR” na seção inicial, o usuário é redirecionado para página de *login* como mostrado na Figura 10.

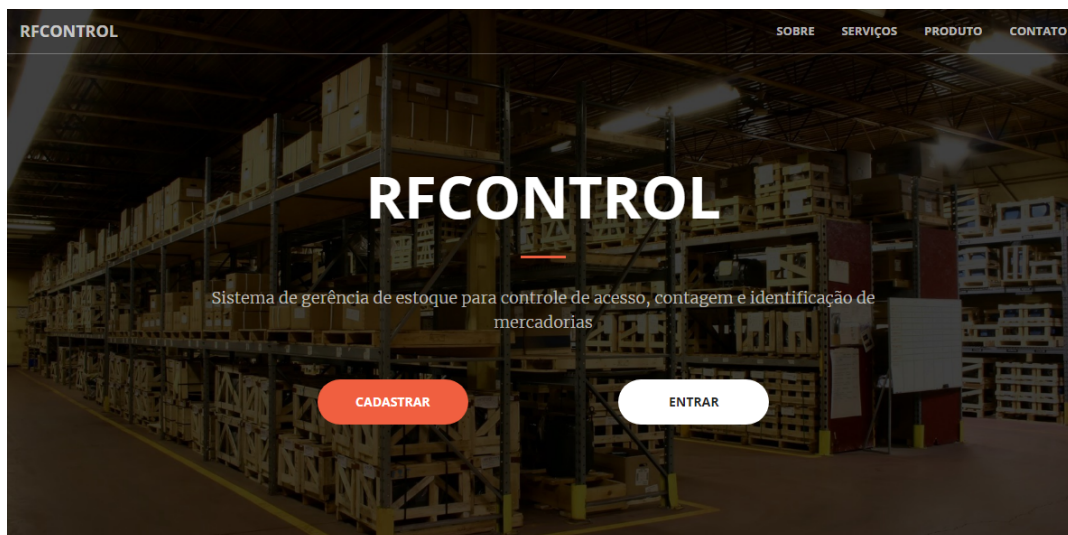
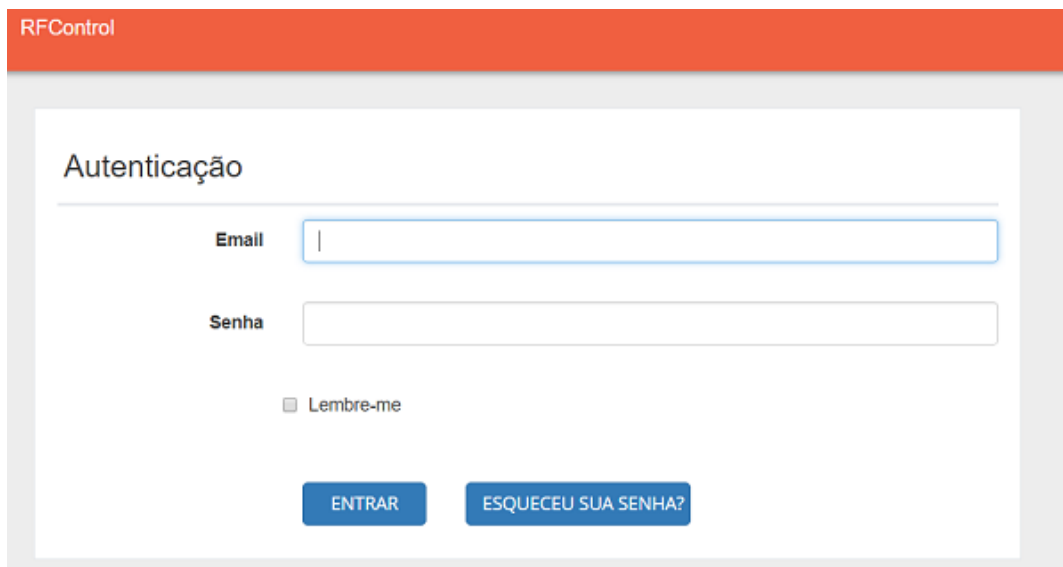


Figura 10 – Início da *landing page*.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tela de *login* possui a opção de entrar e recuperar a senha como mostrado na Figura 11. O usuário deve inserir seu *email* e senha para acessar o sistema.

A imagem mostra a interface de login do sistema RfControl. No topo, há uma barra laranja com o texto "RfControl". Abaixo, o título "Autenticação" está em um cabeçalho cinza. O formulário principal é branco e contém dois campos de entrada: "Email" e "Senha". O campo "Email" tem um cursor de texto visível. Abaixo dos campos, há uma opção "Lembre-me" com uma caixa de seleção desmarcada. Na base do formulário, há dois botões: "ENTRAR" em azul e "ESQUECEU SUA SENHA?" em azul.Figura 11 – Tela de *login*.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O processo de recuperação de senha é simples. O usuário deve inserir apenas o seu *email* e clicar em “ENVIAR INSTRUÇÕES”. Uma mensagem é então enviada para o endereço com instruções para a redefinição da senha. A tela referente a esse processo pode ser vista na Figura 12.

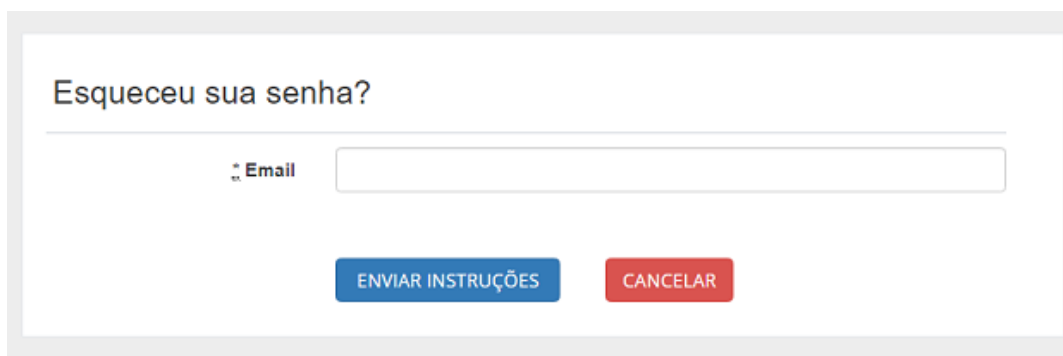
A imagem mostra a interface de recuperação de senha. O título "Esqueceu sua senha?" está em um cabeçalho cinza. O formulário principal é branco e contém um único campo de entrada rotulado "Email". Na base do formulário, há dois botões: "ENVIAR INSTRUÇÕES" em azul e "CANCELAR" em vermelho.

Figura 12 – Tela de recuperação da senha.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a autenticação no sistema o usuário tem acesso às funcionalidades organizadas no menu apresentado na Figura 13. Na barra superior são exibidos o nome da seção selecionada e a opção para sair. Com exceção da opção “Funcionários”, que aparece apenas para o administrador, todas as opções são visíveis para o usuário comum.

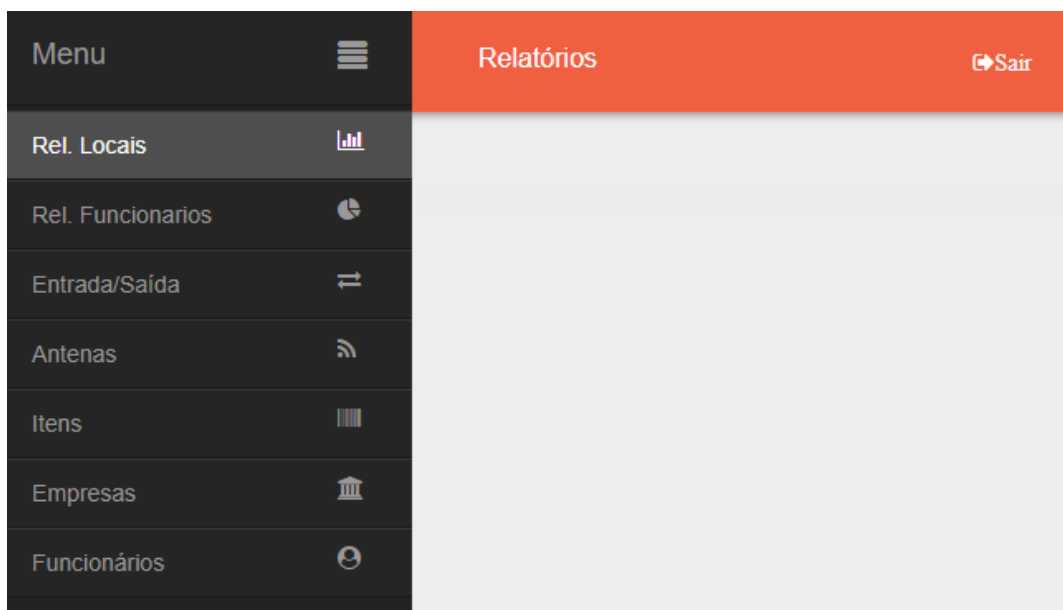


Figura 13 – Menu e barra superior do site.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A opção dos relatórios locais exhibe os dados das etiquetas em relação a sua localização e as leituras de cada antena, como mostrado nas Figuras 14 e 15.

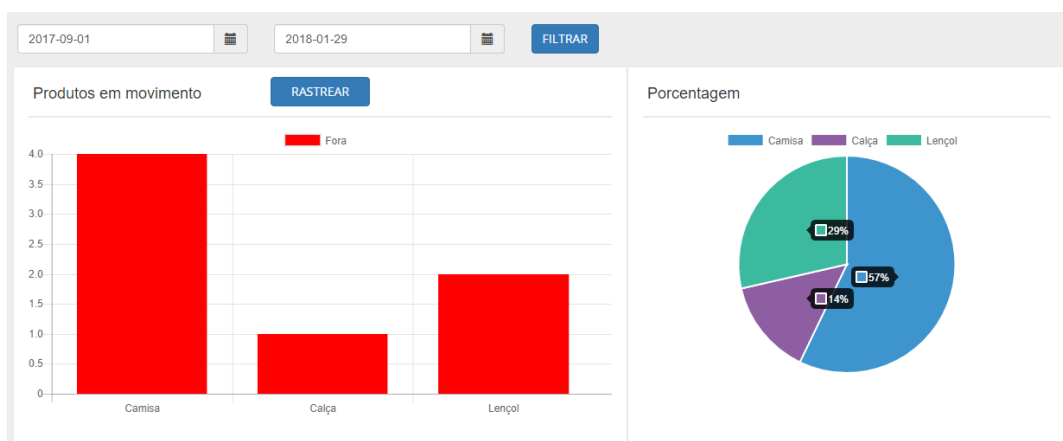


Figura 14 – Gráficos das etiquetas em movimento e seus tipos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

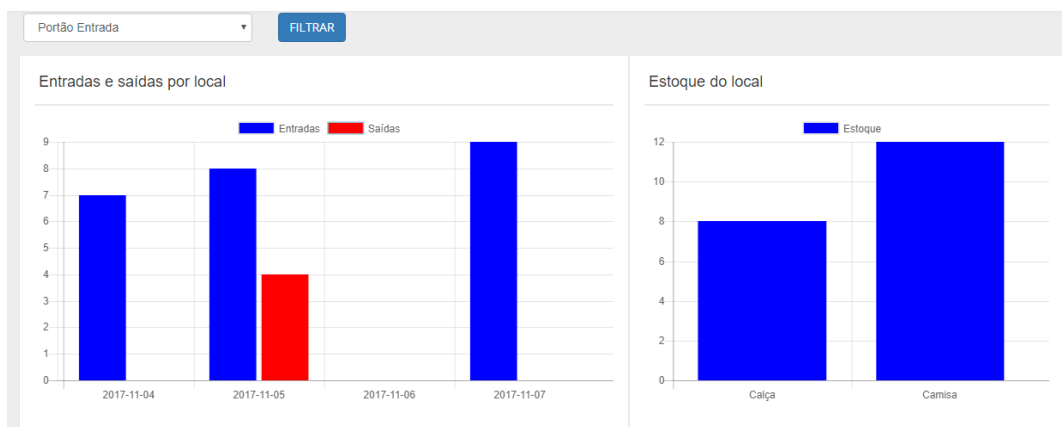


Figura 15 – Gráficos das leituras por local e seu estoque.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tela de rastreamento das etiquetas pode ser acessada através do botão “RASTREAR” presente na Figura 14. Nessa tela é possível visualizar a *timeline* de uma etiqueta por vez. Para saber o valor/duração de cada parte da *timeline* é necessário passar o *mouse* por cima da área. Para selecionar a etiqueta a ser visualizada deve-se clicar em “RASTREAR” nas ações da etiqueta desejada. Como exemplo, a Figura 16 mostra as informações de rastreamento da etiqueta de código CC5 e a duração do período em que ela foi movimentada.

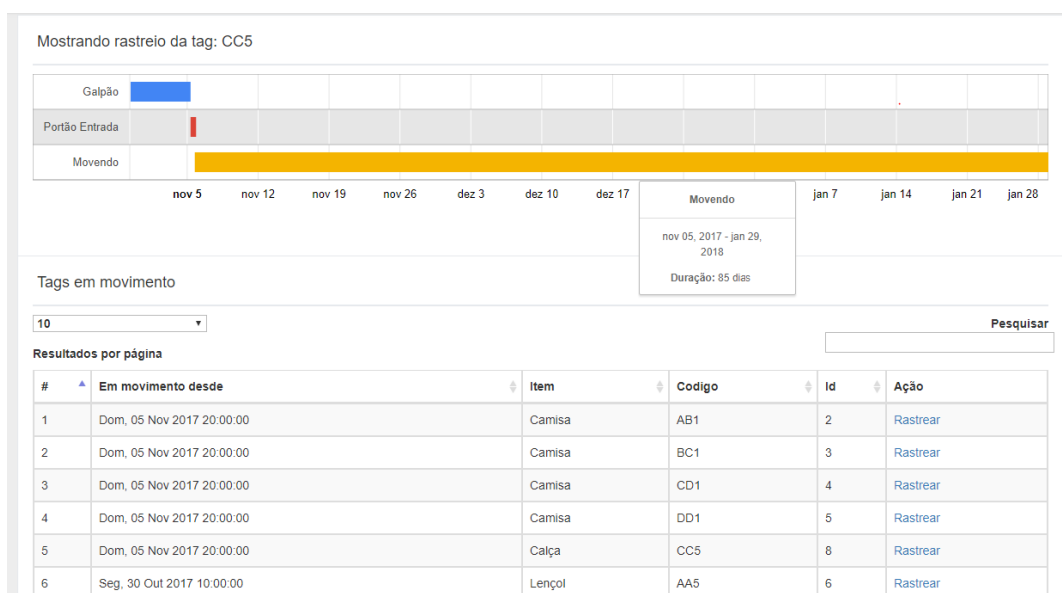


Figura 16 – Tela de rastreamento de etiquetas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A opção dos relatórios dos funcionários exibe os dados de leitura relacionados às ações de cada funcionário. Apenas o administrador pode filtrar por funcionário, enquanto que ao funcionário comum só é permitido visualizar as suas informações. Também é gerado

o gráfico por empresa, mostrando a porcentagem das etiquetas lidas pertencentes a cada uma delas. As Figuras 17, 18 e 19 a seguir apresentam os gráficos citados:

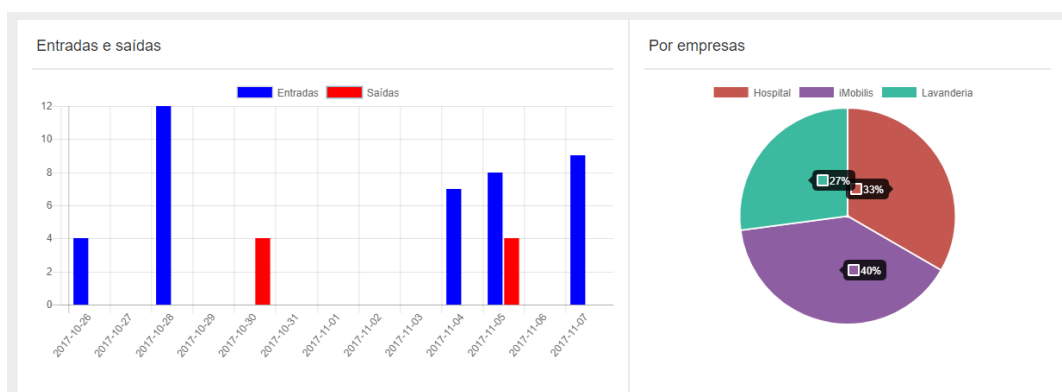


Figura 17 – Gráficos de todas leituras.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 18 – Gráficos de leituras de entrada e de saída.

Fonte: Elaborado pelo autor.

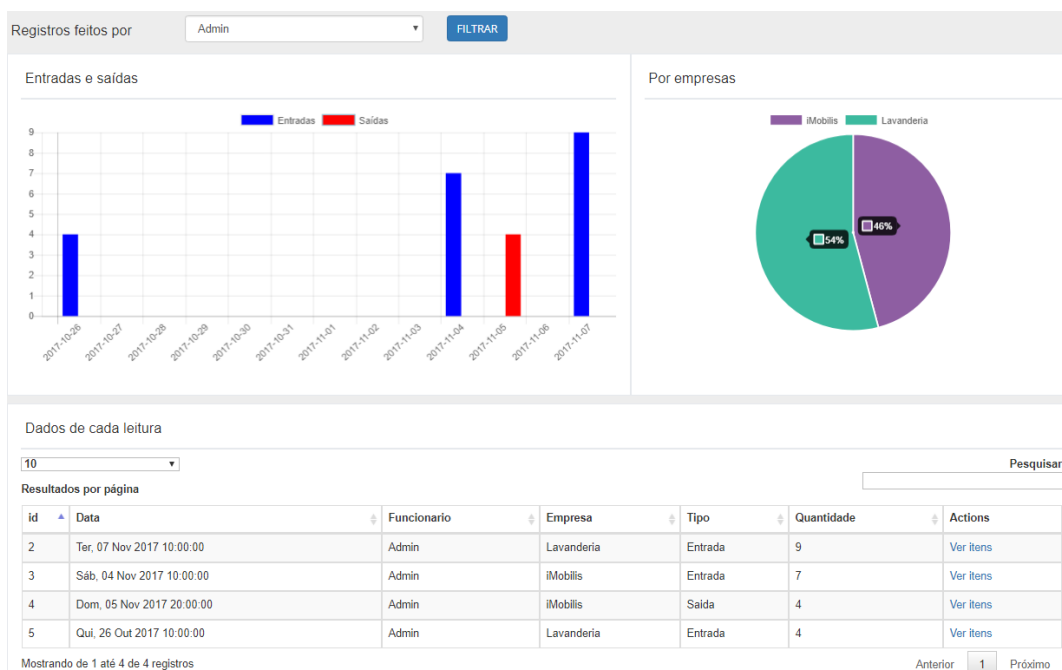


Figura 19 – Gráficos e tabela de todas leituras feitas pelo admin.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tabela apresentada pela Figura 19 é possível ver de forma escrita os dados referentes a cada leitura feita pelo funcionário selecionado.

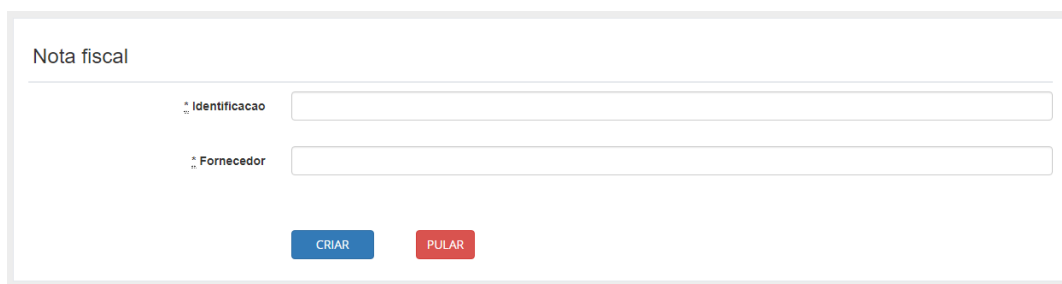


Figura 20 – Visualização dos itens de uma leitura.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Através da ação “Ver itens” é possível obter mais detalhes dos itens lidos, como mostrado na Figura 20, referente a primeira leitura da tabela.

A próxima aba do menu é referente às operações de entrada/saída. Antes de iniciar uma leitura é possível cadastrar uma nota fiscal, caso não seja necessário, tem a opção de pular este cadastro como mostra a Figura 21.



Nota fiscal

Identificacao

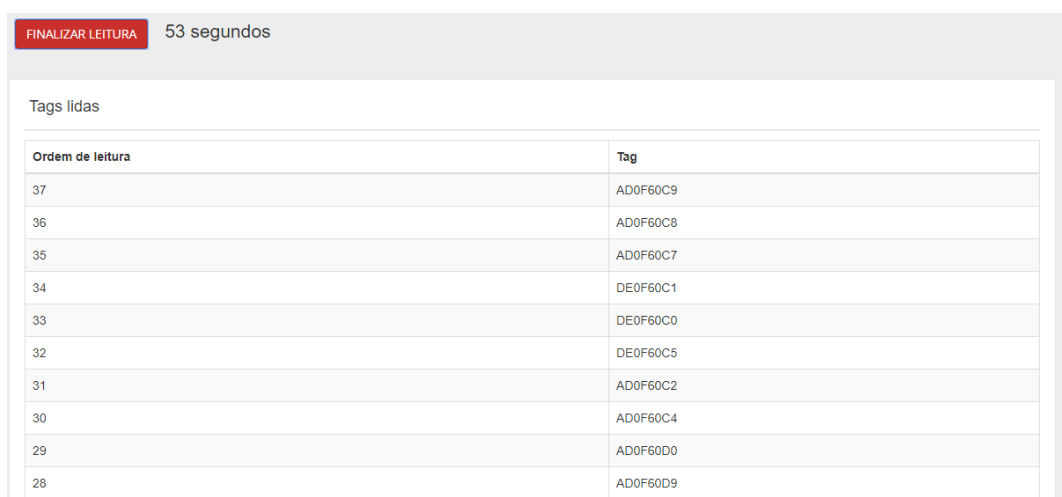
Fornecedor

CRIAR PULAR

Figura 21 – Tela de cadastro da nota fiscal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A próxima tela é responsável por controlar o processo de leitura. Após iniciado, as etiquetas lidas são mostradas em uma tabela atualizada a cada 5 segundos, como mostra a Figura 22.



FINALIZAR LEITURA 53 segundos

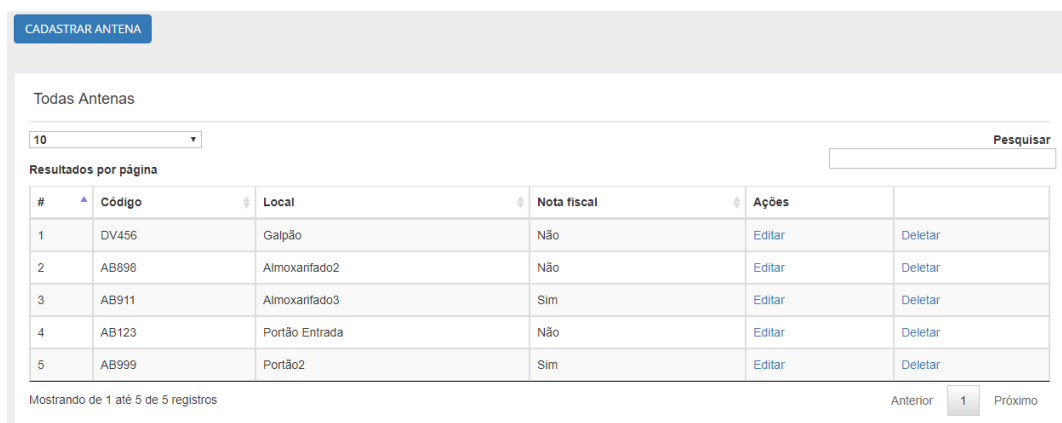
Tags lidas

Ordem de leitura	Tag
37	AD0F60C9
36	AD0F60C8
35	AD0F60C7
34	DE0F60C1
33	DE0F60C0
32	DE0F60C5
31	AD0F60C2
30	AD0F60C4
29	AD0F60D0
28	AD0F60D9

Figura 22 – Processo de leitura das etiquetas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir a tela referente ao menu das antenas. É possível visualizar todas as antenas cadastradas e utilizar as opções de criar uma nova, editar e excluir, como mostra a Figura 23.



CADASTRAR ANTENA

Todas Antenas

10

Pesquisar

Resultados por página

#	Código	Local	Nota fiscal	Ações	
1	DV456	Galpão	Não	Editar	Deletar
2	AB898	Almoxarifado2	Não	Editar	Deletar
3	AB911	Almoxarifado3	Sim	Editar	Deletar
4	AB123	Portão Entrada	Não	Editar	Deletar
5	AB999	Portão2	Sim	Editar	Deletar

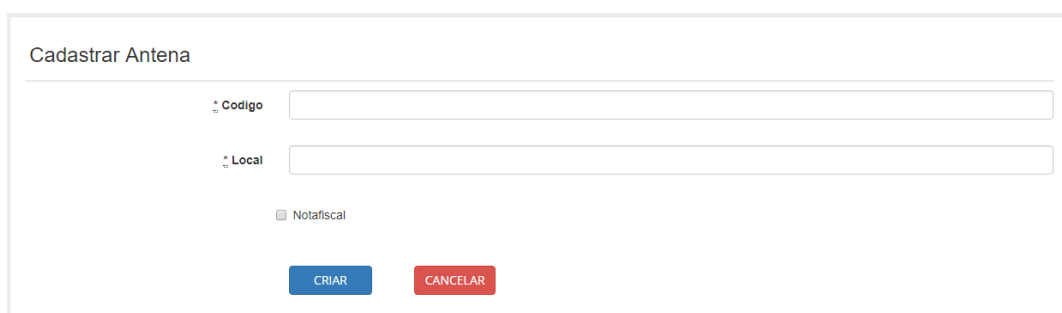
Mostrando de 1 até 5 de 5 registros

Anterior 1 Próximo

Figura 23 – Visualização de todas antenas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 24 é apresentada a tela de cadastro de uma antena e na Figura 25 a tela de edição.



Cadastrar Antena

Código

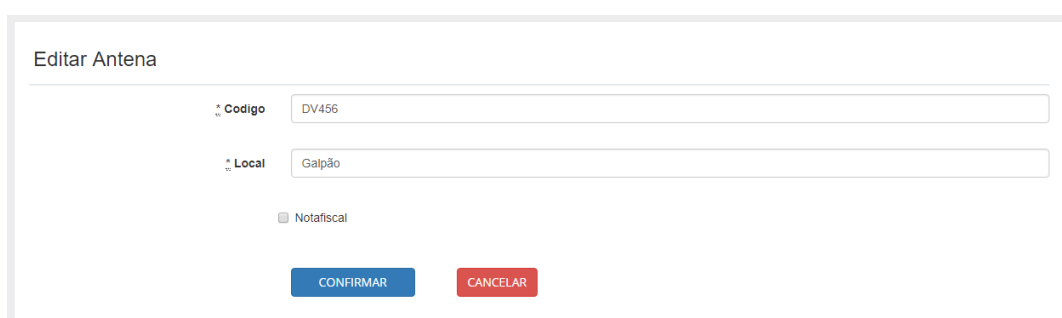
Local

☐ Nota fiscal

CRIAR CANCELAR

Figura 24 – Cadastro de uma antena.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Editar Antena

Código DV456

Local Galpão

☐ Nota fiscal

CONFIRMAR CANCELAR

Figura 25 – Edição de uma antena.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A próxima opção do menu é a tela dos itens, mostrada na Figura 26. Essa tela exhibe os itens cadastrados e permite criar um novo item, editá-los ou excluí-los.

CADASTRAR ITEM

Todos Itens

10

Pesquisar

Resultados por página

#	Código	Código de barras	Descrição	Empresas	Ações	
1	1458	14581458	Lençol	Hospital	Editar	Deletar
2	7898	78987898	Travesseiro	Lavanderia	Editar	Deletar
3	4545	45454545	Colete	IMobilis	Editar	Deletar
4	1234	12341234	Camisa	IMobilis	Editar	Deletar
5	23451	23452345	Calça	IMobilis	Editar	Deletar

Mostrando de 1 até 5 de 5 registros

Anterior1Próximo

Figura 26 – Visualização de todos itens.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tela de cadastro de um item e a tela de edição podem ser vistas nas Figuras 27 e 28.

Cadastrar Item

Código

Código barras

Descrição

Empresa

Hospital

CRIAR

CANCELAR

Figura 27 – Cadastro de um item.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Editar Item

Código

Código barras

Descrição

Empresa

1458

14581458

Lençol

Hospital

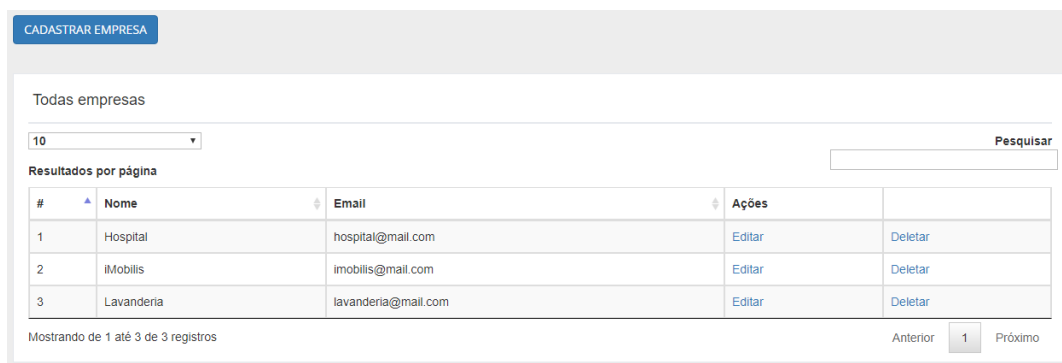
CONFIRMAR

CANCELAR

Figura 28 – Edição de um item.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 29 é mostrada a tela referente ao menu das empresas. É possível visualizar todas as empresas cadastradas e utilizar as opções de adicionar uma nova, editar e excluir. As Figuras 30 e 31 mostram as telas de cadastro e edição de uma empresa respectivamente.



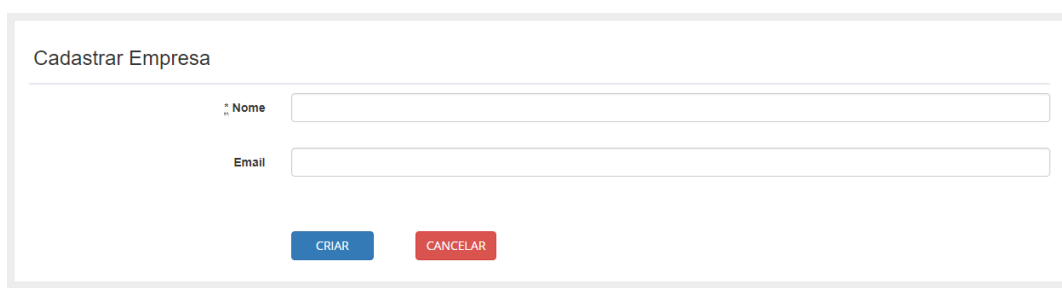
A interface 'CADASTRAR EMPRESA' apresenta uma barra de título com o botão 'CADASTRAR EMPRESA'. Abaixo, há uma seção 'Todas empresas' com um seletor de páginas (10) e um campo de busca 'Pesquisar'. A tabela 'Resultados por página' contém as seguintes informações:

#	Nome	Email	Ações
1	Hospital	hospital@mail.com	Editar Deletar
2	Imobilis	imobilis@mail.com	Editar Deletar
3	Lavanderia	lavanderia@mail.com	Editar Deletar

Na base da tabela, há o texto 'Mostrando de 1 até 3 de 3 registros' e uma paginação com 'Anterior', '1' (selecionado) e 'Próximo'.

Figura 29 – Visualização de todas empresas.

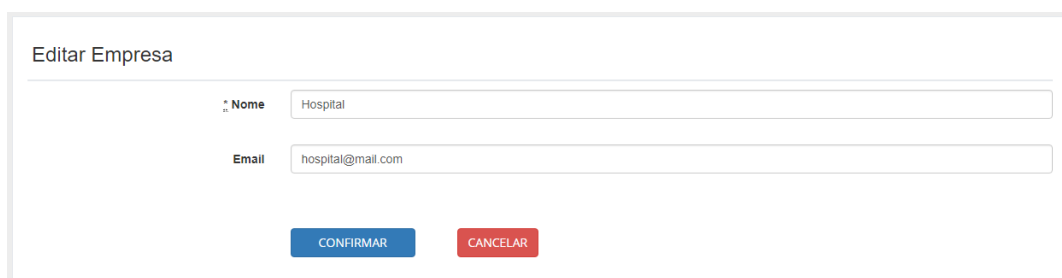
Fonte: Elaborado pelo autor.



A interface 'Cadastrar Empresa' possui o título 'Cadastrar Empresa' e dois campos de entrada: 'Nome' e 'Email'. Abaixo dos campos, há dois botões: 'CRIAR' (azul) e 'CANCELAR' (vermelho).

Figura 30 – Cadastro de uma empresa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

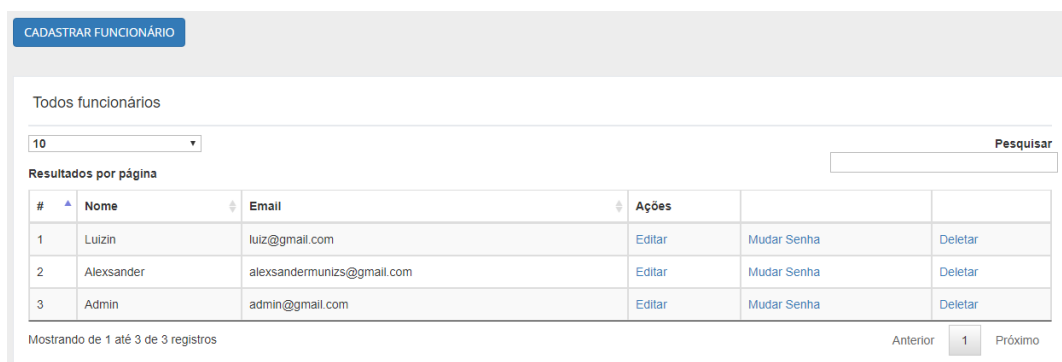


A interface 'Editar Empresa' possui o título 'Editar Empresa' e dois campos de entrada: 'Nome' (contendo 'Hospital') e 'Email' (contendo 'hospital@mail.com'). Abaixo dos campos, há dois botões: 'CONFIRMAR' (azul) e 'CANCELAR' (vermelho).

Figura 31 – Edição de uma empresa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A última opção é a tela dos funcionários, visível apenas para o administrador. Nessa tela é possível visualizar os funcionários cadastrados, criar um novo, editar um funcionário existente, alterar sua senha e excluí-lo, como mostra a Figura 32.



The screenshot shows a web interface for managing employees. At the top, there is a blue button labeled 'CADASTRAR FUNCIONÁRIO'. Below it, the text 'Todos funcionários' is displayed. A dropdown menu is set to '10', and a search bar with the placeholder 'Pesquisar' is on the right. The main content is a table with the following data:

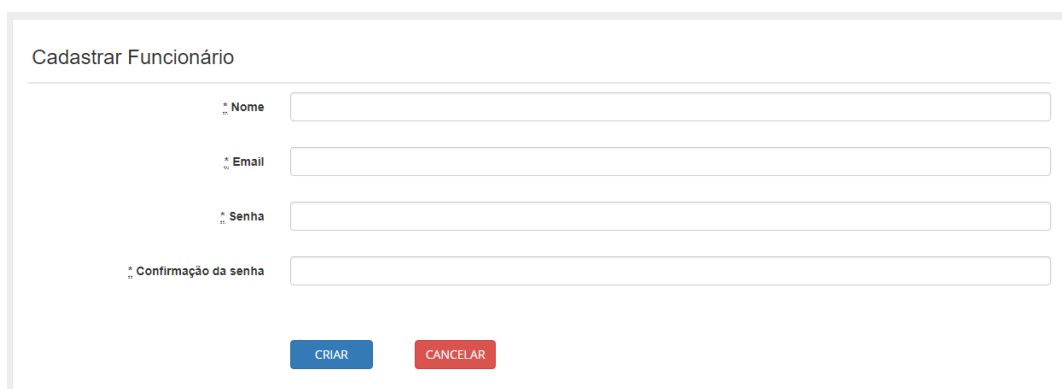
#	Nome	Email	Ações
1	Luizin	luiz@gmail.com	Editar Mudar Senha Deletar
2	Alexsander	alexsandermuniz@gmail.com	Editar Mudar Senha Deletar
3	Admin	admin@gmail.com	Editar Mudar Senha Deletar

At the bottom, it says 'Mostrando de 1 até 3 de 3 registros' and has navigation links 'Anterior', '1', and 'Próximo'.

Figura 32 – Visualização de todos funcionários.

Fonte: Elaborado pelo autor.

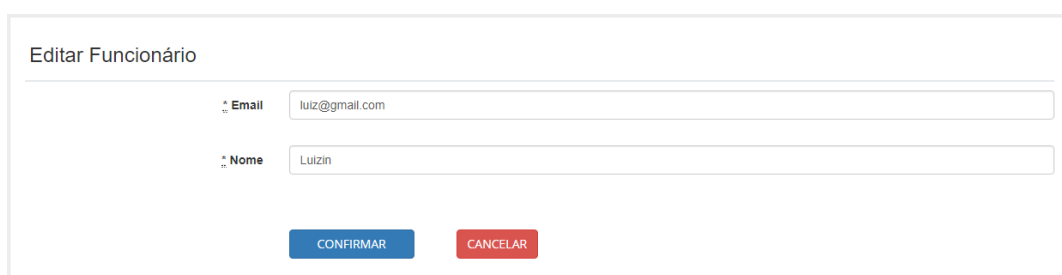
Nas Figuras 33, 34 e 35 são mostradas as telas de cadastro, edição e mudança de senha de um funcionário.



The screenshot shows a form titled 'Cadastrar Funcionário'. It contains four input fields with labels: 'Nome', 'Email', 'Senha', and 'Confirmação da senha'. At the bottom, there are two buttons: 'CRIAR' (blue) and 'CANCELAR' (red).

Figura 33 – Cadastro de um funcionário.

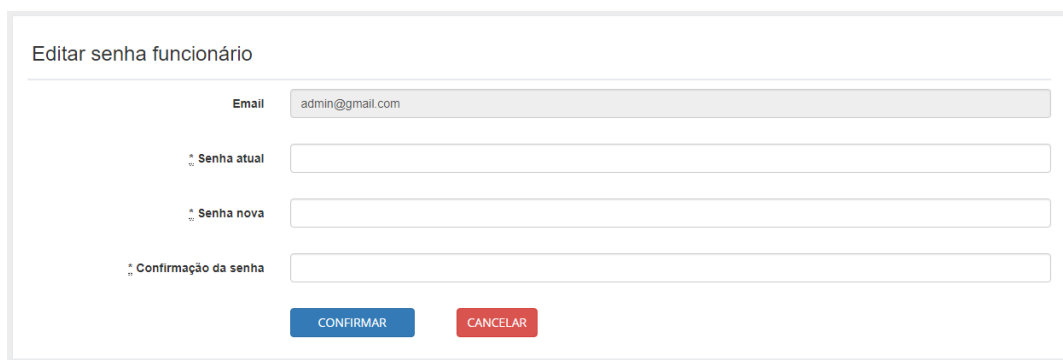
Fonte: Elaborado pelo autor.



The screenshot shows a form titled 'Editar Funcionário'. It contains two input fields with labels: 'Email' (containing 'luiz@gmail.com') and 'Nome' (containing 'Luizin'). At the bottom, there are two buttons: 'CONFIRMAR' (blue) and 'CANCELAR' (red).

Figura 34 – Edição de um funcionário.

Fonte: Elaborado pelo autor.



The image shows a web form titled "Editar senha funcionário". It contains the following elements:

- Email:** A text input field containing the value "admin@gmail.com".
- * Senha atual:** A password input field with a small eye icon on the left.
- * Senha nova:** A password input field with a small eye icon on the left.
- * Confirmação da senha:** A password input field with a small eye icon on the left.
- Buttons:** Two buttons at the bottom: a blue "CONFIRMAR" button and a red "CANCELAR" button.

Figura 35 – Edição da senha de um funcionário.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 Conclusão

Este trabalho apresentou RFControl, um site de gerenciamento de estoque para controle de acesso, contagem e identificação de mercadorias através da aplicação da tecnologia [RFID](#). A utilização dessa tecnologia tem se consolidado nos últimos anos, sendo incorporada nas mais diversas áreas, tanto em aplicações médicas quanto em aplicações cotidianas. Mesmo sendo essa tecnologia bastante difundida na atualidade, a sua utilização apresenta alguns empecilhos, sendo o principal deles seu preço, inviabilizando sua utilização em empresas de pequeno porte. Por esse motivo os equipamentos utilizados neste projeto foram apenas para a realização de testes, não sendo adequados para utilização em situações reais.

A validação do sistema foi realizada através da execução de testes utilizando um leitor simples, responsável pela obtenção dos dados de apenas duas etiquetas por vez. Para a realização dos testes foram feitas as leituras de algumas etiquetas [RFID](#) utilizando o protótipo montado e verificando o envio dos dados para o servidor, permitindo validar a comunicação com a aplicação *web*. Com os dados recebidos do servidor foram gerados os relatórios apresentados no [Capítulo 4](#) demonstrando o tratamento das informações das etiquetas.

Podemos concluir que a utilização do sistema desenvolvido contribui para a organização, através do agrupamento de dados relacionados aos funcionários, locais e tipos de fluxo (entrada ou saída), possibilitando gerenciar e visualizar as informações consideradas críticas para o controle de estoque.

6 Trabalhos Futuros

Para a continuação do trabalho seria necessário a utilização de leitores [RFID](#) que leiam múltiplas etiquetas simultaneamente, possibilitando testes do uso do sistema em situações reais. A implementação da automação do processo de leitura também é algo a ser feito, identificando o funcionário a partir de uma etiqueta própria e inserindo o registro da leitura no sistema sem que haja a necessidade de interação com o usuário.

Outro ponto a ser abordado é o reconhecimento de notas fiscais virtuais para a conferência dos itens recebidos, sem que haja a necessidade do cadastro manual de item por item.

Referências

- ELETRONICADIDATICA. *PROTOBOARD*. 2018. <<http://www.eletronicadidatica.com.br/protoboard.html>>. Acesso em 5 de fevereiro de 2018. Citado na página 30.
- FILIPEFLOP. *Módulo WiFi ESP8266 NodeMcu ESP-12*. 2018. <<https://www.filipeflop.com/produto/modulo-wifi-esp8266-nodemcu-esp-12>>. Acesso em 5 de fevereiro de 2018. Citado na página 31.
- FRY, E. A.; LENERT, L. A. Mascal: Rfid tracking of patients, staff and equipment to enhance hospital response to mass casualty events. *AMIA*, 2005. Citado na página 23.
- HUNT, V. D.; PUGLIA, A.; PUGLIA, M. *RFID: A Guide to Radio Frequency Identification*. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 2007. Citado na página 17.
- JONES, E. C.; CHUNG, C. A. *RFID in Logistics: A Practical Introduction*. [S.l.]: Taylor & Francis Group, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 20.
- LEGNER, C.; THIESSE, F. Rfid-based maintenance at frankfurt airport. *IEEE*, 2006. Citado na página 23.
- LOCKTON, V.; ROSENBERG, R. S. Rfid: The next serious threat to privacy. *Springer*, 2006. Citado na página 15.
- LU, Y.; YU, H. A flexible architecture for rfid based laundry management systems. *IEEE*, 2010. Citado na página 23.
- MICHAEL, K.; MCCATHIE, L. The pros and cons of rfid in supply chain management. *IEEE*, 2005. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.
- OZTEKIN, A. et al. An rfid network design methodology for asset tracking in healthcare. *Elsevier*, 2010. Citado na página 16.
- SMILEY, S. *What Can RFID Laundry Tracking Do For You?* 2015. <<https://blog.atlasrfidstore.com/what-can-rfid-laundry-tracking-do>>. Acesso em 5 de fevereiro de 2018. Citado na página 15.
- SMILEY, S. *Active RFID vs. Passive RFID: What's the Difference?* 2016. <<https://blog.atlasrfidstore.com/active-rfid-vs-passive-rfid>>. Acesso em 5 de fevereiro de 2018. Citado na página 19.
- VIDADESILICIO. *Módulo RFID RC522 Mifare com Arduino*. 2017. <<https://portal.vidadesilicio.com.br/modulo-rfid-rc522-mifare>>. Acesso em 5 de fevereiro de 2018. Citado na página 31.
- WANG, S.-W. et al. Rfid applications in hospitals: a case study on a demonstration rfid project in a taiwan hospital. *IEEE*, 2006. Citado na página 23.
- WEINSTEIN, R. Rfid: A technical overview and its application to the enterprise. *IEEE*, 2005. Citado na página 15.

WHITE, G. R. et al. A comparison of barcoding and rfid technologies in practice. *Journal of Information, Information Technology, and Organizations*, 2007. Citado na página 18.

WILLIAMS, J. *Rails Solutions: Ruby on Rails Made Easy*. [S.l.: s.n.], 2007. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.