

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO DE ENGENHARIA ELETRÔNICA

CHRISTIAN GRIEHL BONFIM

TECNOLOGIA RFID APLICADA EM CONTROLE PATRIMONIAL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2019

CHRISTIAN GRIEHL BONFIM

TECNOLOGIA RFID APLICADA EM CONTROLE PATRIMONIAL

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à disciplina de TCC 2, do curso Superior de Engenharia Eletrônica do Departamento Acadêmico de Eletrônica - DAELN - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Eletrônica.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Ribeiro Neli

CAMPO MOURÃO

2019



TERMO DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO INTITULADO

Tecnologia RFID aplicada em controle patrimonial

por

Christian Griehl Bonfim

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no dia 28 de Novembro de 2019 ao Curso Superior de Engenharia Eletrônica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão. O(A) discente foi arguido(a) pela Comissão Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a comissão considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Me. Osmar Tormena Júnior
UTFPR

Prof. Dr. Eduardo Giometti Bertogna
UTFPR

Prof. Dr. Roberto Ribeiro Neli
UTFPR
Orientador

A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação do curso

RESUMO

BONFIM, C. G. **Tecnologia RFID aplicada em controle patrimonial**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Eletrônica), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2019.

Este trabalho demonstra o desenvolvimento e funcionamento da tecnologia RFID aplicada em controle de patrimonial com o auxílio de páginas WEB. Esta necessidade surgiu no almoxarifado do curso de Engenharia Eletrônica na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - campus Campo Mourão, devido ao controle de empréstimos de equipamentos no local ainda ser feito manualmente.

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas principais, sendo que a primeira foi: viabilizar a comunicação entre o leitor "RFID-RC522" e o controlador *Raspberry Pi*; desenvolver um software que leia as informações das etiquetas RFID; e por fim a criação de um banco de dados, para que as informações das etiquetas sejam salvas nele. A segunda etapa foi a criação das páginas HTML com o auxílio do PHP e do CSS, que serão a interface do usuário final, e a criação de um banco de dados que é onde serão salvas todas as informações do sistema.

Palavras-chave: Tecnologia RFID, Controle de patrimônio, Banco de dados, interface WEB.

ABSTRACT

BONFIM, C. G. **RFID technology applied in patrimonial control**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Eletrônica), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2019.

This paper demonstrates the development and operation of RFID technology applied in patrimonial control, auxilied by WEB pages. This need emerged on the warehouse of Electronic Engineer at Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - campus Campo Mourão, because there the equipment loans are still made manually.

The paper were developed in two steps, the first one were: enable the communication between the “RFID-RC522” reader and the controller Raspberry Pi; develop a software that reads the information from the RFID tags; and finally were created a database, for all the tags data be saved on it. The second step were the creation of the HTML pages, auxilied by PHP and CSS, that will be the final user interface, and the database that will keep the general information of the system.

Keywords: RFID Technology, Patrimonial control, Database, WEB interface.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - COMPOSIÇÃO BÁSICA DE UM SISTEMA RFID.....	16
Figura 2 - TAG ATIVA E SEU ENCAPSULAMENTO.	17
Figura 3 - COMPONENTES DE UMA TAG RFID PASSIVA.	18
Figura 4 - COMPONENTES BÁSICOS DO CI.	19
Figura 5 - VARIAÇÕES DE ANTENAS.	19
Figura 6 - MÓDULO RFID-RC522.....	22
Figura 7 – CONFIGURAÇÃO DO PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO SPI.....	24
Figura 8 - ACOPLAMENTO INDUTIVO.	28
Figura 9 - ATIVAÇÃO DA COMUNICAÇÃO SPI.	32
Figura 10 - TABELA NO BANCO DE DADOS “rfid”.	33
Figura 11 - TABELAS NO BANCO DE DADOS "Almoxarifado".	33
Figura 12 - DESCRIÇÃO DA TABELA "codigos".	34
Figura 13 - FLUXOGRAMA DO PROGRAMA DE LEITURA DAS TAGS.....	34
Figura 14 - DESCRIÇÃO DA TABELA "Usuários".	35
Figura 15 - DESCRIÇÃO DA TABELA "Empréstimos".....	36
Figura 16 - DESCRIÇÃO DA TABELA "Equipamentos".....	37
Figura 17 - DESCRIÇÃO DA TABELA "Histórico".....	37
Figura 18 - MAPA DO SITE.....	38
Figura 19 - PÁGINA PRINCIPAL.....	43
Figura 20 - PÁGINA DA ÁREA DO USUÁRIO.	43
Figura 21 - PÁGINA DE EMPRÉSTIMO.	44
Figura 22 - RESPOSTA DO SISTEMA À TENTATIVA DE EMPRÉSTIMO.....	44
Figura 23 - PÁGINA DE DEVOLUÇÃO.....	45
Figura 24 - RESPOSTA DO SISTEMA À TENTATIVA DE DEVOLUÇÃO.	45
Figura 25 - PÁGINA “MEUS EMPRÉSTIMOS”.	46
Figura 26 - PÁGINA DE CADASTRO DE USUÁRIOS.	46
Figura 27 - RESPOSTA DO SISTEMA À TENTATIVA DE CADASTRO.....	47
Figura 28 - PÁGINA DE LOGIN DO ADMINISTRADOR.	47
Figura 29 - PÁGINA DA ÁREA DO ADMINISTRADOR.	48
Figura 30 - PÁGINA DE CONSULTA AOS USUÁRIOS.....	48
Figura 31 - PÁGINA DE CONSULTA AOS EQUIPAMENTOS.....	49

Figura 32 - PÁGINA DE CONSULTA AOS EMPRÉSTIMOS.....	49
Figura 33 - PÁGINA DO HISTÓRICO DE EMPRÉSTIMOS.....	50
Figura 34 - PÁGINA DE CADASTRO DE EQUIPAMENTOS.....	51
Figura 35 - EXEMPLIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DO CADASTRO DE EQUIPAMENTOS.	51
Figura 36 -RESPOSTA DO SISTEMA À TENTATIVA DE CADASTRO DE EQUIPAMENTOS.	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - COMPARATIVO ENTRE ETIQUETAS PASSIVAS E ATIVAS.....	20
Quadro 2 - DISTÂNCIAS E USOS DE CADA FAIXA DE FREQUÊNCIA.....	25
Quadro 3 - IMPACTOS DE ALGUNS MATERIAIS NA PROPAGAÇÃO DO SINAL RF.	25
Quadro 4 - RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES DAS FAIXAS DE FREQUÊNCIAS DE RFID MAIS CONHECIDAS.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i> (Identificação via Radiofrequência)
RF	Radiofrequência
IFF	<i>Identify Friend or Foe</i> (Identificação de aliado ou inimigo)
CI	Circuito integrado
RO	<i>read-only</i> (Uma leitura)
RW	<i>read/write</i> (Leitura/Escrita)
WORM	<i>write-once-read-many</i> (Uma escrita várias leituras)
RA	Registro Acadêmico
EPC	<i>Electronic Product Code</i> (Código eletrônico de produto)
AC	<i>Alternating Current</i> (Corrente alternada)
DC	<i>Direct Current</i> (Corrente contínua)
UHF	<i>Ultra High Frequency</i> (Ultra altas frequências)
BF	Baixa frequência
LF	<i>Low Frequency</i> (Baixa frequência)
AF	Alta frequência
HF	<i>High Frequency</i> (Alta frequência)
KHz	<i>Quilohertz</i>
MHz	<i>MegaHertz</i>
GHz	<i>GigaHertz</i>
SPI	<i>Serial Peripheral Interface</i> (Protocolo serial de interface periférica)
SCK	<i>Serial Clock</i>
MOSI	<i>Master Out/Slave In</i> (Saída do mestre para o escravo)
MISO	<i>Master In/Slave Out</i> (Saída do escravo para o mestre)
SS	<i>Slave Select</i> (Seleção do escravo)
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i> (Protocolo de transferência de hipertexto)
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i> (Linguagem de marcação de hipertexto)
PDF	<i>Portable Document Format</i> (Formato de documento portátil)
PHP	<i>PHP: Hypertext Processor</i> (PHP: Processador de hipertexto)
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i> (Folhas de estilo em cascata)
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
UID	<i>Unique Identifier</i> (Identificador único)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Contexto Histórico	12
1.2 Aplicações	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos	15
2.3 Justificativa	15
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
3.1 Os componentes de um Sistema RFID.....	16
3.1.1 Tags.....	16
3.1.1.1 Ativas.....	17
3.1.1.2 Passivas	18
3.1.1.3 Ativas vs. Passivas	20
3.1.1.4 Semi-ativas	20
3.1.1.5 Semi-passivas	21
3.1.2 Leitor	21
3.1.2.1 Antena	22
3.1.2.2 RFID-RC522.....	22
3.1.3 Controlador	23
3.1.3.1 Raspberry Pi	23
3.2 Protocolo SPI.....	23
3.3 Frequência de Operação	25
3.4 Origem da Energia nas Tags	27
3.4.1 Backscatter	27
3.4.2 Acoplamento Indutivo	27
3.5 Servidor WEB	28
3.6 PHP	28
3.7 HTML.....	29
3.8 CSS	29
3.9 Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados	29
3.9.1 Dados	30
3.9.2 Hardware	30
3.9.3 Software	30
3.9.4 Usuários	30

4 METODOLOGIA	32
4.2 Criação dos bancos de dados.....	33
4.2.1 Banco de dados: rfid	34
4.2.2 Banco de dados: Almojarifado	35
4.2.2.1 Tabela: Usuários.....	35
4.2.2.2 Tabela: Empréstimos.....	36
4.2.2.3 Tabela: Equipamentos.....	36
4.2.2.4 Tabela: Histórico	37
4.3 Interface WEB	37
4.3.1 Index.php	38
4.3.1.1 areaUsuario.php.....	38
4.3.1.1.1 areaEmprestimo.php.....	39
4.3.1.1.1.1 processaEmprestimo.php	39
4.3.1.1.2 areaDevolucao.php	40
4.3.1.1.2.1 processaDevolucao.php.....	40
4.3.1.1.3 meusEmprestimos.php.....	40
4.3.2 loginAdministrador.php	41
4.3.2.1 areaAdministrador.php	41
4.3.2.1.1 cadastraEquipamento.php	41
4.3.2.1.1.1 processaCadastroEquip.php	41
4.3.2.1.2 consultaEmprestimos.php.....	42
4.3.2.1.3 consultaEquipamentos.php.....	42
4.3.2.1.4 consultaUsuarios.php.....	42
4.3.2.1.5 historico.php	42
4.3.3 cadastro.php	42
4.3.3.1 processaCadastro.php.....	42
5 RESULTADOS	43
5.1 Página principal (Index).....	43
5.1.1 Área do usuário.....	43
5.1.1.1 Empréstimos	44
5.1.1.2 Devolução.....	45
5.1.1.3 Meus empréstimos	46
5.2 Cadastro de usuário.....	46
5.3 Login do administrador.....	47
5.3.1 Área do administrador	48
5.3.1.1 Consultar usuários.....	48

5.3.1.2 Consultar equipamentos	49
5.3.1.3 Consultar empréstimos	49
5.3.1.4 Histórico de equipamentos	50
5.3.1.5 Cadastrar equipamento	51
6 CONCLUSÃO	53
7 TRABALHOS FUTUROS	54
REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

Aqui serão abordadas informações importantes para situar o leitor sobre o tema do trabalho, dando uma visão mais clara dos objetivos do mesmo.

1.1 Contexto Histórico

Assim como várias outras tecnologias, a tecnologia *RFID* (*Radio-Frequency Identification*, ou Identificação via Radiofrequência) surgiu na Segunda Guerra Mundial (1939–1945), onde os países utilizavam radares com o intuito de detectar a aproximação de aviões a longas distâncias. Entretanto, uma das limitações dessa tecnologia é que estes radares não podiam interpretar qual aeronave era aliada ou inimiga. Uma solução encontrada por alemães foi orientar os pilotos aliados a girar seus aviões enquanto retornavam à base, com o intuito de mudar o sinal refletido no radar, e este método informava aos técnicos quais eram os aviões aliados, surgindo assim o primeiro sistema *RFID* (DALFOVO; HOSTINS, 2010 apud VIANA, 2007).

A partir desta ideia ingleses criaram o primeiro sistema identificador de Amigo ou Inimigo (*IFF – Identify Friend or Foe*), onde cada avião aliado possuía um *transponder* (dispositivo de comunicação, cujo objetivo é receber, amplificar e retransmitir um sinal), que ao detectar sinais de radares terrestres, enviava sinais de volta que identificavam o avião como aliado (DALFOVO; HOSTINS, 2010 apud VIANA, 2007).

Por volta do ano 1950, o uso do *RFID* era limitado a aplicações militares, laboratórios de pesquisas e grandes empresas comerciais, isto ocorria por causa do alto custo e das grandes dimensões dos componentes. Entretanto esta limitação começou a mudar com o emergir de novas tecnologias, como os circuitos integrados, *chips* de memória programáveis, microprocessadores, aplicativos modernos de *software* e linguagens de programação. Foi a partir de então que o *RFID* passou a ser mais utilizado em aplicações cotidianas (BHUPTANI; MORADPOUR, 2005).

Entre os anos 1990 e 2000, alguns varejistas e agências governamentais começaram a promover e exigir o uso de etiquetas *RFID* (versão miniaturizada de um *transponder*) nos produtos de seus fornecedores. Por volta da mesma época, foi

criada a organização *EPCglobal*, patrocinada pelas indústrias e sem fins lucrativos. A *EPCglobal* deu suporte à *Electronic Product Code (EPC)*, que se tornou um padrão para a identificação automática de itens das cadeias de abastecimento em todo o mundo. Dessa forma, foi estabelecida uma exigência global para a implementação de sistemas *RFID*, e um organismo de regulamentação para ajudar a facilitar a implementação das exigências (BHUARTANI; MORADPOUR, 2005).

1.2 Aplicações

A tecnologia *RFID* tende a ser uma facilitadora onipresente para que as coisas sejam feitas de formas diferentes das que fazemos hoje em dia. Os produtos podem ser etiquetados com minúsculos transponders de rádio, os quais possuem os dados destes produtos, estes dados são transmitidos através de ondas de rádio para leitores nas proximidades, que coletam e processam estes dados convenientemente. Um sistema desse tipo requer as *tags RFID*, um leitor (também conhecido por interrogador), antenas (ou dispositivo de acoplamento, que não deve ser confundida com a antena da etiqueta), e um computador ou algum outro equipamento que possa processar os dados da etiqueta e tomar decisões (BHUARTANI; MORADPOUR, 2005).

Um exemplo claro de que a identificação por radiofrequência pode ajudar no nosso cotidiano, é que é possível substituir o código de barras por uma etiqueta *RFID*. A vantagem é que esta etiqueta pode ser identificada à distância, e sem a necessidade de que os itens etiquetados sejam identificados um a um. Com isso seria possível o rastreamento e acompanhamento de objetos em tempo real, que seria muito útil em sistemas de transportadoras, por exemplo, ou em supermercados, podendo passar todos os produtos do carrinho de uma só vez (REI, 2010).

Um outro caso em potencial para a instalação deste sistema foi verificado no controle patrimonial do Almoxarifado do curso de Engenharia Eletrônica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) de Campo Mourão. Este controle já é feito, porém manualmente, o que faz com que seja necessário um funcionário para anotar todos os empréstimos e devoluções dos equipamentos, sendo que este processo poderia ser automatizado com o uso da identificação por radiofrequência.

Com esta ideia em mente, no presente projeto pretende-se criar um sistema de controle patrimonial para o controle e monitoramento destes equipamentos sem a necessidade de intervenção humana, havendo um sistema de *login* onde o próprio usuário se identifica e executa os empréstimos ou as devoluções. Além disto deverá haver também uma área para o administrador, o qual poderá monitorar todos os empréstimos ativos, usuários cadastrados, histórico de empréstimos, lista de equipamentos e também poderá cadastrar um novo equipamento no sistema.

2 OBJETIVOS

Neste tópico serão explicitados os principais objetivos do projeto, e também uma breve justificativa, com os motivos e vantagens de sua implementação.

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema autônomo capaz de realizar o controle de entradas e saídas de equipamentos do almoxarifado de Engenharia Eletrônica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) utilizando etiquetas *RFID*.

2.2 Objetivos Específicos

- Possibilitar uma alternativa de controle para empréstimos de equipamentos;
- Criar um banco de dados para armazenamento das informações do sistema;
- Desenvolver uma interface gráfica intuitiva para o usuário;
- Realizar a comunicação entre o leitor e o *Raspberry Pi*, e entre o *Raspberry Pi* e o banco de dados gerado.

2.3 Justificativa

A entrada e saída de equipamentos do almoxarifado de Engenharia Eletrônica da UTFPR é grande. Atualmente este controle é feito manualmente, o que dificulta o trabalho de monitoramento destes equipamentos, e somando-se com a grande quantidade de empréstimos tende-se a gerar uma alta probabilidade de erro humano.

Neste trabalho será apresentada uma alternativa de implementação da tecnologia *RFID* no controle de entradas e saídas de equipamentos do almoxarifado, para assim evitar qualquer falha humana neste controle, e também para automatizar este processo.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Aqui será explicado o funcionamento dos componentes necessários para a implementação do sistema *RFID* de forma geral, explicando as tecnologias existentes para que fique clara qual a mais adequada para a aplicação proposta.

3.1 Os componentes de um Sistema *RFID*

Um sistema *RFID* é constituído por três componentes básicos: uma *tag* (ou *transponder*, etiqueta), composta por um CI (circuito integrado), uma antena e em alguns casos uma bateria; um interrogador (ou leitor, *reader*), composto por uma antena, um módulo RF e um módulo de controle; e um controlador, que costuma ser um computador que gerencia o banco de dados e as informações das etiquetas (HUNT; PUGLIA; PUGLIA, 2007).



Fonte: OLIVEIRA; PEREIRA (2006, p. 1).

3.1.1 Tags

Levando em conta a fonte de alimentação da etiqueta (*tag*), estas podem ser classificadas em dois grupos principais, que são: as ativas e as passivas. Estes grupos também se derivam em outros dois grupos: as semi-passivas e as semi-ativas. Todos estes grupos têm distinção devido as *tags* necessitarem (ou não) de bateria para seu funcionamento e transmissão (BANKS et al., 2007).

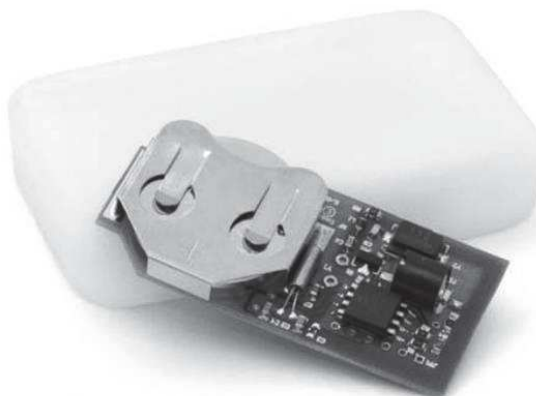
3.1.1.1 Ativas

A *tag* ativa possui uma bateria interna, o que permite que elas sejam muito flexíveis em termos de funcionalidades. A bateria permite a sua leitura à longas distâncias e que seja identificada através de materiais normalmente impenetráveis para ondas eletromagnéticas, além disso permite que a *tag* suporte periféricos com várias funcionalidades como: medidores de temperatura, umidade, pressão, e dá a capacidade da memória ser regravável. Este tipo de etiqueta não é tão utilizada quanto as outras devido a serem maiores e custarem mais caro. Vale ressaltar que quanto mais componentes extras conterem uma *tag*, maior deve ser a sua bateria interna e conseqüentemente essas duas variáveis aumentam o seu tamanho físico (BANKS et al., 2007).

Normalmente elas enviam um sinal com uma taxa de frequência programada, que é chamada de *beacon rate*, que é a frequência de emissão de dados da *tag* para o leitor. Esta taxa pode ser variada conforme a necessidade do projeto, que em sua maioria é entre 1 e 15 segundos (BANKS et al., 2007).

Segundo Banks (2007), *tags* ativas possuem um tempo de vida útil limitado por causa de sua bateria, que são medidos em anos de operação. O tempo de vida varia conforme três variáveis: a *beacon rate*, a distância de transmissão desejada, e o tempo de prateleira da bateria. Se por exemplo uma *tag* usa uma *beacon rate* de 2 segundos, a sua bateria acabará antes de uma que usa 5 segundos.

Figura 2 - TAG ATIVA E SEU ENCAPSULAMENTO.

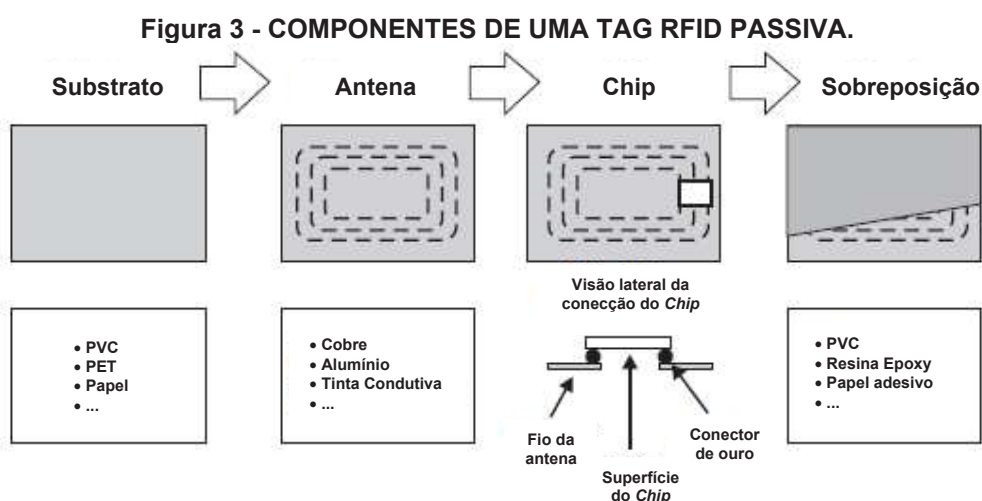


Fonte: BANKS (2007, p. 63).

3.1.1.2 Passivas

Este tipo de etiqueta não possui bateria para funcionar, pois a energia para alimentar esta *tag* é proveniente do leitor, tornando a *tag* capaz de ativar seu circuito e transmitir os dados armazenados em seu CI (PRATA, 2008).

No seu encapsulamento há apenas o seu CI e uma bobina, que funciona como uma antena que capta as ondas eletromagnéticas provenientes do leitor no momento em que a *tag* se encontra ao alcance destas ondas, e também é por onde envia os dados do CI para o leitor (SANTOS; BERTOLETTI, 2014).



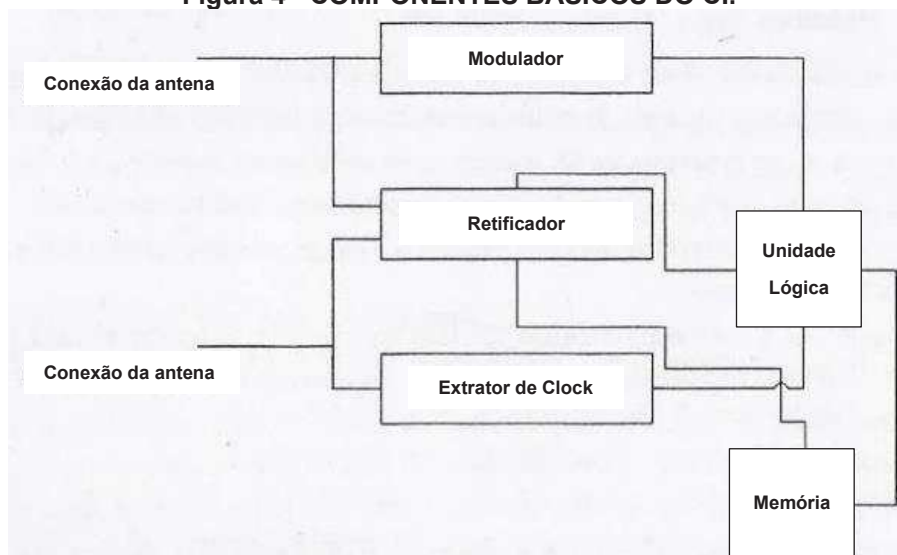
Fonte: Adaptado de HUNT; PUGLIA; PUGLIA (2007, p. 7).

Devido a essa limitação energética, o circuito integrado desta etiqueta deve ser o mais simples possível, partindo do princípio que quanto mais elementos tiver, mais energia gastará, e conseqüentemente também tem um raio de alcance reduzido. Em contrapartida, por não possuir bateria interna, o seu tempo de vida é enorme, e também não necessita de manutenção, suportam condições mais extremas sem danos ao seu funcionamento, e costumam ser menores que as *tags* ativas (PRATA, 2008).

Como citado, a energia que alimenta a *tag* passiva são as ondas eletromagnéticas de rádiofrequência (RF) provenientes do leitor, que é um sinal AC (*Alternating Current* – Corrente Alternada), sendo assim dentro do CI da etiqueta existe um retificador para converter este sinal para DC (*Direct Current* – Corrente Contínua). Além disso, o *chip* também possui um extrator de *clock*, um modulador

que modula as ondas recebidas do leitor, uma unidade lógica para implementação do protocolo de comunicação entre a *tag* e o *reader*, e uma memória interna para armazenamento de informações (PRATA, 2008).

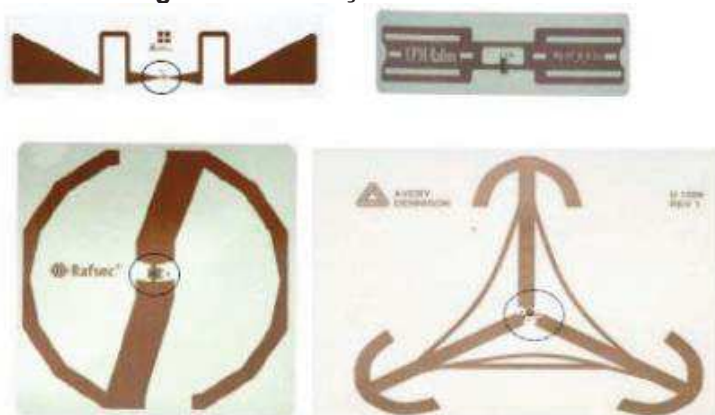
Figura 4 - COMPONENTES BÁSICOS DO CI.



Fonte: PRATA (2008, p. 32).

A antena da etiqueta, além de servir para recepção e envio de dados para o *reader*, tem também o objetivo de retirar a energia do sinal recebido pelo leitor. A antena é o item que mais ocupa espaço na etiqueta, e pode assumir varios formatos dependendo da aplicação, frequência da portadora, etc (PRATA, 2008).

Figura 5 - VARIAÇÕES DE ANTENAS.



Fonte: PRATA (2008, p. 32).

3.1.1.3 Ativas vs. Passivas

Tendo em vista os dois tipos primários de etiquetas (ativas e passivas), abaixo encontra-se um quadro que evidencia, resumidamente, as suas principais diferenças:

Quadro 1 - COMPARATIVO ENTRE ETIQUETAS PASSIVAS E ATIVAS.

Tags Passivas	Tags Ativas
<ul style="list-style-type: none"> - Opera sem bateria - Mais baratas - Tempo de vida ilimitada (por não haver bateria) - Mais leve (por não haver bateria) - Sujeita a ruído - Utiliza energia do leitor - Necessita de leitores mais potentes - Menor taxa de transmissão de dados - Maior sensibilidade à orientação 	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliza bateria interna como fonte - Mais caras - Tempo de vida finita (por haver bateria) - Maior peso (por haver bateria) - Maior imunidade a ruídos - Fonte interna para transmissão de sinal - Efetiva mesmo com leitores menos potentes - Maior taxa de transmissão de dados - Menor sensibilidade à orientação

Fonte: Adaptado de REYES (2011, p. 21).

3.1.1.4 Semi-ativas

Este tipo de etiqueta pode ser considerado como um modo de operação das *tags* ativas, o diferencial é que esta possui um modo de operação chamado *sleep mode* (JONES; CHUNG, 2007). Esta *tag* possui bateria interna, mas não é utilizada até que seja interrogada (o leitor pode ser chamado de *reader* ou também de *interrogator* – interrogador). A *tag* semi-ativa tem um alcance de interrogação curto assim como nas passivas, sendo necessário se aproximar do campo eletromagnético do leitor para poder ativá-la. Porém, quando ativada a *tag* funciona exatamente igual à etiqueta ativa, permitindo inclusive a utilização de periféricos, e também possui o mesmo alcance de transmissão de dados. A sua grande vantagem é que esta *tag* economiza mais bateria que as puramente ativas, por não necessitar da *beacon rate* (BANKS et al., 2007).

3.1.1.5 Semi-passivas

O funcionamento das semi-passivas é uma combinação das *tags* ativas e passivas. Apesar de possuir bateria interna, ela serve somente para alimentar a circuito interno da etiqueta, e não para criar um sinal RF. As suas características de funcionamento são como a da etiqueta passiva, pois depende do sinal eletromagnético do leitor, porém ela pode ter um CI maior e com mais capacidade por não depender completamente da energia proveniente do leitor. Sabendo que é a bateria que alimenta o CI, a energia proveniente do leitor pode ser completamente utilizada para a retransmissão do sinal, permitindo assim um alcance um pouco maior em relação às passivas (PRATA, 2008).

3.1.2 Leitor

Este dispositivo é constituído por dois itens. Um deles é a antena que gera um campo magnético utilizado para a comunicação com as etiquetas *RFID*, e o segundo dispositivo é o leitor, que interpreta e transmite as informações entre as etiquetas e o controlador. A combinação entre estes dois itens dão origem ao leitor, que pode ser chamado também de interrogador (HANSEN; GILLERT, 2008).

O interrogador age como uma ponte entre a *tag RFID* e o controlador, e suas funções básicas são: ler as informações contidas nas *tags*; escrever informações nas etiquetas; transmitir informações de, e para o controlador; e alimentar a etiqueta (no caso das passivas). Além destas quatro funções, para melhorar o desempenho das mesmas, alguns leitores mais complexos possuem três funções adicionais: sistema anti-colisão, para garantir a leitura simultânea de várias *tags*; autenticação das etiquetas, para evitar fraudes ou evitar acessos não autorizados; e criptografia de dados, para proteger a integridade das informações (HUNT; PUGLIA; PUGLIA, 2007).

Existem três tipos de leitores quanto à mobilidade: Fixos, normalmente montados em cais de carga/descarga, pórticos e outras estruturas fixas; móveis, normalmente montados em equipamentos usados no transporte de mercadorias como porta-paletes e empilhadeiras; e o portátil, que são utilizados por operadores

que podem se deslocar, o qual é bastante usado em situações de falha de outros leitores (REI, 2010).

Normalmente o interrogador se comunica com um computador central via comunicação Serial ou Ethernet, mas também pode ser equipado para realizar uma comunicação sem fio, especialmente se o leitor for portátil (BHUARTANI; MORADPOUR, 2005).

3.1.2.1 Antena

A antena pode ser adquirida separadamente e posteriormente acoplada ao leitor, ou o leitor pode ter a sua antena interna em seu encapsulamento. A função dela é transmitir e receber os sinais eletromagnéticos entre a etiqueta e o leitor. O campo eletromagnético gerado pela antena é conhecido como campo de leitura ou, do inglês, *interrogation zone*, que é um espaço tridimensional usado para a comunicação com as *tags*, e que para que haja a comunicação a etiqueta deve estar dentro desta área (JONES; CHUNG, 2007).

3.1.2.2 RFID-RC522

O RFID-RC522 é um módulo leitor de RFID que funciona na frequência de 13,56MHz, que permite a leitura e escrita em cartões sem contato, e já possui antena (VIDA DE SILICIO, 2017).

Figura 6 - MÓDULO RFID-RC522.



Fonte: VIDA DE SILICIO (2017).

3.1.3 Controlador

O controlador é o “cérebro” do sistema *RFID*. Ele é utilizado para processar as informações provenientes dos interrogadores e manipulá-las da forma que for conveniente. Normalmente, em um sistema *RFID* ele é representado por um computador, que normalmente está executando um banco de dados e um software de controle das informações (HUNT; PUGLIA; PUGLIA, 2007).

3.1.3.1 Raspberry Pi

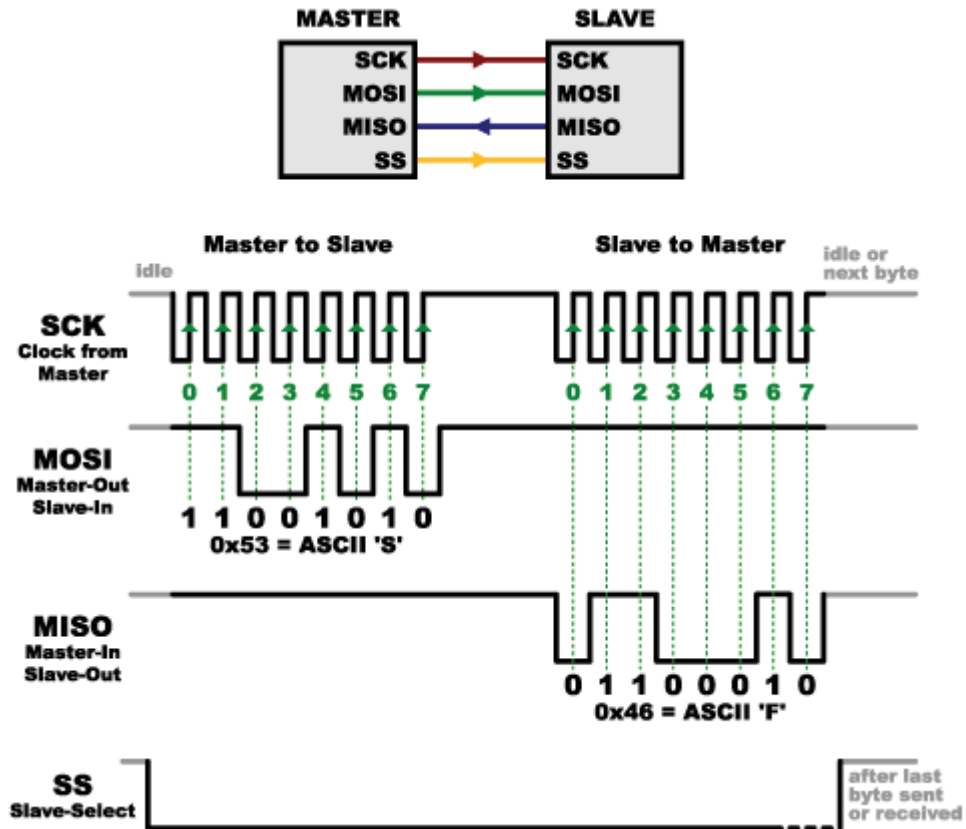
O controlador utilizado no presente projeto é o *Raspberry Pi 3B*. Ele é um computador de baixo custo do tamanho de um cartão de crédito. Ele não possui memória interna, portanto se faz necessário o uso de um cartão MicroSD, no qual deve ser instalado um sistema operacional e posteriormente conectado ao *Raspberry Pi*. Após isto é somente necessário conectá-lo a um monitor, um mouse e um teclado e estará pronto para o uso. É possível fazer com ele tudo o que se espera que um computador *desktop* normal, inclusive conectar-se à internet, ver vídeos e até jogar jogos (RASPBERRY PI, 201?).

3.2 Protocolo SPI

O *SPI (Serial Peripheral Interface)* é um protocolo de comunicação síncrono, o que significa que ele utiliza conexões distintas para o sinal de *clock* e para os dados, o que garante que as informações sejam enviadas e recebidas em sincronia. Esta comunicação também é *full duplex*, ou seja, utiliza dois canais diferentes para envio e recebimento de dados. Em alguns casos os dispositivos conectados podem enviar e receber informações ao mesmo tempo (SPARKFAN, 201?).

No protocolo *SPI* o *clock* sempre será gerado pelo dispositivo “*master*” e os outros dispositivos são os “*slaves*”. Sempre haverá apenas um *master*, porém pode haver vários dispositivos *slaves* (SPARKFAN, 201?).

Figura 7 – CONFIGURAÇÃO DO PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO SPI.



Fonte: SPARKFAN (201?).

Na figura 6 podemos observar os quatro fios necessários para fazer uma comunicação em SPI:

- **SCK**: *Serial Clock*, responsável por enviar o sinal de clock do *Master* para os *Slaves* (SPARKFAN, 201?).
- **MOSI**: *Master Out/Slave In*, barramento por onde o *Master* envia dados para o *Slave* (SPARKFAN, 201?).
- **MISO**: *Master Input/Slave Output*, transmite dados do *Slave* para o *Master* (SPARKFAN, 201?).
- **SS**: *Slave Select*, usado para selecionar o *Slave* que se deseja utilizar. Vale ressaltar que para selecionar o *Slave* desejado, o sinal em SS deverá ser 0 (zero), e os que não se deseja utilizar deverão receber 1 (um) (SPARKFAN, 201?).

3.3 Frequência de Operação

Um dos aspectos mais importantes na conexão entre a *tag* e um interrogador, é a frequência de operação. As faixas mais usadas são, Baixa Frequência (BF ou *LF*) para menos de 135 kHz, Alta Frequência (AF ou *HF*) para 13,56 MHz, Ultra Alta Frequência (*UHF*) para 433 MHz e entre 860 a 930 MHz, e a frequência de Micro-ondas em 2,45 GHz e 5,8 GHz (BHUARTANI; MORADPOUR, 2005).

A frequência define a velocidade de transferência de dados entre a etiqueta e o leitor, e quanto menor a frequência, mais lenta é a transmissão. Porém a velocidade não é o único aspecto a ser analisado no planejamento, pois as condições ambientais podem influenciar significativamente na determinação da frequência de operação. Por exemplo, o material em que a etiqueta estiver anexada (como em objetos metálicos) pode gerar interferência em faixas de *UHF*, e a presença de outros dispositivos que geram ondas de rádio (fornos micro-ondas ou telefones sem fio) podem gerar interferências na faixa de micro-ondas. A escolha da frequência também influencia no alcance de leitura (BHUARTANI; MORADPOUR, 2005).

Quadro 2 - DISTÂNCIAS E USOS DE CADA FAIXA DE FREQUÊNCIA.

Frequências	Faixa típica para identificadores passivos
Baixa Frequência	50 centímetros
Alta Frequência	3 metros
Ultra Alta Frequência	9 metros
Micro-ondas	> 10 metros

Fonte: Adaptado de SANTOS; BERTOLETTI (2014, p. 23).

Quadro 3 - IMPACTOS DE ALGUNS MATERIAIS NA PROPAGAÇÃO DO SINAL RF.

Material	Baixa Frequência	Alta Frequência	Ultra Alta Frequência	Micro-ondas
Roupas	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
Madeira seca	Transparente	Transparente	Transparente	Absorvente
Grafite	Transparente	Transparente	Opaco	Opaco
Metais	Transparente	Transparente	Opaco	Opaco
Óleo de motor	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
Papel	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
Plásticos	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
Água	Transparente	Transparente	Absorvente	Absorvente
Madeira molhada	Transparente	Transparente	Absorvente	Absorvente

Fonte: Adaptado de REI (2010, p. 53).

Quadro 4 - RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES DAS FAIXAS DE FREQUÊNCIAS DE RFID MAIS CONHECIDAS.

FREQUÊNCIA	CARACTERÍSTICAS-CHAVE	APLICAÇÕES TÍPICAS
<p>Baixa Frequência (BF) Menos que 135 KHz.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Em uso desde os anos 1980 e usada amplamente. - Funciona melhor em metais e líquidos. - Menor taxa de transferência de dados. - Lê com alcance medido em polegadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação de animais. - Automação industrial. - Controle de acesso.
<p>Alta Frequência (AF) 13,56 MHz.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Em uso desde meados dos anos 1990 e usada amplamente. - Padrões comuns no mundo inteiro. - Maior alcance de leitura do que as etiquetas de Baixa Frequência. - Etiquetas mais baratas que as etiquetas de baixa Frequência. - Baixo desempenho em metais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cartões de pagamento e de fidelidade (Cartões Inteligentes). - Controle de acesso. - Anti-falsificações. - Diversas aplicações de rastreamento ao nível de item, tais como livros, bagagens, vestuário, etc. - Prateleiras inteligentes. - Identificação e monitoramento de pessoas.
<p>Ultra Alta Frequência (UHF) 433 MHz e 860 a 930 MHz.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Em uso desde o final dos anos 1990. - Maior alcance de leitura do que as etiquetas de Alta Frequência (+ de 10 pés). - Alcances de transmissão muito grandes para sistemas ativos de 433 MHz. - Ganhando impulso devido às exigências das cadeias de abastecimento do varejo do mundo inteiro. - Potencial para oferecer etiquetas de menor custo. - Problemas de incompatibilidade relacionados com regulamentos regionais. - Suscetível a interferências de líquidos e metais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cadeia de abastecimento e logística, tais como: - Controle de inventário. - Gerenciamento de armazéns. - Rastreamento de ativos. - Controle de acesso.
<p>Micro-ondas 2,45 GHz e 5,8 GHz.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Em uso por várias décadas. - Altos índices de transferência de dados. - Comum nos modos ativo e semi-ativo. - Alcance de leitura similar ao do UHF. - Baixo desempenho em líquidos e metais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cobrança eletrônica de pedágio. - Automação industrial.

Fonte: Adaptado de BHUPTANI; MORADPOUR (2005, p. 57).

3.4 Origem da Energia nas *Tags*

Como explicado anteriormente, as *tags* necessitam de energia para processar os comandos recebidos do leitor, esta energia pode vir de uma bateria interna (*tags* ativas) ou de uma fonte externa (*tags* passivas). As etiquetas ativas possuem fonte de alimentação, um emissor e um receptor, o que a torna independente. Porém, as *tags* passivas obtêm sua energia do sinal que recebe do leitor (acoplamento), e pode funcionar de duas formas: acoplamento magnético (*backscatter* ou acoplamento difuso de retorno) ou indutivo (REI, 2010).

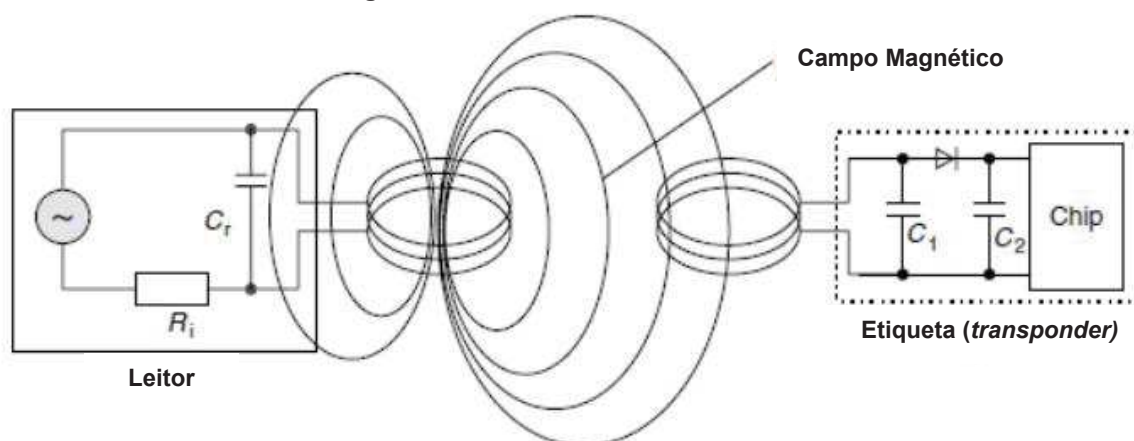
3.4.1 *Backscatter*

As *tags* passivas nas bandas *UHF* e Micro-ondas usam a capacidade de refletir as ondas de rádio para se comunicar com o leitor (REI, 2010). Esse princípio físico é chamado de Modulação por Dispersão Refletida (*Backscatter Modulation*). O leitor envia um sinal para uma etiqueta, a qual responde, por reflexão, uma parte desta energia de volta para o leitor. Um capacitor contido na etiqueta possibilita esta reflexão, pois armazena a energia proveniente do leitor, e a *tag* utiliza esta energia para retornar o sinal ao leitor. O capacitor se descarrega no processo (BHUPTANI; MORADPOUR, 2005).

3.4.2 Acoplamento Indutivo

Nas bandas de *LF* e *HF*, as *tags* passivas obtêm a energia proveniente do leitor através do processo de indução magnética, que funciona como o acoplamento indutivo de um transformador, em que a bobina do leitor (antena) é a primária e a da etiqueta é a secundária (REI, 2010).

Figura 8 - ACOPLAMENTO INDUTIVO.



Fonte: Adaptado de REI (2010, p. 55).

3.5 Servidor WEB

A função de um servidor *WEB*, conhecido também como servidor *HTTP*, é receber e responder a requisições dos clientes (ou usuários). Os clientes fazem suas requisições através de um *browser* (*Google Chrome*, *Mozilla Firefox*, *Internet Explorer*), e o servidor responde a esta requisição com arquivos *HTML* com figuras ou até documentos *PDF*, que são exibidos para o usuário no próprio *browser*. O arquivo *HTML* que diz ao *browser* (ou navegador) como os arquivos devem ser apresentados. Um dos servidores mais utilizados hoje em dia é o Apache (DEV MEDIA, 2012).

3.6 PHP

PHP é um acrônimo recursivo para *PHP: Hypertext Processor*, que é uma linguagem de script de uso geral, que é muito utilizada em desenvolvimento *WEB* e pode ser inserida dentro de uma página *HTML* (PHP, 20??).

Esta é uma linguagem executada no servidor, que gera uma página em *HTML* que então é enviada para o navegador do usuário (PHP, 20??).

3.7 HTML

HTML é a abreviação de *Hypertext Markup Language*, que significa Linguagem de Marcação de Hipertexto. Resumidamente *HTML* é uma linguagem para publicação de conteúdo para a *WEB* (EIS; FERREIRA, 2012).

Esta linguagem utiliza o conceito de hipertexto, que não organiza o conteúdo de forma linear, isto significa que as informações não são necessariamente apresentadas na tela na ordem em que foram escritas (EIS; FERREIRA, 2012).

A última versão desta linguagem é o *HTML5*, que é otimizado para a melhor comunicação possível com ferramentas como *Javascript* e *CSS* (EIS; FERREIRA, 2012).

3.8 CSS

O *CSS* é responsável pela formação das informações contidas em uma página *HTML*, esta informação pode ser uma imagem, vídeo, texto, ou qualquer outro elemento (EIS; FERREIRA, 2012).

A última versão é o *CSS3*, que sem dúvida se tornou a arma mais poderosa para o *designer web*. Com ela é possível fazer gradiente em textos e elementos, fazer bordas arredondadas, sombras em textos e elementos, dentre outras várias outras funções. E tudo isto independentemente da posição das informações no código *HTML* (EIS; FERREIRA, 2012).

3.9 Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

Um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), é uma coleção de dados que são relacionados e um conjunto de programas que acessam estes dados (SILBERSCHATZ; KORTH, 2005). Para o projeto em questão, o SGBD utilizado foi o *MariaDB*.

Este sistema em questão envolve quatro componentes, que são: dados, *hardware*, *software* e usuários (DATE, 2003).

3.9.1 Dados

Os dados, que podem ser chamados de Banco de Dados, é onde estão contidas todas as informações relevantes para uma aplicação. A maior preocupação em um SGBD é conseguir salvar e carregar estes dados de forma conveniente e segura. Estes dados, por exemplo, podem ser informações sobre clientes como senhas, saldos, nomes, endereços, dentre vários outros (SILBERSCHATZ; KORTH, 2005).

3.9.2 Hardware

O *Hardware* representa a parte física do sistema de banco de dados, representado por discos rígidos e o processador, que é quem executa os programas de controle do banco de dados (DATE, 2003).

3.9.3 Software

Entre os usuários finais de um sistema e o banco de dados está o *software*, ele é responsável por todos os acessos, alterações e inserções nos dados do banco de dados, e pode ser chamado de SGBD. Em geral, é responsável por abster o usuário dos detalhes de nível de *hardware* (DATE, 2003).

3.9.4 Usuários

Os usuários podem ser separados em três classes:

- Programadores: São os que escrevem as aplicações utilizando-se de linguagens de programação como C++, Java, ou alguma outra linguagem de alto nível (DATE, 2003).

- Usuário final: É a pessoa que utilizará o sistema, realizando acessos ao banco de dados e podendo alterá-los da forma desejada, porém de forma interativa, sem haver a necessidade de utilizar-se de códigos para isto (DATE, 2003).
- Administrador do banco de dados: É quem utiliza o *SGBD* para gerenciar o sistema (DATE, 2003).

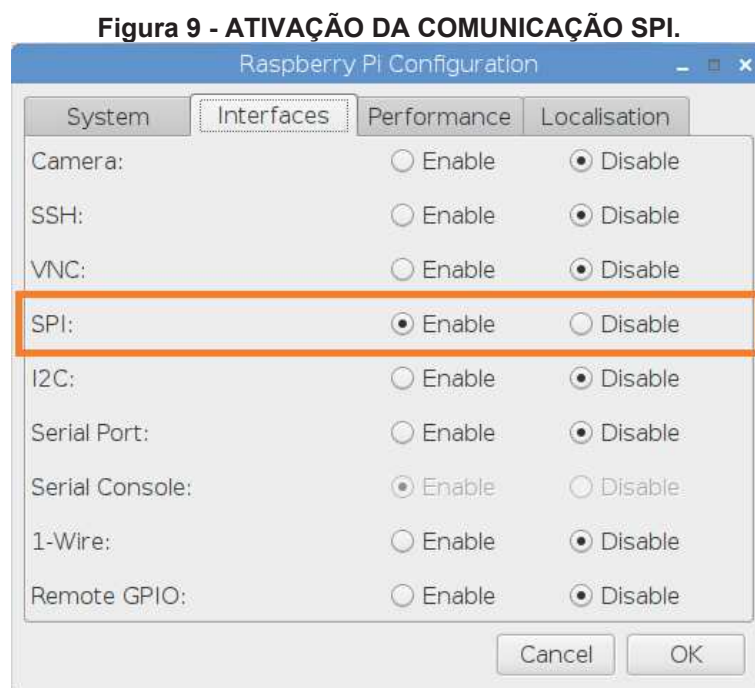
4 METODOLOGIA

Nesta sessão será apresentado como foi feita a execução do projeto, apresentando os *softwares* necessários, como o *MariaDB* e o *PHP*, os *hardwares* necessários, como o *Raspberry Pi* e o leitor *RFID-RC522*, e também todo o processo de raciocínio por trás do projeto.

Foram escolhidas etiquetas que operam na frequência de 13,56 MHz devido ao alto custo dos leitores para etiquetas com maiores frequências.

4.1 Preparação do Raspberry Pi

A princípio foi preciso habilitar a comunicação *SPI* do *Raspberry* para possibilitar a comunicação entre ele e o leitor *RFID-RC522*. Para isto foi necessário entrar nas configurações do *Raspberry*, ir à aba “Interfaces” e ativar o *SPI*:



Fonte: Autoria própria.

Depois disto foi instalada a biblioteca “*MFRC522-python*”, que realiza a comunicação entre o leitor (*RFID-RC522*) e o controlador (*Raspberry*).

Esta biblioteca já possui um exemplo que realiza a comunicação do leitor com o *Raspberry*, portanto este exemplo foi utilizado como base para o projeto, no

qual foram feitas algumas pequenas alterações que serão explicadas posteriormente.

Para a correta execução da biblioteca de leitura das *tags*, também foi instalada a última versão da linguagem *python*, que é o *python3.6*, pois esta biblioteca é programada nesta linguagem.

Com tudo isto feito, foi iniciado o processo de instalação dos programas necessários para o desenvolvimento do servidor *web* e das página *web*, que são utilizadas como interface para o usuário final. Para isto foi preciso instalar outros três programas, sendo eles o *PHP*, o *MariaDB* e o *Apache*.

4.2 Criação dos bancos de dados

Foram criados dois bancos de dados neste projeto, sendo eles o “rfid” e o “Almoxarifado”. O primeiro deles possui apenas uma tabela chamada “codigos”:

Figura 10 - TABELA NO BANCO DE DADOS “rfid”.

```
MariaDB [rfid]> show tables;
+-----+
| Tables_in_rfid |
+-----+
| codigos        |
+-----+
1 row in set (0.00 sec)
```

Fonte: Autoria própria.

O outro possui quatro tabelas, chamadas de “Empréstimos”, “Equipamentos”, “Histórico” e “Usuários”:

Figura 11 - TABELAS NO BANCO DE DADOS “Almoxarifado”.

```
MariaDB [Almoxarifado]> show tables;
+-----+
| Tables_in_Almoxarifado |
+-----+
| Empréstimos            |
| Equipamentos           |
| Histórico               |
| Usuários                |
+-----+
4 rows in set (0.01 sec)
```

Fonte: Autoria própria.

4.2.1 Banco de dados: rfid

Este banco de dados foi criado com o intuito de capturar as *UIDs* das etiquetas que são passadas pelo leitor. Dentro deste banco de dados há apenas uma tabela, e com somente um campo chamado "UID":

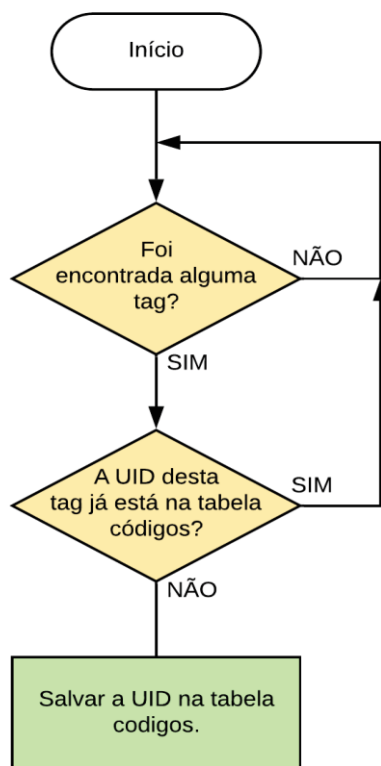
Figura 12 - DESCRIÇÃO DA TABELA "codigos".

```
MariaDB [rfid]> describe codigos;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| UID   | text | YES  |     | NULL    |      |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
1 row in set (0.00 sec)
```

Fonte: Autoria própria.

As informações são salvas na tabela "codigos" pelo programa de leitura das *tags* que veio junto com a biblioteca MFRC522-python, o qual foi adequado para este projeto. O seu funcionamento se dá da seguinte forma:

Figura 13 - FLUXOGRAMA DO PROGRAMA DE LEITURA DAS TAGS.



Fonte: Autoria própria.

Para que o sistema funcione corretamente, é necessário que este programa esteja executando. Para que não seja necessário ativá-lo todas as vezes que o *Raspberry* for ligado, ele foi colocado como um arquivo de serviço do sistema, ou seja, vai iniciar automaticamente sempre que o controlador for ligado.

4.2.2 Banco de dados: Almoxarifado

Este é o banco de dados principal do projeto, onde serão salvas todas as informações dos equipamentos, dados sobre os empréstimos realizados, dados de cadastros de usuários e também o histórico de empréstimos com data e hora.

Vale ressaltar que este banco de dados é totalmente manipulado por *PHP*.

4.2.2.1 Tabela: Usuários

Nesta tabela há informações sobre o cadastro do usuário, que são nome, registro acadêmico (RA) e a senha (que é encriptografada ao ser salva na tabela, com a função “md5” do *PHP*). A estrutura desta tabela é a seguinte:

Figura 14 - DESCRIÇÃO DA TABELA "Usuários".

```

MariaDB [Almoxarifado]> describe Usuarios;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field      | Type          | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| RA         | int(10)       | NO   | PRI | NULL    |       |
| Nome      | varchar(40)   | YES  |     | NULL    |       |
| Senha     | varchar(32)   | YES  |     | NULL    |       |
| Prioridade| tinyint(3)    | YES  |     | 1       |       |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
4 rows in set (0.01 sec)

```

Fonte: Autoria própria.

Existe um quarto item na tabela chamado prioridade, que representa o nível de usuário da pessoa. Para isto, existem três níveis de prioridade no sistema:

- 1 – Aluno: Pode efetuar três empréstimos por vez;
- 2 – Professor: Pode efetuar empréstimos ilimitados;
- 3 – Administrador: Pode efetuar empréstimos ilimitados e também tem acesso à área do administrador, onde é possível monitorar todas as informações de

usuários, empréstimos (de todos os usuários), equipamentos, histórico de empréstimos e também pode cadastrar um novo equipamento no sistema.

4.2.2.2 Tabela: Empréstimos

Esta tabela armazena todas as informações necessárias ao administrador sobre os empréstimos. Sua estrutura é a seguinte:

Figura 15 - DESCRIÇÃO DA TABELA "Empréstimos".

```

MariaDB [Almoxarifado]> describe Empréstimos;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field      | Type          | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| RA         | int(10)       | NO   |     | NULL    |       |
| Nome      | varchar(40)   | NO   |     | NULL    |       |
| Patrimônio | int(10)       | NO   | PRI | NULL    |       |
| Descrição | varchar(40)   | NO   |     | NULL    |       |
| Localização | varchar(10)  | NO   |     | NULL    |       |
| UID       | varchar(64)   | NO   |     | NULL    |       |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
6 rows in set (0.00 sec)

```

Fonte: Autoria própria.

Os nomes dados às colunas são bastante intuitivos, sendo que para cada empréstimo sempre haverá as informações de:

- Registro acadêmico do usuário;
- Nome do usuário;
- Número de patrimônio do equipamento;
- Descrição do equipamento;
- Localização do equipamento (em qual sala será utilizada);
- *UID* da *tag* referente a este equipamento.

4.2.2.3 Tabela: Equipamentos

A tabela Equipamentos é preenchida somente pelo administrador, pois só é possível executar esta tarefa ao realizar o acesso à área do administrador, e a sua estrutura é:

Figura 16 - DESCRIÇÃO DA TABELA "Equipamentos".

```
MariaDB [Almoxarifado]> describe Equipamentos;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
Patrimônio	int(15)	NO	PRI	NULL	
Descrição	varchar(40)	NO		NULL	
Situação	varchar(12)	NO		NULL	
UID	varchar(64)	NO		NULL	

4 rows in set (0.01 sec)

Fonte: Autoria própria.

Ao cadastrar um equipamento, deve ser informado o número de patrimônio do equipamento, sua descrição e a *UID* da *tag* associada à ele. Além destes três itens, há um item chamado “Situação” na tabela, que representa a disponibilidade do equipamento no atual momento, podendo estar “Disponível” ou “Indisponível”.

4.2.2.4 Tabela: Histórico

Esta tabela salva todos os empréstimos realizados, associando os usuários aos equipamentos e a data e hora em que foram feitos.

Figura 17 - DESCRIÇÃO DA TABELA "Histórico".

```
MariaDB [Almoxarifado]> describe Histórico;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
Patrimônio	int(10)	YES		NULL	
Descrição	char(255)	YES		NULL	
Nome	varchar(63)	YES		NULL	
Data	varchar(20)	YES		NULL	

4 rows in set (0.00 sec)

Fonte: Autoria própria.

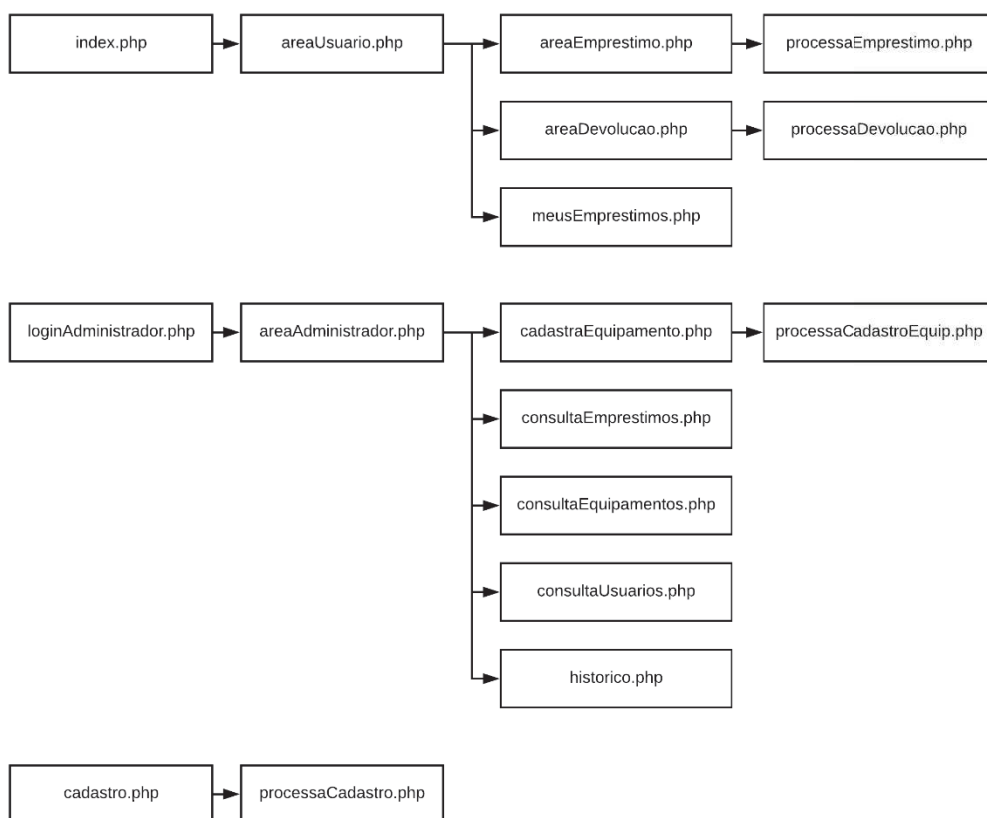
Os campos representam o patrimônio do equipamento, a descrição do equipamento, o nome do usuário que emprestou e a data/hora do empréstimo.

4.3 Interface WEB

A interface *WEB* criada para este sistema possui várias páginas, e todas foram salvas no servidor (*server-side*) para que sejam acessadas pelo cliente (*client-side*).

Neste projeto foram necessárias várias páginas *WEB*, foi feito então um mapa do site em forma de fluxograma utilizando os nomes dos arquivos, que posteriormente serão explicados.

Figura 18 - MAPA DO SITE.



Fonte: Autoria própria.

4.3.1 Index.php

É a página principal do site, em que o usuário pode fazer o seu login.

4.3.1.1 areaUsuario.php

É a página principal do usuário, em que aparecem as opções de “Empréstimo”, “Devolução” e o usuário pode monitorar os equipamentos que ele emprestou ao clicar em “Meus Empréstimos”.

Caso o botão “Empréstimo” for pressionado, o usuário é redirecionado para “areaEmprestimo.php”, caso “Devolução” for pressionado, será redirecionado para “areaDevolucao.php” e por fim, caso seja pressionado “Meus Empréstimos” será redirecionado para “meusEmprestimos.php”.

Para acessar esta página o usuário precisa possuir cadastro, ou seja, é feita uma busca na tabela “Usuários” para ver se o RA digitado existe e se a senha é condizente com a digitada na página “index.php”.

4.3.1.1.1 areaEmprestimo.php

Nesta página é necessário passar a etiqueta *RFID* pelo leitor, selecionar a sala que se deseja utilizar o equipamento e pressionar o botão de “Emprestar”, e então o usuário será redirecionado para “processaEmprestimo.php”.

Nesta área, o *PHP* é programado para limpar a tabela “codigos” do banco de dados “rfid”, isto é necessário pois como o programa de leitura das *tags* está em constante execução, pode haver alguma *UID* de um equipamento indesejado salvo nesta tabela, e limpando a tabela é garantido que será emprestado somente a próxima etiqueta que for passada pelo leitor.

4.3.1.1.1.1 processaEmprestimo.php

Neste momento o *PHP* lê o primeiro valor de *UID* na tabela “codigos”, e com isto procura se o equipamento está “Disponível” na tabela “Equipamentos”. Caso esteja, será analisado se:

- O usuário possui permissão para emprestar o equipamento? (pois usuário prioridade “1” só pode ter três empréstimos).
- Alguma sala foi selecionada?

Caso a resposta seja NÃO para uma destas perguntas haverá erro no empréstimo, porém caso seja SIM, ocorrerá o seguinte:

- A situação do Equipamento na tabela “Equipamentos” será alterada para “Indisponível”;

- Será inserido na tabela “Empréstimos” as informações deste empréstimo;
- Será inserido na tabela “Histórico” as informações deste empréstimo, acompanhadas da data e hora.

4.3.1.1.2 areaDevolucao.php

Nesta página, assim como na “areaEmprestimo.php”, a tabela “codigos” também é apagada.

A página pede que seja passada a *tag* do equipamento pelo leitor, e então é somente necessário pressionar o botão “Devolver” para executar a devolução, e então o usuário é redirecionado para “processaDevolucao.php”.

4.3.1.1.2.1 processaDevolucao.php

Aqui é executada a devolução da página anterior, e para isto o *PHP* lê a *UID* da etiqueta na tabela “codigos”, e analisa se:

- Existe esta *UID* na tabela “Equipamentos”?
- Na tabela “Equipamentos” ele está “Indisponível”?
- O Equipamento está na tabela “Empréstimos”?

Caso alguma resposta seja NÃO ocorrerá erro na devolução, caso contrário ocorrerá o seguinte:

- Será alterada a situação do equipamento na tabela “Equipamentos” para “Disponível”;
- Será deletado o empréstimo da tabela “Empréstimos”.

4.3.1.1.3 meusEmprestimos.php

A página busca na tabela “Empréstimos” os empréstimos associados ao RA do usuário atual e apresenta no na.

4.3.2 loginAdministrador.php

É a página de *login* do administrador, com as caixas de texto para o RA e a Senha.

4.3.2.1 areaAdministrador.php

É a página principal do administrador, onde estão as opções “Consultar Usuários”, “Consultar Equipamentos”, “Consultar Empréstimos”, “Histórico de empréstimos” e “Cadastrar Equipamento”, onde cada um redireciona para a sua respectiva página.

Aqui, assim como na área do usuário, é analisado se o usuário possui cadastro, porém com o diferencial de que a prioridade deste deve ser “3”.

4.3.2.1.1 cadastraEquipamento.php

Nesta página é necessário passar a etiqueta pelo leitor, digitar o patrimônio e a descrição do produto e pressionar “Cadastrar”, então o usuário é redirecionado para “processaCadastroEquip.php”.

Também é limpa a tabela “codigos” ao entrar nesta página.

4.3.2.1.1.1 processaCadastroEquip.php

A página lê a primeira *UID* da tabela “códigos” e verifica o seguinte:

- Na tabela “Equipamentos” há algum equipamento com o mesmo patrimônio digitado na página “cadastraEquipamento.php”?
- Na tabela “Equipamentos” há algum equipamento com a *UID* da *tag* lida?

Caso as respostas sejam SIM ocorrerá um erro no cadastro, porém caso sejam NÃO, ocorrerá o seguinte:

- Inserir na tabela “Equipamentos” as informações digitadas pelo administrador, e colocar a situação “Disponível”.

4.3.2.1.2 consultaEmprestimos.php

Esta página busca e apresenta no navegador toda a tabela “Empréstimos”.

4.3.2.1.3 consultaEquipamentos.php

Esta página busca e apresenta no navegador toda a tabela “Equipamentos”.

4.3.2.1.4 consultaUsuarios.php

Esta página busca e apresenta no navegador toda a tabela de “Usuários”.

4.3.2.1.5 historico.php

Esta página busca e apresenta no navegador toda a tabela de “Histórico”.

4.3.3 cadastro.php

Página para cadastro de novos usuários, que redireciona para a página “preocessaCadastro.php”.

4.3.3.1 processaCadastro.php

Acessa a tabela “Usuários”, e confere se não há outro usuário com o mesmo RA digitado no campo da página anterior, caso não haja o cadastro é efetuado.

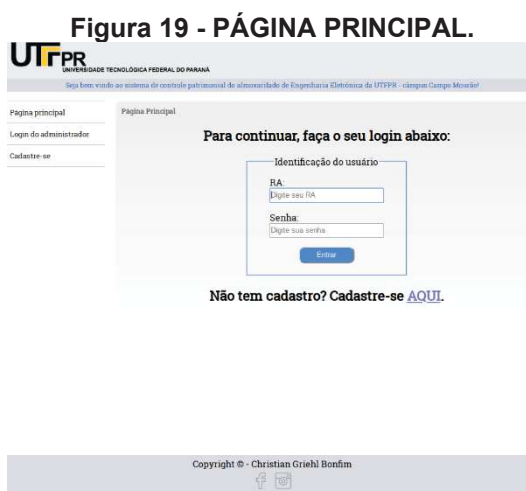
O usuário cadastrado nesta página é salvo com a prioridade “1”.

5 RESULTADOS

Serão apresentados aqui os resultados do projeto, mostrando toda a interface do sistema, e apresentando na prática tudo o que foi explicado na metodologia.

5.1 Página principal (Index)

Aqui os usuários realizam o *login* para acessar a Área do usuário.



Fonte: Autoria própria.

5.1.1 Área do usuário

O usuário logado pode selecionar se deseja realizar um empréstimo ou uma devolução, e também pode monitorar os seus empréstimos na aba “Meus empréstimos” na aba lateral esquerda.

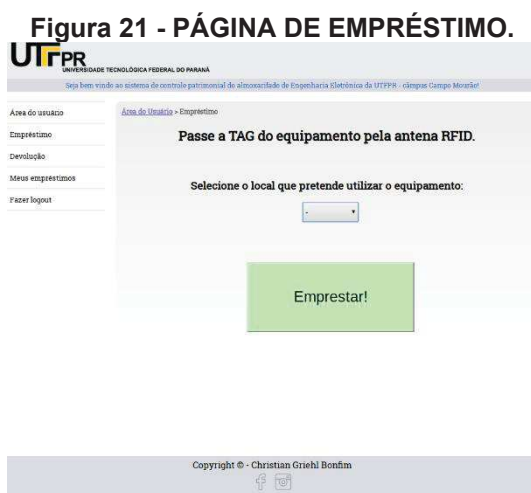
Figura 20 - PÁGINA DA ÁREA DO USUÁRIO.



Fonte: Autoria própria.

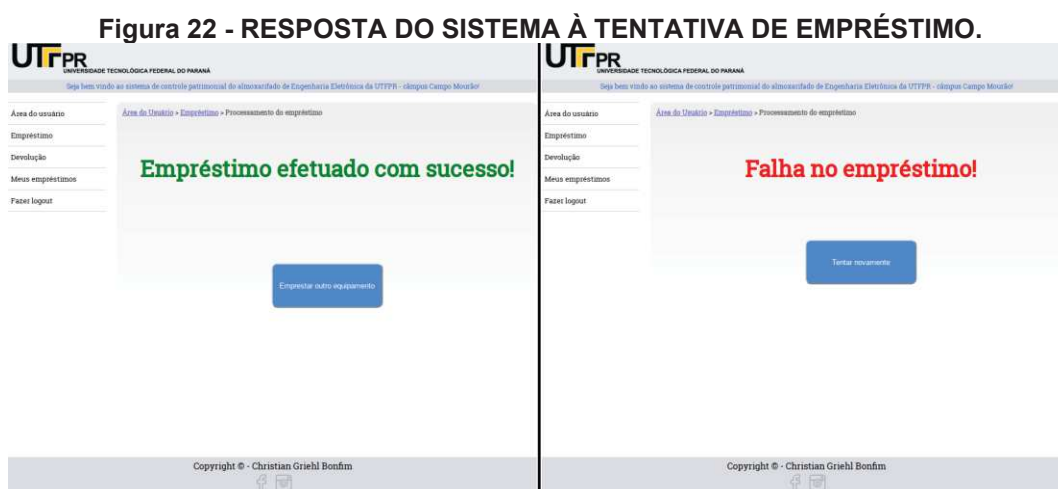
5.1.1.1 Empréstimos

Caso o usuário tenha pressionado “Empréstimo”, aparecerá na tela o seguinte:



Fonte: Autoria própria.

O usuário deve passar a etiqueta pelo leitor, e também deve selecionar a sala em que pretende usar o equipamento, caso contrário o empréstimo não será realizado. Na figura 22 temos os resultados para os casos em que o empréstimo foi um sucesso, ou tenha falhado:

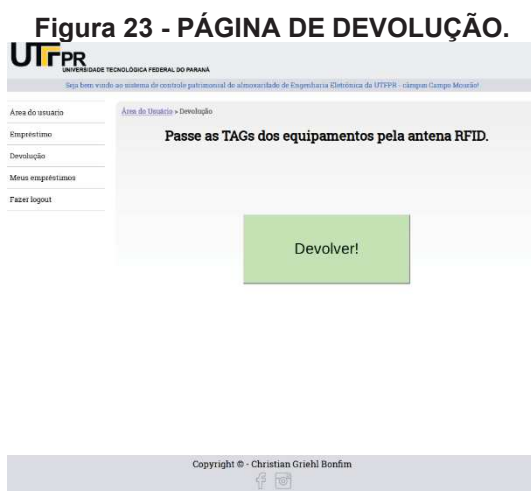


Fonte: Autoria própria.

Para uso futuro, foi realizado um empréstimo de um Osciloscópio com este usuário, com número de patrimônio “70077007”.

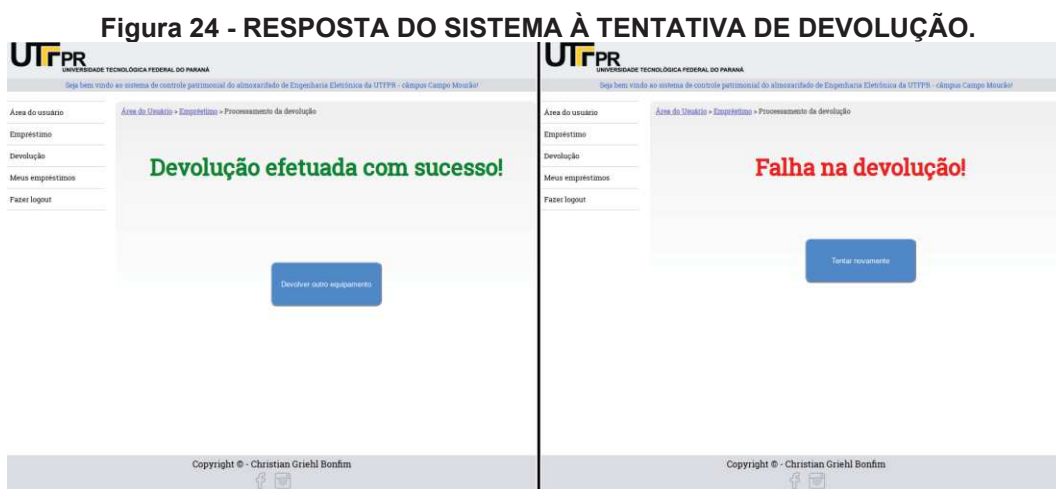
5.1.1.2 Devolução

Caso tenha sido selecionado “Empréstimo”, aparecerá na tela o seguinte:



Fonte: Autoria própria.

Se a devolução for um sucesso, ou houver um problema, aparecerá o seguinte no navegador:



Fonte: Autoria própria.

5.1.1.3 Meus empréstimos

Caso tenha sido selecionado “Meus empréstimos” irão aparecer todos os empréstimos realizados por este usuário. E como havia sido emprestado um Osciloscópio com número de patrimônio “70077007”, este foi o equipamento exibido nesta página.

Figura 25 - PÁGINA “MEUS EMPRÉSTIMOS”.

Patrimônio:	Descrição:	Localização:
70077007	Osciloscópio	B001

Copyright © - Christian Griebel Bonfim

Fonte: Autoria própria.

5.2 Cadastro de usuário

Na página de cadastro é possível que qualquer aluno se cadastre, lembrando que ao se cadastrar nesta página, a prioridade do usuário será “1”.

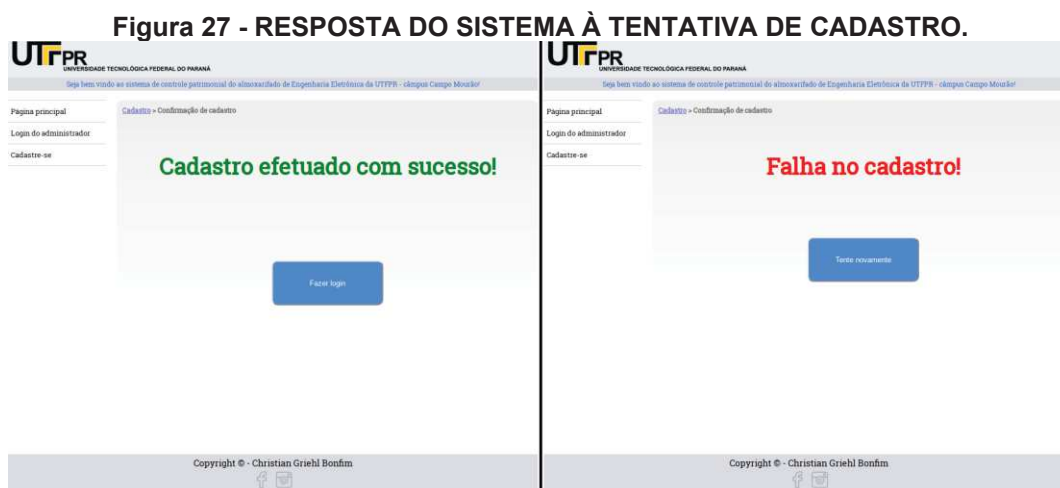
A página de cadastro tem a seguinte aparência:

Figura 26 - PÁGINA DE CADASTRO DE USUÁRIOS.

Copyright © - Christian Griebel Bonfim

Fonte: Autoria própria.

Caso o cadastro seja um sucesso ou tenha falhado, as seguintes mensagens podem aparecer na tela:



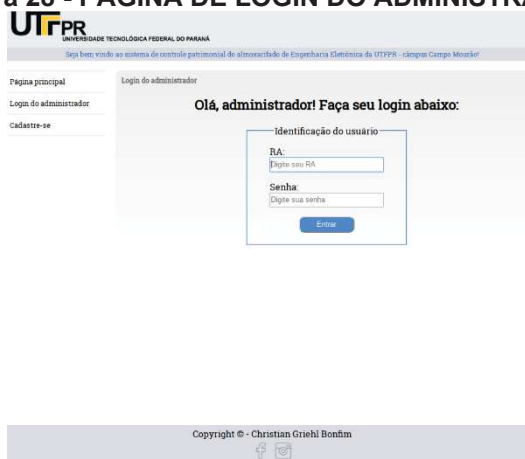
Fonte: Autoria própria.

Para uso futuro, além do administrador, foi cadastrado um usuário com nome “João” e RA “123456789”.

5.3 Login do administrador

É a área de *login* do administrador, utilizada para o acesso à área do administrador, e tem a seguinte aparência:

Figura 28 - PÁGINA DE LOGIN DO ADMINISTRADOR.

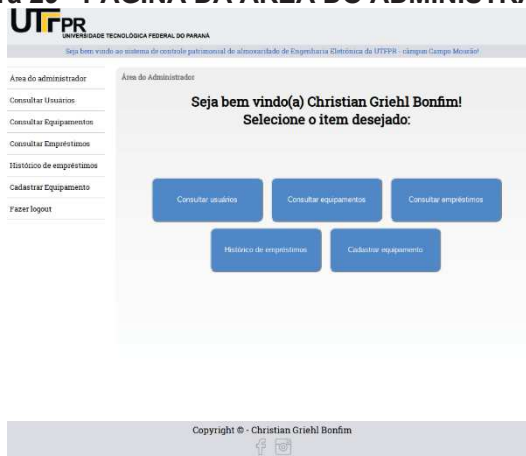


Fonte: Autoria própria.

5.3.1 Área do administrador

Caso o usuário tenha prioridade “3”, ao acessar a área do administrador, se deparará com a seguinte página:

Figura 29 - PÁGINA DA ÁREA DO ADMINISTRADOR.

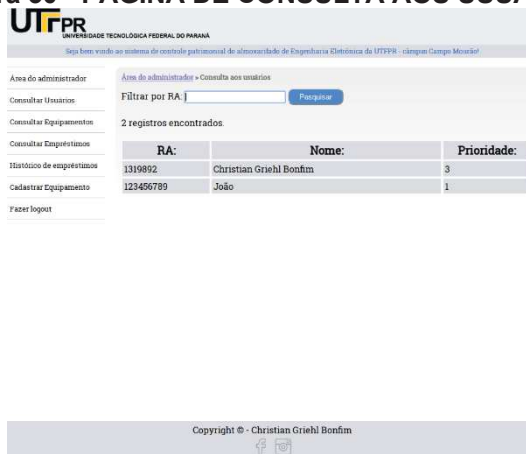


Fonte: Autoria própria.

5.3.1.1 Consultar usuários

Caso o administrador selecione “Consultar Usuários”, será apresentado:

Figura 30 - PÁGINA DE CONSULTA AOS USUÁRIOS.



Fonte: Autoria própria.

É possível observar o cadastro feito recentemente no nome de “João” e RA “123456789” com prioridade “1”, e o administrador com prioridade “3”.

5.3.1.2 Consultar equipamentos

Aqui todos os equipamentos devem aparecer, tanto os disponíveis quanto os indisponíveis.

Figura 31 - PÁGINA DE CONSULTA AOS EQUIPAMENTOS.

Patrimônio:	Descrição:	Situação:
50059005	Fonte de bancada	Disponível
20022002	Fonte de bancada	Disponível
80088008	FPGA	Disponível
30033003	Gerador de função	Disponível
60066006	Multímetro	Disponível
10011001	Multímetro	Disponível
70077007	Osciloscópio	Indisponível
40044004	Protoboard	Disponível
10101010	Protoboard	Disponível
90099009	Raspberry	Disponível

Fonte: Autoria própria.

Nota-se que o Osciloscópio com patrimônio “70077007” está indisponível, pois foi emprestado anteriormente.

5.3.1.3 Consultar empréstimos

Caso seja selecionado este item, aparecerão todos os empréstimos realizados, de todos os usuários. No caso, há apenas o osciloscópio citado anteriormente.

Figura 32 - PÁGINA DE CONSULTA AOS EMPRÉSTIMOS.

Patrimônio:	RA do usuário:	Localização:
70077007	Osciloscópio319892 Christian Griebel Bonfim	B001

Fonte: Autoria própria.

Nesta página são mostrados o número de patrimônio do equipamento, o RA do usuário que emprestou e a localização onde o equipamento está sendo utilizado. Porém as vezes é interessante saber qual o nome do equipamento, e não somente o seu patrimônio. Desta forma, ao passar o mouse por cima do patrimônio, aparecerá uma caixa com o nome do equipamento, e o mesmo foi feito para o usuário, para que o administrador não fique limitado apenas a saber o número de seu RA.

5.3.1.4 Histórico de equipamentos

É onde são exibidos todos os empréstimos já realizados, desta forma é possível analisar todos os usuários que já emprestaram determinado equipamento, por exemplo. Porém, como só há um empréstimo feito, a seguinte página foi apresentada:

Figura 33 - PÁGINA DO HISTÓRICO DE EMPRÉSTIMOS.

UTPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Seja bem vindo ao sistema de controle patrimonial do alvará de Equipamentos Eletrônicos da UTPR - Câmpus Campo Mourão!

Área do administrador » Histórico de empréstimos

Consultar Usuários

Consultar Equipamentos

Consultar Empréstimos

Histórico de empréstimos

Cadastrar Equipamento

Fazer login

Filtrar:

1 empréstimos encontrados.

Patrimônio:	Usuário:	Data:
70077007	@scioscope@Christian Griebel Bonfim	2019-11-09 19:50:03

Copyright © - Christian Griebel Bonfim

Fonte: Autoria própria.

Ao passar o mouse por cima do número de patrimônio, assim como na página anterior, será mostrada a descrição deste equipamento dentro de uma caixa de texto.

5.3.1.5 Cadastrar equipamento

A página tem a seguinte aparência:

Figura 34 - PÁGINA DE CADASTRO DE EQUIPAMENTOS.

UTPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Seja bem vindo ao sistema de controle patrimonial do almoxarifado de Engenharia Eletrônica da UTPPR - campus Campo Mourão!

Área do administrador » Cadastro de Equipamentos

Preencha as informações do equipamento

Descrição: 0/50 caracteres

Número de patrimônio: 0/15 números

Passo a TAG do equipamento pela antena RFID e pressione "Cadastrar!"

Cadastrar

Copyright © - Christian Griebel Bonfim

Fonte: Autoria própria.

Para demonstrar o funcionamento da página, foi cadastrado um novo equipamento com nome de “Teste de cadastro” e com número de patrimônio “12345678”.

Ao acessar novamente a “Consulta aos Equipamentos” é possível observar, na última linha, que o equipamento foi cadastrado com sucesso, e sua situação inicial é “Disponível”.

Figura 35 - EXEMPLIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DO CADASTRO DE EQUIPAMENTOS.

UTPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Seja bem vindo ao sistema de controle patrimonial do almoxarifado de Engenharia Eletrônica da UTPPR - campus Campo Mourão!

Área do administrador » Consulta aos equipamentos

Filtrar: Pesquisar

11 equipamentos encontrados.

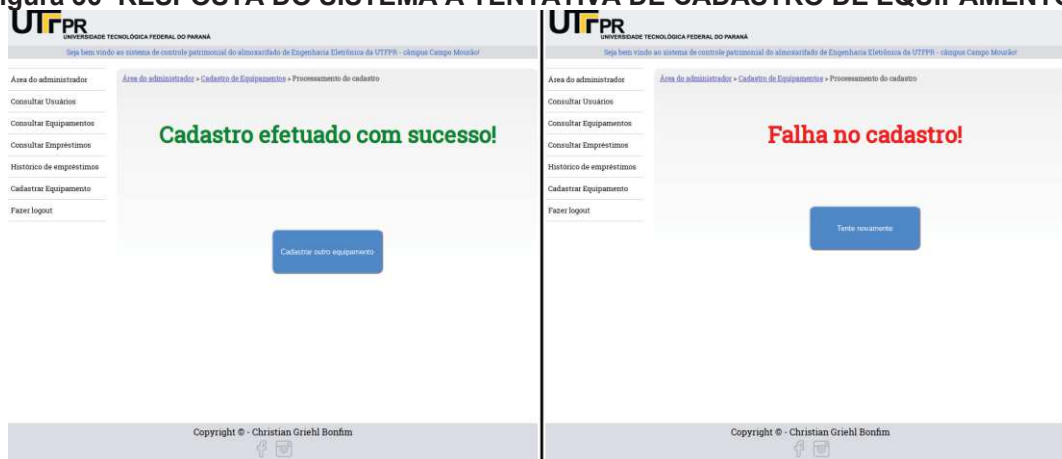
Patrimônio:	Descrição:	Situação:
20022002	Fonte de bancada	Disponível
50069005	Fonte de bancada	Disponível
80068008	FPGA	Disponível
30033003	Gerador de função	Disponível
10011001	Multímetro	Disponível
60066006	Multímetro	Disponível
70077007	Osciloscópio	Indisponível
40044004	Protoboard	Disponível
10101010	Protoboard	Disponível
90099009	Raspberry	Disponível
12345678	Teste de cadastro	Disponível

Copyright © - Christian Griebel Bonfim

Fonte: Autoria própria.

Caso o cadastro seja um sucesso ou falhe, poderão aparecer as seguintes mensagens:

Figura 36 -RESPOSTA DO SISTEMA À TENTATIVA DE CADASTRO DE EQUIPAMENTOS.



Fonte: Autoria própria.

6 CONCLUSÃO

É possível concluir que o principal objetivo do trabalho foi alcançado, que é a capacidade de controlar e monitorar os empréstimos dos equipamentos do almoxarifado. Apesar de necessitar de algumas melhorias, o sistema é completamente funcional e pode ser utilizado para a finalidade que foi criado.

A intenção do projeto era poder passar os equipamentos à distância, porém o alto custo do dispositivo de leitura e da antena inviabilizaram o projeto para este caso. Porém, caso seja necessária a adaptação para leitura em distâncias mais longas, seria necessário somente a alteração das etiquetas e do leitor RFID, pois a interface WEB já está pronta.

Há a possibilidade de alteração somente do leitor, pois segundo várias referências, a distância de leitura das *tags* que operam em 13,56 MHz podem ser lidas à distâncias de até 3 metros, sendo assim seria somente necessário um leitor de maior potência.

A criação da interface WEB foi a etapa mais demorada do projeto devido a serem necessárias várias páginas que realizam várias funções diferentes, porém o resultado ficou excelente, sendo de simples utilização e satisfazendo todas as funções propostas.

O programa de comunicação entre o leitor “RFID-RC522” e o *Raspberry Pi* utilizado foi obtido quase que pronto para a utilização, pois a biblioteca “MFRC522-python” que foi utilizada já possuía um programa em *python* que realizava as leituras. Foi necessária somente algumas pequenas alterações para que o programa salvasse os dados da *tag* no banco de dados “rfid”, mais especificamente na tabela “codigos”.

O resultado final do trabalho certamente poderia ser aplicado no almoxarifado, não só no de Engenharia Eletrônica, mas em qualquer local que se deseje monitorar patrimônios que podem ser emprestados.

7 TRABALHOS FUTUROS

- Apresentar na tela, em tempo real, os equipamentos relacionados às *tags* passadas pelo leitor.
- Possibilitar empréstimos e devoluções de vários equipamentos simultaneamente.
- Alterar o leitor e etiquetas para que as leituras sejam feitas a distâncias mais longas.
- Permitir que o usuário altere a sua senha.
- Possibilitar um maior controle por parte do administrador sobre os dados, como: alterar prioridade de usuário; alterar RA de usuário; excluir usuário; bloquear empréstimos de um usuário; alterar o limite de empréstimos.
- Retirar a aba de cadastros de usuários, e utilizar o banco de dados de alunos da UTFPR.

REFERÊNCIAS

BANKS, J. et al. **RFID APPLIED**. 1. ed. Hoboken: Wiley & Sons, 2007.

BHUPTANI, M.; MORADPOUR, S. **RFID: Implementando o Sistema de Identificação por Radiofrequência**. 1. ed. São Paulo: IMAM, 2005.

DALFOVO, O.; HOSTINS, C. A. Delineamento para aplicação do RFID na logística de supermercado como inteligência competitiva: supermercado Hostins. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, PR, v.4, n.1, p.23-48, Sem I 2010. Disponível em: <<http://rica.unibes.com.br/index.php/rica/article/view/379/333>>. Acesso em: 11 maio 2018.

DATE, C. J. **An introduction to Database Systems**. 8. ed. London: Pearson, 2003.

DEV MEDIA. **Como funcionam as aplicações web**. 2012. Disponível em <<https://www.devmedia.com.br/como-funcionam-as-aplicacoes-web/25888>>. Acesso em: 04 nov. 2019.

EIS, D.; FERREIRA, E. **HTML5 e CSS3 com farinha e pimenta**. Joinville: Clube de Autores, 2012.

HANSEN, W; GILLERT, F. **RFID for the Optimization of the Business Processes**. Hoboken: John Wiley & Sons Ltd, 2008.

HUNT, V. D.; PUGLIA, A.; PUGLIA, M. **RFID: A GUIDE TO RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION**. 1. ed. Hoboken: Wiley-Interscience, 2007.

JONES, E. C.; CHUNG, C. A. **RFID in LOGISTICS: A Practical Introduction**. 1. ed. [S.I.]: CRC Press, 2007.

OLIVEIRA, A. S.; PEREIRA, M. F. **Estudo da tecnologia de identificação por radiofrequência – RFID**. 2006. 94 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Elétrica)-Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: <<http://bdm.unb.br/handle/10483/829>>. Acesso em: 31 maio 2018.

PHP. **O que é PHP?**. 20???. Disponível em: <https://www.php.net/manual/pt_BR/intro-what-is.php>. Acesso em: 04 nov. 2019.

PRATA, P. I. **Sistemas de Localização para Ambientes Interiores baseados em RFID**. 2008. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica e Telecomunicações)-Universidade de Aveiro – UA, Aveiro, 2008. Disponível em: <<http://ria.ua.pt/handle/10773/1906>>. Acesso em: 28 maio 2018.

RASPBERRY PI. **FAQs**. 201??. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/documentation/faqs/#introduction>>. Acesso em: 03 de nov. de 2019.

REI, J. **RFID Versus Código de Barras, da Produção à Grande Distribuição**. 2010. 118 f. Dissertação (Mestrado integrado em Engenharia Eletrotécnica e de computadores)-Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP, Porto,

Portugal, 2010. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58411/1/000147425.pdf>>. Acesso em: 4 maio 2018.

REYES, P. M. **RFID in the Supply Chain**. 1. ed. New York: McGraw-Hill Professional, 2011.

SANTOS, F.; BERTOLETTI, R. **SISTEMA RFID PARA CONTROLE DE PATRIMÔNIO**. 2014. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Automação Industrial)-Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Paraná, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4128>>. Acesso em: 19 maio 2018.

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUNDARSHAN, S. **DATABASE SYSTEM CONCEPTS**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2005.

SPARKFAN. **Serial Peripheral Interface(SPI)**. 201?. Disponível em: <<https://learn.sparkfun.com/tutorials/serial-peripheral-interface-spi>>. Acesso em: 03 nov de 2019.

VIDA DE SILICIO. **MODULO RFID RC522 MIFARE COM ARDUINO**. 2017. Disponível em: < <https://portal.vidadesilicio.com.br/modulo-rfid-rc522-mifare/>>. Acesso em: 07 nov. 2019.