

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

GUILHERME MASSAO SUETOMI

**CONTROLE DE LOCALIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS  
HOSPITALARES DENTRO DE UM CENTRO CIRÚRGICO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2018

GUILHERME MASSAO SUETOMI

**CONTROLE DE LOCALIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS  
HOSPITALARES DENTRO DE UM CENTRO CIRÚRGICO**

Projeto de pesquisa apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCCII) do curso de Engenharia Eletrônica, do Departamento Acadêmico de Eletrônica (DAELN) do Campus Campo Mourão, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Eletrônica.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Regis Monteiro  
Co-orientador: Prof. Me. Lucas Ricken Garcia

CAMPO MOURÃO

2018

---

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO INTITULADO**

Controle de Localização de Equipamentos Hospitalares dentro de um  
Centro Cirúrgico

por

Guilherme Massao Suetomi

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no dia 20 de Novembro de 2018 ao Curso Superior de Engenharia Eletrônica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão. O Candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon  
(UTFPR)

---

Prof. Dra. Jucélia Kuchla Vieira Gealh  
(UTFPR)

---

Prof. Dr. André Luiz Regis Monteiro  
(UTFPR)  
Orientador

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na  
Coordenação do Curso

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço minha família, por sempre estar do meu lado e acreditar em mim. Em especial, agradeço aos meus pais Geni Suetomi e Edilson Suetomi por sempre me apoiarem e me darem forças para superar os desafios no caminho. Graças à eles, sempre tive tudo que precisei em minha vida e pude me tornar o que sou hoje. Sou eternamente grato a eles.

Agradeço à minha namorada, Bruna Faria, pelas palavras de incentivo, por sempre estar ao meu lado me apoiando e por ser uma pessoa maravilhosa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. André Monteiro, por orientar o desenvolvimento do trabalho de forma que o mesmo fosse executado da melhor maneira possível.

Ao meu co-orientador, Prof. Me. Lucas Ricken, por orientar a parte técnica do projeto e pelo auxílio no desenvolvimento do sistema.

Aos professores do departamento de Engenharia Eletrônica pelo conhecimento transmitido durante a graduação.

Aos meus amigos que estiveram do meu lado durante a graduação pelas risadas e pela união para evitar as reprovações, em especial meus amigos Anderson Higino, Igor Ransolin, Jose Garcia, Larissa Leite.

Ao Bruno Biazin por ter me ajudado no desenvolvimento da Interface WEB.

Por fim, agradeço a todos aqueles que estiveram presentes durante minha graduação.

## RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema RFID para monitoramento de equipamentos hospitalares, em relação a sua localização, dentro de um centro cirúrgico. A ideia surgiu da necessidade de um controle eficaz de ativos dentro de um ambiente cirúrgico, tendo em vista que este é um local de estresse constante e qualquer falha de comunicação pode levar a desorganização do mesmo. O desenvolvimento do trabalho consistiu em duas etapas, sendo a primeira delas o estudo das tecnologias e componentes de um sistema RFID. A segunda etapa foi a integração dos componentes, as etiquetas e leitor RFID, a *Raspberry Pi*, o banco de dados e uma interface sistema-usuário. Para tal, o *hardware* foi configurado, foi criado um banco de dados, um programa em C foi desenvolvido e uma interface WEB foi construída utilizando HTML, PHP e *Javascript*. Os resultados deste trabalho apresentam a funcionalidade do sistema.

**Palavras-Chave:** Sistema RFID, Monitoramento de Ativos, *Raspberry Pi*, Banco de Dados MYSQL.

## **ABSTRACT**

This paper presents the development of a RFID system to monitor the location of hospital equipment inside a surgery center. The idea came up of the need to have an efficient control over assets inside a surgery environment, as it is a constant stress place and any failure in communication can lead to a disorganization of it. The development of this paper consisted in two steps, being the first one the study of the technologies and components in a RFID system. The second one was the integration of all components, the tags, the RFID reader, the Raspberry Pi, the database, and a system-user interface. For this end, the hardware was configured, a database was created, a C program was developed, and the WEB interface was built using HTML, PHP and Javascript. The results of this paper present the functionality of the system.

**Key-words** RFID System, Asset Monitoring, Raspberry Pi, MYSQL Database.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do sistema proposto. ....	17
Figura 2 - Diagrama de um Sistema RFID .....	21
Figura 3 - Exemplos de Etiquetas RFID. ....	22
Figura 4 - Leitor RFID Explore-NFC-WW. ....	23
Figura 5 - Relação, Tuplas e Atributos .....	31
Figura 6 - Exemplo de tabelas no sistema relacional. ....	32
Figura 7 - Exemplo dos operadores seleção, projeção e junção. ....	33
Figura 8 - Conexão Mestre-Escravo SPI .....	34
Figura 9 - Exemplo de Transmissão SPI. ....	35
Figura 10 - Exemplo de Etiquetas HTML. ....	36
Figura 11 - Tela de Configuração de Periféricos .....	38
Figura 12 - Tabelas existentes no banco de dados. ....	39
Figura 13 - Estrutura da tabela Equipamentos. ....	40
Figura 14 - Estrutura das colunas da tabela Locate. ....	40
Figura 15 - Fluxograma do Programa. ....	41
Figura 16 - Código que faz requisição e formatação de data e hora. ....	43
Figura 17 - Código de inserção de informações no banco de dados. ....	44
Figura 18 - Código de acesso ao bando de dados. ....	45
Figura 19 - Código HTML da tabela. ....	46
Figura 20 - Código do formulário de cadastro. ....	46
Figura 21 - Código de inserção de novos dados ao banco. ....	47
Figura 22 - Código de exclusão de equipamentos. ....	48
Figura 23 - Código HTML da estrutura da tabela Locate. ....	48
Figura 24 - Página Registro de Equipamentos. ....	49
Figura 25 - Elementos da página Registro de Equipamentos. ....	50
Figura 26 - Exemplo do filtro de busca. ....	51
Figura 27 - Página Cadastro de Equipamentos. ....	51
Figura 28 - Elementos da página Cadastro de Equipamentos. ....	52
Figura 29 - Tela de inserção executada. ....	52
Figura 30 - Tela de inserção não executada. ....	53
Figura 31 - Página Lista de Equipamentos. ....	53
Figura 32 - Elementos da página Lista de Equipamentos. ....	54

Figura 33 - Edição de equipamentos.....	54
Figura 34 - Tela de exclusão de equipamento. ....	55
Figura 35 - Página Logs. ....	55



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequências de Operação de um Sistema RFID.....	25
Tabela 2 - Consumo do Raspberry Pi 3 Model B em certas situações. ....	28

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

RFID	Radio Frequency Identification
HomeTrack	Hospital Medicine Tracking System
MYSQL	My Structured Query Language
SPI	Serial Peripheral Interface
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory
ID	Identification
ISO	International Organization for Standardization
EPC	Electronic Product Code
IEC	International Electrotechnical Commission
SOC	System on a Chip
USB	Universal Serial Bus
HDMI	High Definition Multimedia Interface
SD	Secure Digital Card
CSI	Camera Serial Interface
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter
I2C	Inter Integrated Circuit
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
IBM	International Business Machines
ANSI	American National Standards Institute
MOSI	Master Output Slave Input
MISO	Master Input Slave Output
CLK	Clock
CS	Chip Select
SS	Slave Select
HTML	Hypertext Markup Language
PHP	Hypertext Preprocessor
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
JS	Javascript

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1 TEMA	13
1.1.1 Delimitação do Tema	14
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 PROBLEMAS E PREMISSAS	15
1.4 JUSTIFICATIVA	16
1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	16
1.5.1 <i>Tags</i> RFID	17
1.5.2 <i>Hardware</i>	17
1.5.3 <i>Middleware</i>	18
1.5.4 <i>Software</i> /Aplicativo	18
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	19
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>20</b>
2.1 RFID	20
2.1.1 O Sistema RFID	20
2.1.1.1 Etiquetas RFID	22
2.1.1.2 Antena de detecção	23
2.1.1.3 Transceptor	23
2.1.1.4 Sistema Computacional	24
2.1.2 Frequência de Operação	24
2.1.3 Padronização de sistemas RFID	25
2.1.3.1 ISO/IEC 18000-1:2008	25
2.1.3.2 ISO/IEC 18000-3:2010	26
2.1.3.3 ISO/IEC 15961-1:2013	26
2.1.3.4 ISO/IEC 15962:2013	26
2.1.3.5 ISO/IEC 15963:2009	27
2.2 <i>RASPBERRY PI</i>	27
2.2.1 <i>Hardware</i>	27
2.2.2 <i>Software</i>	28
2.2.3 Características Elétricas	28
2.3 MYSQL	29
2.3.1 Banco de Dados	29
2.3.1.1 Dados	29
2.3.1.2 <i>Hardware</i>	30
2.3.1.3 <i>Software</i>	30
2.3.1.4 Usuários	30
2.3.2 Sistemas Relacionais	31
2.3.2.1 Aspecto Estrutural	31
2.3.2.2 Aspecto de Integridade de Dados	31
2.3.2.3 Aspecto Manipulativo	32
2.3.3 SQL	33
2.3.3.1 SQL Embarcado	34
2.4 COMUNICAÇÃO SPI	34
2.5 SERVIDOR WEB	35
2.6 HTML	36
2.7 PHP	36

2.8 JAVASCRIPT .....	37
2.9 BOOTSTRAP .....	37
2.10 INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA .....	37
<b>3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO .....</b>	<b>38</b>
3.1 RASPBERRY PI .....	38
3.2 BANCO DE DADOS .....	39
3.2.1 Equipamentos .....	39
3.2.2 Locate .....	40
3.3 PROGRAMA DE LEITURA DE TAG E ESCRITA NO BANCO DE DADOS .....	41
3.3.1 Leitura da etiqueta RFID .....	42
3.3.2 Data e Hora .....	42
3.3.3 Fluxo .....	43
3.3.4 Escrita das informações no banco de dados .....	44
3.4 INTERFACE WEB .....	44
3.4.1 Registro de Equipamentos .....	45
3.4.2 Cadastro de Equipamentos .....	46
3.4.3 Lista de Equipamentos .....	47
3.4.4 Logs .....	48
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>49</b>
4.1 REGISTRO DE EQUIPAMENTOS .....	49
4.2 CADASTRO DE EQUIPAMENTOS .....	51
4.3 LISTA DE EQUIPAMENTOS .....	53
4.4 LOGS .....	55
<b>5 COMENTÁRIOS .....</b>	<b>56</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>58</b>
<b>7 TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>59</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nesta seção, são apresentados o tema e suas delimitações, os objetivos do trabalho, os problemas e premissas, os procedimentos metodológicos e a estrutura do trabalho.

### 1.1 TEMA

Grandes hospitais realizam inúmeras cirurgias todos os dias. Para cada uma delas, vários instrumentos e equipamentos são necessários, em alguns casos este número pode passar de 100. Tendo em vista que ser eficiente é extremamente importante neste ambiente, os hospitais devem sistematizar seus processos. Ao implementar o sistema baseado em *Radio Frequency Identification* (RFID), no Hospital Universitário de Shimane para auxiliar na preparação de operações, o hospital que realiza em torno de 5500 operações por ano, conseguiu reduzir aproximadamente pela metade o tempo necessário que os funcionários levavam para preparar os equipamentos para uma cirurgia (HANADA, HAYASHI e OHIRA, 2015).

Segundo Sopensky (2015), um dos problemas recorrentes nos hospitais é a localização de seus equipamentos, o que pode desperdiçar tempo e esforço dos funcionários. Para localizar equipamentos rapidamente, o hospital deve ter um sistema de localização preciso sobre seu inventário. A utilização da tecnologia RFID possibilita que soluções sem fio sejam utilizadas em hospitais, nas salas de cirurgia, departamento de emergência, unidades de cuidado intensivo e até mesmo em ambulâncias com o objetivo de localizar rapidamente um equipamento.

A implementação de um sistema eficaz dentro de um hospital não se prende apenas a otimizar o tempo, mas também é utilizado para reduzir o erro humano e consequentemente evitar erros fatais. Uma falha de comunicação entre médicos e enfermeiros pode levar a um erro de medicação, por exemplo, o que pode ser fatal ao paciente. Para solucionar o problema descrito, foi proposto a implementação de um sistema RFID chamado de *Hospital Medicine Tracking System* (HomeTrack), que contém informações sobre o paciente e sobre a medicação. O paciente só recebe

autorização para tomar o remédio assim que o sistema confirmar que a identificação de ambos está correta (KURNIANINGSIH, ANIF, *et al.*, 2016).

A tecnologia RFID também permite sistematizar a localização dos pacientes nos hospitais, que segundo Pérez *et al.* (2016) é uma das principais preocupações no sistema de saúde. Ao saber a localização exata do paciente, é possível verificar o tempo de espera, atenção médica, exames e cirurgias, providenciando ao acompanhante informações sobre o estado do paciente em tempo real. Com estes dados pode-se fazer uma análise para verificar onde existem problemas e desta forma tornar o processo mais eficiente.

Neste contexto, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema RFID para o monitoramento de equipamentos de um centro cirúrgico de um hospital. O sistema informa ao usuário o registro da movimentação do equipamento, sua entrada e saída das salas, além da data e hora destes eventos, possibilitando que o mesmo seja rapidamente localizado.

### 1.1.1 Delimitação do Tema

Neste trabalho, foi desenvolvido um sistema de monitoramento de equipamentos de um centro cirúrgico através da tecnologia RFID. Este sistema irá registrar as movimentações dos equipamentos a serem monitorados e informar ao usuário a data e horário na qual estas movimentações foram feitas.

Através de uma simulação, 6 equipamentos e 2 salas foram monitoradas. O acesso as informações referentes aos equipamentos são feitas através de uma interface *World Wide Web* (WEB).

## 1.2 OBJETIVOS

Nesta seção serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Realizar o monitoramento de equipamentos hospitalares utilizados em centros cirúrgicos através da leitura de etiquetas RFID e deixar disponível ao usuário, as informações de data, hora, local e fluxo das leituras registradas sobre o equipamento.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar sobre a interferência eletromagnética do sistema RFID em equipamentos hospitalares;
- Integrar leitor RFID com a *Raspberry Pi*;
- Estabelecer a comunicação entre a *RaspberryPi* com o banco de dados;
- Identificar o equipamento associado a cada etiqueta detectada pelo leitor RFID;
- Desenvolver um banco de dados utilizando o MYSQL para controle e armazenamento dos dados obtidos através da leitura da etiqueta;
- Habilitar o acesso a informação pelo usuário sobre cada equipamento cadastrado no sistema;
- Criar uma interface web sistema-usuário de fácil uso e compreensão;
- Fornecer método de cadastro e exclusão dos equipamentos a serem monitorados.

## 1.3 PROBLEMAS E PREMISSAS

A falta de controle sobre a localização dos equipamentos hospitalares dentro de um centro cirúrgico pode causar atrasos em operações, esquecimento de equipamentos nas salas, desperdício de tempo localizando equipamentos e também pode levar a desorganização do ambiente. Para evitar que tais problemas ocorram,

este trabalho propõe a implementação de um sistema RFID para realizar o controle de localização dos equipamentos de forma eficiente, permitindo ao usuário um maior controle sobre seus ativos.

#### 1.4 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista que o centro cirúrgico de um hospital é um lugar de tensão e estresse constante, a mínima falta de comunicação ou atenção pode resultar em falhas na organização do ambiente, como a dificuldade para localizar equipamentos.

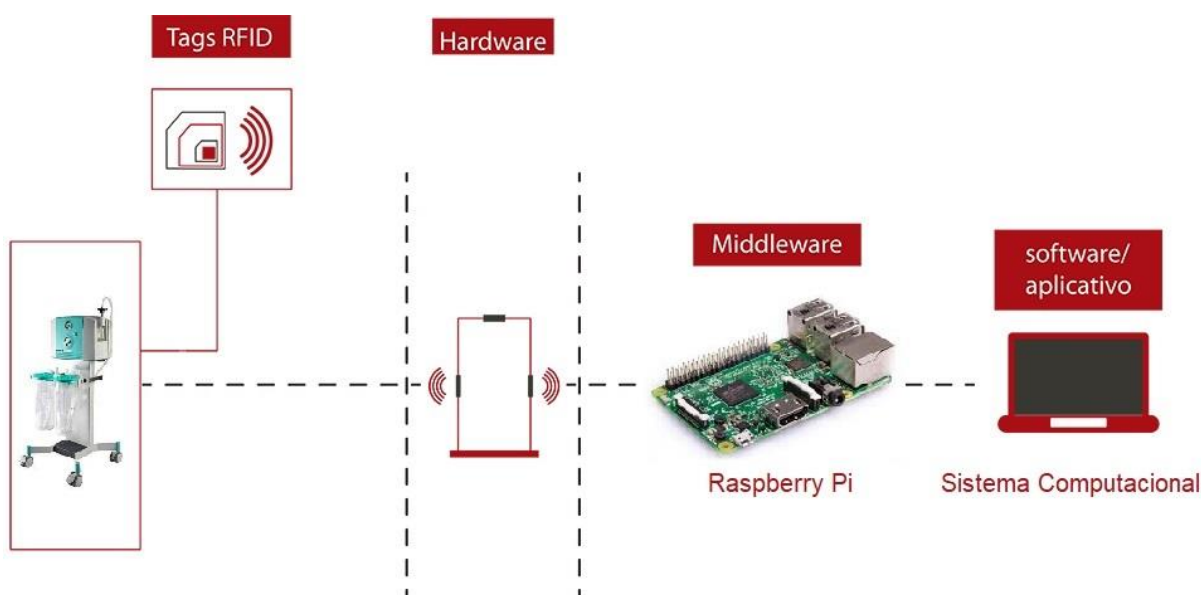
Através do uso da tecnologia RFID pode-se identificar cada equipamento individualmente assim que ele entra ou sai de alguma sala. Desta forma, o sistema fornece ao usuário as informações necessárias para localizar qualquer equipamento que esteja sendo monitorado, possibilitando uma melhor organização do ambiente e conseqüentemente adicionando mais agilidade no processo.

#### 1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O sistema foi desenvolvido de acordo com a Figura 1, que contém todas as etapas necessárias para a identificação e localização dos equipamentos monitorados, como a associação da etiqueta RFID ao equipamento, a leitura da etiqueta através do leitor RFID, o registro das informações pelo *Raspberry Pi* no banco de dados MYSQL e o acesso dos dados pelo usuário através de uma interface WEB. Cada etapa será detalhada a seguir.



**Figura 1 - Estrutura do sistema proposto.**



Fonte: Adaptado de Logos (2017).

### 1.5.1 Tags RFID

Cada equipamento monitorado irá possuir uma etiqueta RFID posicionado em si. A posição da etiqueta ficará a critério do usuário responsável pelo monitoramento. Todo equipamento monitorado terá apenas uma única etiqueta associada.

### 1.5.2 Hardware

O leitor escolhido para o início do desenvolvimento do sistema foi o Explore-NFC-WW. Esta escolha foi feita devido ao laboratório de sistemas embarcados da UTFPR - Campus Campo Mourão ter o leitor disponível e pelo mesmo possuir um preço acessível.

Cada sala monitorada irá possuir um leitor presente em sua porta, desta forma, ao adentrar alguma sala, o equipamento obrigatoriamente terá passado pelo leitor,

que por sua vez irá detectar a presença de uma etiqueta RFID e irá transmitir este dado através do protocolo SPI para o *Middleware*, neste caso, para o *Raspberry Pi*.

### 1.5.3 *Middleware*

Nesta etapa o *Raspberry Pi* recebe os dados transmitidos pelo leitor e através do ID da *tag*, o equipamento é identificado. Após identificar o equipamento, a sala na qual o equipamento foi detectado, a data, hora e fluxo (entrada ou saída) deste evento são gravados num banco de dados. Para realizar tais funções, o *Raspberry Pi* deverá estar conectado na rede local. O software responsável por esta etapa será um programa em linguagem C.

### 1.5.4 *Software/Aplicativo*

Esta etapa consiste na comunicação entre sistema e usuário. Uma interface WEB foi desenvolvida para realizar o acesso às informações contidas no banco de dados e as retornar ao usuário. Ao acessar a interface, o sistema mostra ao usuário uma lista contendo informações das movimentações dos equipamentos. Esta lista pode ser filtrada para que o usuário visualize apenas informações as quais são necessárias no momento.

Além do acesso às informações, a interface também é responsável por gerenciar os equipamentos cadastrados no sistema. O usuário pode adicionar novos equipamentos e remover equipamentos existentes.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica de todos os componentes e tecnologia utilizados.

O Capítulo 3 contém todos os detalhes do desenvolvimento do trabalho.

O Capítulo 4 mostra os resultados do desenvolvimento, desde a leitura da etiqueta RFID até a apresentação dos dados na interface WEB.

O Capítulo 5 apresenta os comentários em relação as dificuldades encontradas e a interferência magnética.

O Capítulo 6 conclui o trabalho apresentando uma breve discussão sobre os resultados obtidos.

O Capítulo 7 apresenta sugestões de possíveis trabalhos futuros identificados durante o desenvolvimento.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

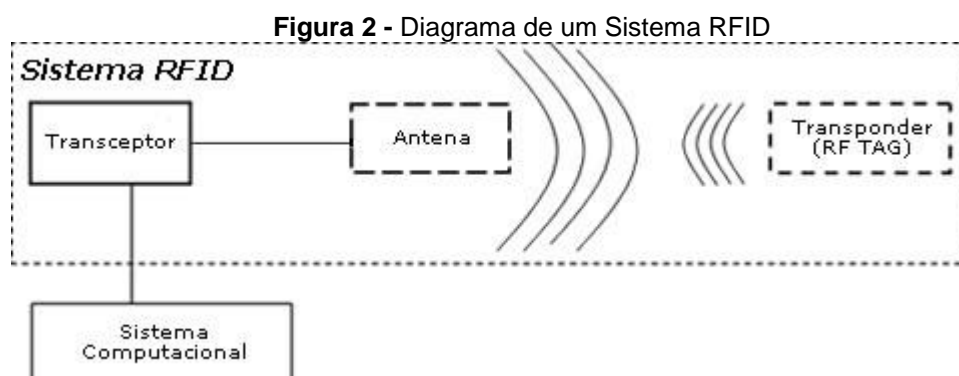
Nesta seção são apresentados todos os conceitos fundamentais relacionados a tecnologia RFID, ao *Raspberry Pi*, ao MSQL, a comunicação *Serial Peripheral Interface* (SPI), ao servidor WEB, ao *Hypertext Markup Language* (HTML), ao *HyperText Preprocessor* (PHP), ao *Javascript* (JS), ao *Bootstrap* e a interferência eletromagnética.

### 2.1 RFID

A tecnologia RFID vem ganhando espaço no mercado recentemente. Sua principal desvantagem é o custo, e para competir com outras tecnologias já presentes no mercado, como o código de barras por exemplo, deve-se prover um valor agregado suficiente para que se possa recuperar o custo de outra forma. O sistema RFID consegue identificar a distância e diferenciar várias etiquetas num mesmo local sem operação humana. Por este motivo, grandes organizações como a *Wal-Mart*, *Tesco* e o Departamento de Defesa dos Estados Unidos se tornaram pioneiras na adoção desta tecnologia em larga escala com o objetivo de reduzir o custo de suas operações (WANT, 2006).

#### 2.1.1 O Sistema RFID

O sistema RFID é composto por um transceptor, uma antena ou bobina de detecção, um *transponder*, e por um sistema computacional, conforme mostra a Figura 2. O transceptor pode ser chamado de leitor, e o transponder pode ser chamado de etiqueta RFID, ou *tag* (MARTINS, 2005).



Fonte: Martins (2005)

Segundo Want (2006), a leitura de uma etiqueta pode funcionar de duas formas: indução magnética e radiação eletromagnética. Ambas as formas exploram as propriedades eletromagnéticas associadas com uma antena de radiofrequência e podem transferir energia suficiente para uma etiqueta executar sua operação.

Na indução magnética, O leitor é responsável por gerar um campo magnético por meio da bobina de detecção. Caso uma etiqueta esteja ao alcance deste campo, uma tensão alternada irá aparecer em sua bobina (WANT, 2006).

A radiação eletromagnética é propagada por uma antena dipolo que está conectada ao leitor. Uma antena dipolo presente na etiqueta recebe esta propagação como uma diferença de potencial alternado (WANT, 2006).

Em ambas as formas, a tensão que é induzida na etiqueta é retificada e acoplada a um capacitor, gerando um reservatório de cargas suficiente para alimentar o chip da etiqueta. Quando alimentada, a etiqueta transmite os dados para o leitor, que faz o processamento destes dados. Após a transmissão e o processamento dos dados, é possível, através do sistema computacional, identificar cada etiqueta individualmente (WANT, 2006).

### 2.1.1.1 Etiquetas RFID

De acordo com Want (2006), as etiquetas podem ser divididas em dois grupos, ativo e passivo. Etiquetas ativas precisam de uma fonte de energia própria, geralmente estão conectadas numa estrutura energizada ou usam baterias internas. Já as etiquetas passivas não possuem fonte de energia própria, porém, para serem detectadas precisam estar ao alcance do leitor. Nesta seção, apenas as etiquetas passivas serão abordadas.

As etiquetas RFID são compostas por um microchip e uma pequena antena/bobina que pode variar de tamanho e forma dependendo da aplicação (WANT, 2006).

O microchip é constituído por uma interface de radiofrequência, um capacitor de sintonização, um circuito de retificação, um circuito de modulação de dados, um controlador lógico de estados e pela memória de leitura programável eletricamente, conhecida como EEPROM (WANT, 2006).

Ao entrar no alcance do leitor, a etiqueta é energizada e então transmite a informação que está gravada em sua memória. Toda etiqueta possui um número serial único de identificação, que pode ser chamado de ID (VIERA, VIERA e VIERA, 2007).

**Figura 3 - Exemplos de Etiquetas RFID.**



Fonte: Amazon (2017).

### 2.1.1.2 Antena de detecção

A antena de detecção é parte importante do leitor e, dependendo da aplicação pode apresentar formas e tamanhos diferentes. Sua função no sistema é irradiar ondas eletromagnéticas, que por sua vez energizam a etiqueta que então transmite as informações contidas em sua memória (VIERA, VIERA e VIERA, 2007).

### 2.1.1.3 Transceptor

O transceptor é responsável por codificar e decodificar os dados presentes na memória das etiquetas (VIERA, VIERA e VIERA, 2007). Este dispositivo também faz a comunicação com o sistema computacional, transmitindo dados de diversas formas, sendo uma delas a SPI, que será abordada mais adiante. Um exemplo de transceptor é dado na Figura 4.

O transceptor é composto por um módulo de radiofrequência, transmissor e receptor, uma unidade processadora de sinais, uma antena de detecção e uma interface de comunicação para o sistema computacional (VIERA, VIERA e VIERA, 2007).

**Figura 4** - Leitor RFID Explore-NFC-WW.



Fonte: Element14 (2017).

#### 2.1.1.4 Sistema Computacional

No sistema computacional é onde os dados são utilizados em alguma aplicação, para identificar objetos, por exemplo, e passar esta informação ao usuário. Porém, antes dos dados chegarem ao sistema computacional, um componente chamado de *middleware*, faz o tratamento das informações vindas do leitor de forma que elas possam ser computadas (PEDROSO, ZWICKER e SOUZA, 2009). O *Raspberry Pi*, que será abordado na próxima seção, é um exemplo de *middleware*.

#### 2.1.2 Frequência de Operação

Segundo a *National Research Council* (2004), sistemas RFID podem ser classificados em três grupos de acordo com suas frequências de operação, sendo elas:

- Baixa Frequência: operam a 125 kHz com alcance de detecção máximo de 50,8 centímetros;
- Alta Frequência: operam a 13,56 MHz com alcance máximo de detecção de 1 metro;
- Frequência Ultra-Alta: operam em diversas frequências incluindo 868 MHz, 915 MHz e 2,45 GHz. O alcance de detecção pode variar entre 1 a 6 metros.

De forma complementar, Martins (2007), também classifica os sistemas RFID em três grupos de acordo com suas frequências de operação, conforme mostra a Tabela 1.



**Tabela 1** - Frequências de Operação de um Sistema RFID

<b>Banda de Frequência</b>	<b>Características</b>	<b>Aplicações Típicas</b>
Baixa: 100 kHz a 500 kHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faixa de curta até média leitura</li> <li>• Baixo custo</li> <li>• Baixa velocidade de leitura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle de acesso</li> <li>• Identificação animal</li> <li>• Controle de inventário</li> </ul>
Média: 10 MHz a 15 MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faixa de curta até média leitura</li> <li>• Média velocidade de leitura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle de acesso</li> <li>• <i>Smart cards</i></li> </ul>
Alta: 850 a 950 MHz e 2,4 a 5,8 GHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faixa larga de leitura</li> <li>• Alta velocidade de leitura</li> <li>• Alto custo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoramento de veículos em movimento em estradas</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Martins (2007).

### 2.1.3 Padronização de sistemas RFID

De acordo com Martins (2007), os maiores fabricantes de sistemas RFID produzem sistemas proprietários, o que leva a uma variedade de protocolos. Várias empresas e organizações estão trabalhando para padronizar estes protocolos, entre elas as mais conhecidas são a ISO e a EPC Global. A seguir, serão abordados os padrões ISO que se aplicam a este trabalho.

#### 2.1.3.1 ISO/IEC 18000-1:2008

A ISO/IEC 18000-1:2008, Tecnologia da Informação – RFID para gerenciamento de itens, define os conceitos da arquitetura genérica no qual a identificação de itens pode ser requerida na cadeia logística (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2008).

#### 2.1.3.2 ISO/IEC 18000-3:2010

A ISO/IEC 18000-3:2010, Tecnologia da Informação – RFID para gerenciamento de itens – Parâmetros para comunicações a 13,56 MHz, define três modos de operação para diferentes aplicações.

Esta norma também fornece a camada física, um sistema de gerenciamento de colisão e valores de protocolos para sistemas RFID operando a 13,56 MHz de acordo com os requisitos da ISO/IEC 18000-1 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2010).

#### 2.1.3.3 ISO/IEC 15961-1:2013

A ISO/IEC 15961-1:2013, Tecnologia da Informação – RFID para gerenciamento de itens: Protocolo de Dados – Interface de Aplicação, permite que dados e comandos sejam especificados de forma padrão. A norma também fornece especificações e definições de comandos e respostas de aplicação (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2013a).

#### 2.1.3.4 ISO/IEC 15962:2013

A ISO/IEC 15962:2013, Tecnologia da Informação – RFID para gerenciamento de itens: Protocolo de Dados – Regras de codificação de dados e funções lógicas de memória, define a sintaxe de codificação e processamento de dados (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2013b).

### 2.1.3.5 ISO/IEC 15963:2009

A ISO/IEC 15963:2009, Tecnologia da Informação – RFID para gerenciamento de itens – Identificação Única para Etiquetas RFID, descreve os sistemas numéricos disponíveis para a identificação de etiquetas RFID (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2009).

## 2.2 RASPBERRY PI

O *Raspberry Pi* é um computador do tamanho de um cartão de crédito que é amplamente utilizado em projetos eletrônicos, mas que também pode executar as mesmas funções que um computador comum como navegar na internet, criar planilhas, reproduzir vídeos, etc. Pelo seu tamanho e preço acessível, o *Raspberry Pi* se tornou uma escolha comum entre aplicações que necessitam mais do que um simples microcontrolador pode disponibilizar (RASPBERRY PI, 2017).

### 2.2.1 Hardware

O chip principal do *Raspberry Pi* é SOC, *System on a Chip*, ou seja, todos os componentes necessários para que o computador funcione, estão localizados em um único chip com o objetivo de reduzir o tamanho e o consumo (RASPBERRY PI, 2017).

A placa do *Raspberry Pi* conta com os seguintes periféricos:

- 4 portas *Universal Serial Bus* (USB);
- 1 entrada HDMI;
- 1 entrada para Cartão Micro SD;
- 40 pinos de entrada e saída;
- 1 porta Ethernet.

Além dos periféricos citados acima, o computador também possui suporte para comunicação *Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART)*, *Serial Peripheral Interface (SPI)* e *Inter Integrated Circuit (I2C)* (RASPBerry PI, 2017).

### 2.2.2 Software

O sistema operacional *Raspbian* foi desenvolvido especificamente para o *Raspberry Pi* e está sendo atualizado e otimizado constantemente. Este sistema é baseado em outro sistema operacional, o *Debian*, que é conhecido por ser estável e escalável (RASPBIAN, 2017).

O *Raspberry Pi* suporta várias linguagens de programação como *Python*, *Scratch*, *C*, *C++*, *Java* e *Ruby* (RASPBerry PI, 2017).

### 2.2.3 Características Elétricas

O *Raspberry Pi* é alimentado por uma fonte de 5V micro USB. O consumo exato de corrente depende dos periféricos USB, mas o fabricante recomenda uma fonte de 2,5 A para garantir o funcionamento correto do computador. A Tabela 2 mostra o consumo durante certas situações.

**Tabela 2** - Consumo do Raspberry Pi 3 Model B em certas situações.

		Consumo(A)
Inicialização	Máximo	0,75
	Médio	0,35
Ocioso	Médio	0,30
Reprodução de Vídeo	Máximo	0,55
	Médio	0,33
Condição Extrema	Máximo	1,34
	Médio	0,85

Fonte: Adaptado de RASPBERRI PI, 2017.

## 2.3 MYSQL

O MYSQL é um sistema desenvolvido e distribuído pela *Oracle Corporation* e tem como função o gerenciamento de banco de dados relacionais. Como o nome sugere, o sistema é baseado em *Structured Query Language* (SQL) (MYSQL, 2017).

### 2.3.1 Banco de Dados

Um banco de dados é um acervo estruturado de dados, que pode ser uma simples lista de compras, ou informações sobre todos os funcionários de uma empresa. Para acessar, adicionar, modificar e processar estes dados, um sistema de gerenciamento de banco de dados é necessário (MYSQL, 2017).

Segundo Date (2004), um sistema de banco de dados é composto por quatro componentes principais: dados, *hardware*, *software*, usuários. Cada componente será explanado a seguir.

#### 2.3.1.1 Dados

De acordo com Setzer e Silva (2005, p. 2), a definição de dado pode ser dada por: “uma representação simbólica quantificada ou quantificável”. De forma complementar, Elmasri e Navathe (2011, p. 3) afirmam que dados são “fatos conhecidos que podem ser registrados e possuem significado implícito”. Um exemplo de dado é a temperatura de certo local, que é conhecido pelo medidor, possui semântica e é representado por símbolos, portanto é passível de registro.

### 2.3.1.2 Hardware

O hardware é composto pelos elementos físicos como os dispositivos de armazenamento, controladores de dispositivos, canais de entrada e saída, entre outros. O processador e a memória principal também fazem parte do hardware e são responsáveis por executar o software do sistema do banco de dados (DATE, 2004).

### 2.3.1.3 Software

Entre o banco de dados e o usuário existe um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). Toda requisição de acesso ao banco de dados é controlada pelo SGBD (DATE, 2004). O SGBD não só controla o acesso ao banco de dados, mas também é responsável por disponibilizar um ambiente conveniente e eficiente para que o usuário possa realizar operações como: ler, adicionar, modificar, deletar, entre outras (ELMASRI e NAVATHE, 2011).

### 2.3.1.4 Usuários

Segundo Date (2004), existem três tipos de usuários no que se refere a banco de dados.

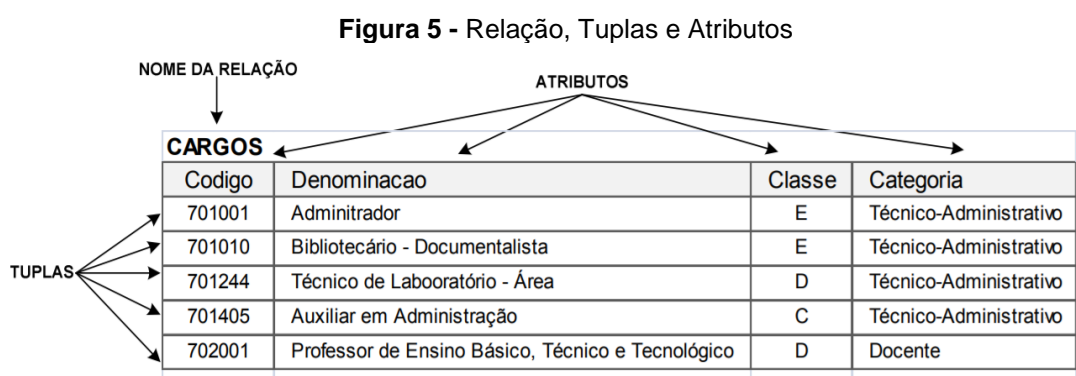
- Programador de Aplicação: desenvolve programas em alguma linguagem de programação para acesso ao banco de dados.
- Usuário Final: realiza o acesso às informações contidas no banco de dados; o acesso é feito através dos programas desenvolvidos pelo Programador de Aplicação.
- Administrador do Banco de Dados: responsável por gerenciar o SGBD.

### 2.3.2 Sistemas Relacionais

As características de um sistema relacional podem ser descritas analisando três aspectos: estrutural, integridade de dados e manipulação de dados (DATE, 2004).

#### 2.3.2.1 Aspecto Estrutural

Em um sistema relacional, os dados são organizados em tabelas, onde as linhas são chamadas de tuplas, as colunas de atributos e a tabela em si de relação (ELMASRI e NAVATHE, 2011).



Fonte: Costa (2011)

O valor assumido pelo atributo é chamado de domínio (SILBERSCHATZ, KORTH e SUDARSHAN, 1999).

#### 2.3.2.2 Aspecto de Integridade de Dados

Segundo Date (2004), a integridade de dados num sistema garante que ele seja confiável. Para que isto ocorra, algumas restrições são implementadas de forma que o banco de dados aceite apenas informações válidas. Estas restrições podem variar de acordo com a aplicação; um exemplo é o número de matrícula de um funcionário,

que é único. Logo o banco de dados não deve permitir que mais de um funcionário tenha o mesmo número de matrícula cadastrado. Atributos que respeitam essa condição são chamados de chave primária.

Outra restrição pode ser o intervalo de valores que uma tupla pode assumir, ou seja, o banco de dados deve aceitar apenas valores que estejam dentro deste intervalo (DATE, 2004).

Quando existem atributos referenciados entre tabelas, a integridade referencial deve estar presente para garantir que as relações predefinidas entre tabelas sejam mantidas, isto é, caso um atributo esteja presente em mais de uma tabela, o mesmo deve permanecer consistente por todo o banco de dados, para assegurar que o sistema não faça referências a valores não existentes, mesmo que haja alterações no valor do atributo (COSTA, 2011).

### 2.3.2.3 Aspecto Manipulativo

Os operadores disponíveis ao usuário para manipulação de dados são operadores que derivam tabelas de outras tabelas já existentes. Existem três operadores que podem ser considerados como principais que são: seleção, projeção e junção. A Figura 6 mostra duas tabelas no sistema relacional (DATE, 2004).

**Figura 6** - Exemplo de tabelas no sistema relacional.

DEPT	DEPT#	DNAME	BUDGET
	D1	Marketing	10M
	D2	Development	12M
	D3	Research	5M

EMP	EMP#	ENAME	DEPT#	SALARY
	E1	Lopez	D1	40K
	E2	Cheng	D1	42K
	E3	Finzi	D2	30K
	E4	Saito	D2	35K

Fonte: Date (2004)

A operação seleção extrai linhas especificadas pelo usuário de uma tabela, conforme pode ser visto na Figura 7, onde o usuário faz a requisição de todas as linhas onde o valor da tupla correspondente ao atributo *BUDGET* e é maior que 8 M (DATE, 2004).



A operação projeção extrai as colunas requisitadas pelo usuário, conforme mostra a Figura 7, o usuário pede ao sistema para que retorne as colunas onde o valor do atributo é *DEPT#* e *BUDGET* (DATE, 2004).

A operação junção combina duas ou mais tabelas em apenas uma, conforme mostra Figura 7.

**Figura 7** - Exemplo dos operadores seleção, projeção e junção.

<i>Restrict:</i>	<i>Result:</i>	DEPT#	DNAME	BUDGET			
DEPTs where BUDGET > 8M		D1	Marketing	10M			
		D2	Development	12M			
<i>Project:</i>	<i>Result:</i>	DEPT#	BUDGET				
DEPTs over DEPT#, BUDGET		D1	10M				
		D2	12M				
		D3	5M				
<i>Join:</i>							
DEPTs and EMPs over DEPT#							
<i>Result:</i>		DEPT#	DNAME	BUDGET	EMP#	ENAME	SALARY
		D1	Marketing	10M	E1	Lopez	40K
		D1	Marketing	10M	E2	Cheng	42K
		D2	Development	12M	E3	Finzi	30K
		D2	Development	12M	E4	Saito	35K

Fonte: Date (2004).

### 2.3.3 SQL

A SQL é a linguagem padrão para sistemas relacionais e foi inicialmente desenvolvida pela *IBM* por volta dos anos 70. Sua primeira implementação em larga escala foi em um protótipo da empresa chamado *System R* (DATE, 2004).

Esta linguagem inclui operações de definição e manipulação de dados. A operação de definição de dados é chamada de *CREATE TABLE*, que pode ser traduzida para “Criar Tabela”. Nesta operação, o nome da tabela a ser criada é especificado, assim como o nome e o tipo das colunas desta tabela. Com a tabela criada, as operações de seleção, inserção, exclusão e atualização podem ser realizadas, sendo estas, operações de manipulação de dados (DATE, 2004).

Segundo Elmasri e Navathe (2011), a SQL é padronizada pela *American National Standards Institute* (ANSI) e pela *International Standards Organization* (ISO).

### 2.3.3.1 SQL Embarcado

A maioria dos sistemas baseados em SQL permitem que as requisições de acesso ao banco de dados sejam executadas diretamente, através de um terminal *online* por exemplo, ou através de uma aplicação de um programa utilizando alguma linguagem de programação que o sistema suporta, como o *C*, *Java*, *Pascal*, entre outros (DATE, 2004).

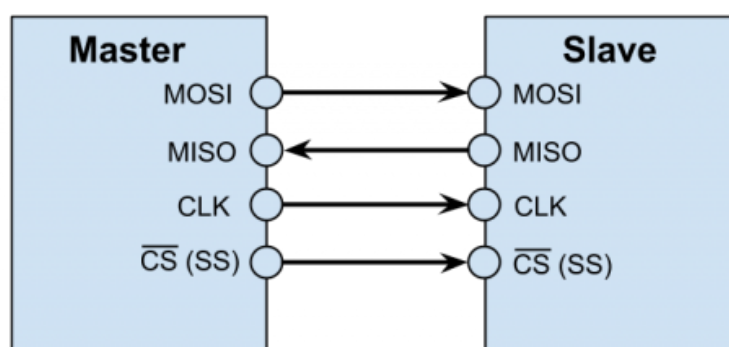
A existência do SQL embarcado deriva do princípio bimodal, que diz que qualquer comando que possa ser utilizado diretamente no sistema pode ser embarcado numa aplicação de programa (DATE, 2004).

## 2.4 COMUNICAÇÃO SPI

Segundo a Davies (2008), SPI é um protocolo de comunicação síncrono que permite que dispositivos troquem informações entre si. A estrutura de comunicação é do tipo mestre-escravo e o protocolo pode ser executado no modo *full duplex*, onde cada componente pode transmitir e receber dados ao mesmo tempo.

O SPI requer quatro fios para conectar o dispositivo mestre no escravo conforme mostra Figura 8. Como o nome sugere, o dispositivo mestre é quem controla a comunicação, através de um sinal chamado *Clock* (DAVIES, 2008).

Figura 8 - Conexão Mestre-Escravo SPI



Fonte: Dlnware (2017).

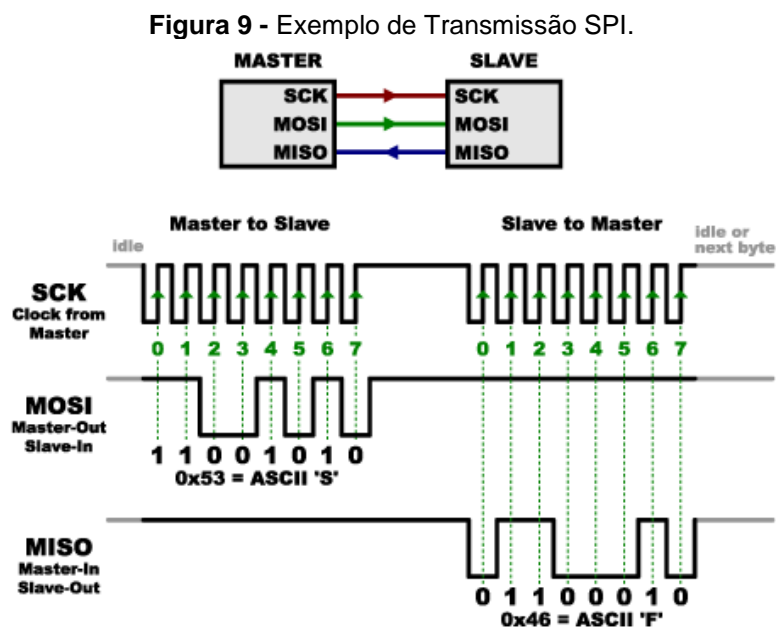
O *Master Output Slave Input* (MOSI), saída do mestre e entrada do escravo, é o barramento que transmite dados do mestre para o escravo (DAVIES, 2008).

O *Master Input Slave Output* (MISO), entrada do mestre e saída do escravo, funciona de forma contrária ao MOSI, ou seja, os dados são transferidos do escravo para o mestre neste barramento (DAVIES, 2008).

O *Clock* (CLK), é o sinal pelo qual o mestre controla a comunicação. Através deste sinal que ocorre a comunicação entre todos dispositivos conectados (DAVIES, 2008).

O *Chip Select* (CS) ou *Slave Select* (SS), indica no barramento qual escravo tem permissão para receber ou transmitir dados. Este barramento é extremamente utilizado quando se tem mais de um escravo conectado ao mestre (DAVIES, 2008).

A Figura 9 mostra um exemplo de transmissão SPI.



Fonte: Sparkfun (2017).

## 2.5 SERVIDOR WEB

Um servidor WEB armazena arquivos que constituem uma página da internet, arquivos de HTML ou PHP por exemplo, e disponibiliza para que o usuário final faça o acesso através de um navegador, como o *Google Chrome* ou o *Mozilla Firefox* (GOURLEY e SAYER, 2012).

Um dos servidores WEB mais conhecidos é o Apache (SUEHRING e VALADE , 2013).

## 2.6 HTML

Segundo Shenoy (2014), o HTML é uma linguagem utilizada para desenvolver páginas WEB. Foi criada por Tim Berners-Lee em 1992. É uma linguagem baseada em marcação, ou seja, os elementos da página são marcados por etiquetas como mostra Figura 10.

**Figura 10** - Exemplo de Etiquetas HTML.

```
<html>  
  <head>  
    <title> "Título da Página" </title>  
  </head>  
  
  <body>  
    "Conteúdo da página"  
  </body>  
</html>
```

Fonte: Adaptado de Shenoy (2014).

## 2.7 PHP

O PHP é uma linguagem utilizada para desenvolver páginas WEB que necessitam requisitar dados de algum servidor, um banco de dados por exemplo. A sua integração com o MYSQL permite o desenvolvimento de aplicações WEB, como no caso deste trabalho (SUEHRING e VALADE , 2013).

## 2.8 JAVASCRIPT

O *Javascript* é uma linguagem de programação que tem como propósito proporcionar aos desenvolvedores a possibilidade de tornar os processos de uma página WEB mais dinâmicos (SUEHRING e VALADE , 2013).

## 2.9 BOOTSTRAP

O *Bootstrap* é um conjunto de ferramentas para desenvolvimento de páginas WEB em HTML, *Cascading Styles Sheets (CSS)* e *Javascript (JS)* (BOOTSTRAP, 2018).

## 2.10 INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA

Segundo Cabral e Muhlen (2005), todo equipamento eletrônico é passível de sofrer interferência eletromagnética de outro equipamento ou do ambiente em que está operando. Da mesma forma que pode ser afetado, o equipamento também pode gerar um campo eletromagnético capaz de interferir na operação de outros equipamentos.

Em hospitais, é extremamente indesejável que a operação de um equipamento seja afetada de forma que possa comprometer a saúde de um paciente. Por este motivo, a norma NBR-IEC 60601-1-2/97 estabelece padrões que os equipamentos médicos devem ter para evitar que o fenômeno de interferência eletromagnética possa afetar seu funcionamento.

### 3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

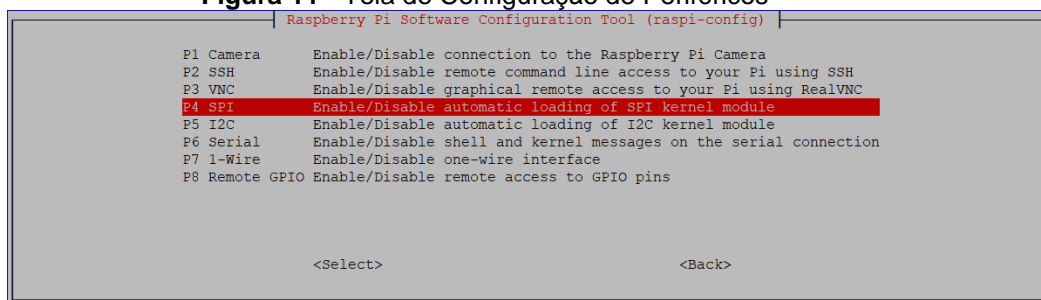
Este capítulo apresenta todos os passos do desenvolvimento do trabalho, como a configuração da *Raspberry Pi*, a criação do Banco de Dados, o desenvolvimento do programa de leitura e escrita de dados, e o desenvolvimento da interface WEB.

#### 3.1 RASPBERRY PI

O primeiro passo de desenvolvimento do trabalho foi configurar a *Raspberry Pi* de forma que a mesma se comunicasse com o leitor RFID Explore-NFC-WW.

Para isso, a comunicação SPI teve de ser habilitada. Este passo foi executado com facilidade pois a *Raspberry Pi* possui um menu de configuração de recursos bem simples como mostra Figura 11.

**Figura 11 - Tela de Configuração de Periféricos**



Fonte: Autoria Própria (2018)

Em seguida, a biblioteca NXP NFC Reader foi instalada. Esta biblioteca permite a fácil integração entre o leitor RFID e a *Raspberry Pi* (NXP SEMICONDUCTORS, 2018).

## 3.2 BANCO DE DADOS

O segundo passo, foi desenvolver o banco de dados. Para isso, foi necessário a instalação do MYSQL Server. Neste trabalho, a versão utilizada foi a 10.1.23.

Para a criação do banco de dados a ser utilizado pelo projeto, criou-se uma base de dados que foi denominada de RFID. Em seguida, foram criadas duas tabelas, as quais irão conter os dados que seriam informados ao usuário, que são as tabelas Locate e Equipamentos conforme mostra Figura 12.

**Figura 12** - Tabelas existentes no banco de dados.

```
MariaDB [RFID]> show tables;
-----
show tables
-----
+-----+
| Tables_in_RFID |
+-----+
| Equipamentos  |
| Locate        |
+-----+
2 rows in set (0.00 sec)
```

Fonte: Autoria Própria (2018)

### 3.2.1 Equipamentos

A tabela equipamentos possui apenas duas colunas, o nome do equipamento, e sua *tag* RFID associada. Esta tabela é responsável por armazenar os dados dos equipamentos cadastrados pelo usuário. É importante notar que a tabela não aceita valores duplicados na coluna que se refere ao ID da etiqueta RFID. A estrutura da tabela no banco de dados é mostrada na Figura 13.

**Figura 13** - Estrutura da tabela Equipamentos.

```

MariaDB [RFID]> desc Equipamentos;
-----
desc Equipamentos
-----
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field      | Type          | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Equipamento | varchar(20) | NO   | PRI | NULL    |      |
| TAG_ID      | varchar(15)  | NO   | UNI | NULL    |      |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set (0.01 sec)

```

Fonte: Aatoria Própria (2018)

### 3.2.2 Locate

A tabela Locate é responsável por armazenar os dados referentes às movimentações dos equipamentos. Possui 6 colunas a estrutura delas é exibida na Figura 14.

**Figura 14** - Estrutura das colunas da tabela Locate.

```

MariaDB [RFID]> desc Locate;
-----
desc Locate
-----
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type   | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| ID    | int(11) | NO   | PRI | NULL    | auto_increment |
| TAG_ID | text   | NO   |     | NULL    |      |
| Local | text   | NO   |     | NULL    |      |
| Data  | text   | NO   |     | NULL    |      |
| Hora  | text   | NO   |     | NULL    |      |
| Fluxo | text   | NO   |     | NULL    |      |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
6 rows in set (0.01 sec)

```

Fonte: Aatoria Própria (2018)

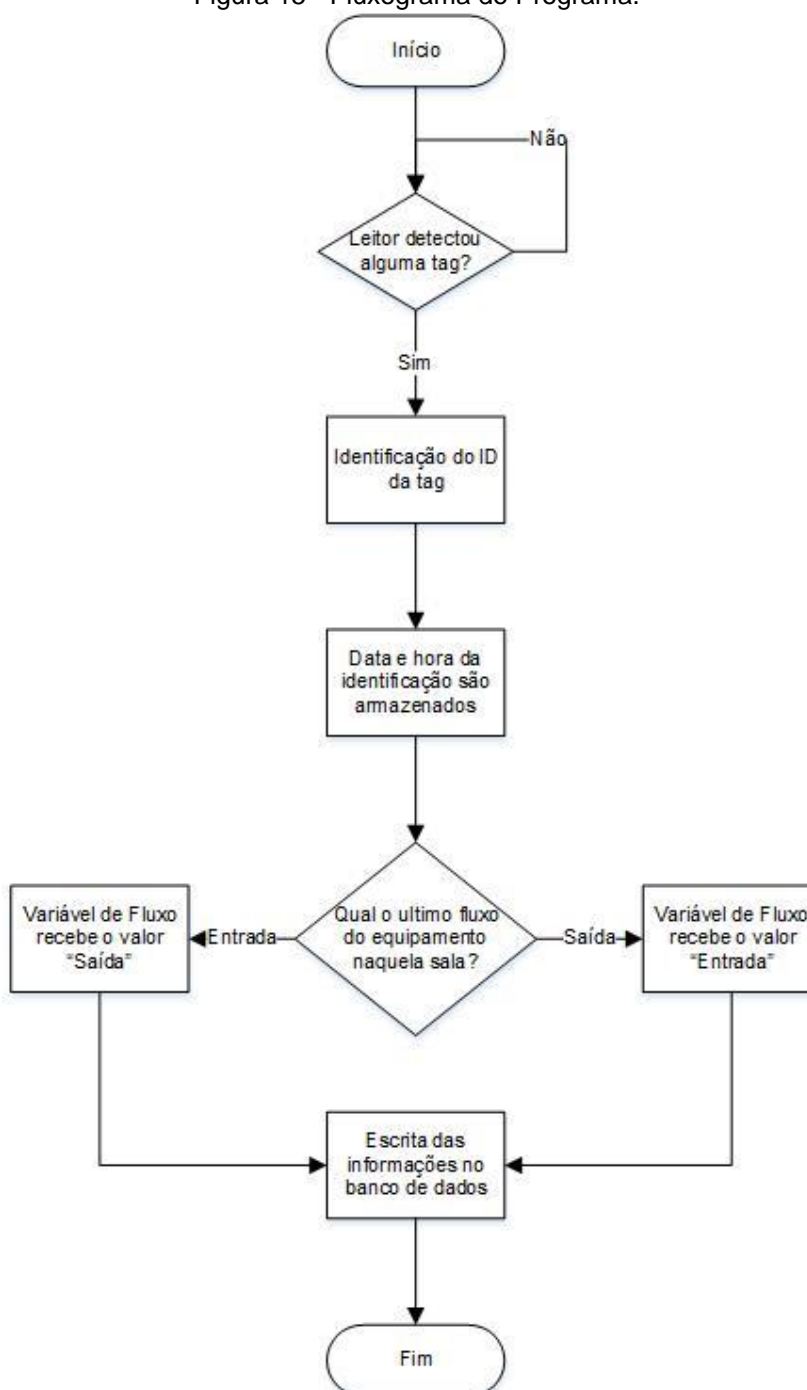
- A coluna ID corresponde ao número do registro da linha de dados, é escrita de forma automática e incremental pelo banco de dados;
- A coluna TAG\_ID corresponde à *tag* que foi lida pelo leitor;
- A coluna Local indica em qual sala a leitura da etiqueta RFID foi feita;
- As colunas Data e Hora mostram o dia, mês, ano e horário a qual a leitura foi feita;
- A coluna Fluxo apresenta a direção do equipamento, se ele entrou ou saiu da sala.



### 3.3 PROGRAMA DE LEITURA DE TAG E ESCRITA NO BANCO DE DADOS

O programa de leitura da etiqueta RFID e escrita das informações no banco de dados foi baseada na biblioteca citada na seção 3.1. O funcionamento do código está descrito no fluxograma da Figura 15.

Figura 15 - Fluxograma do Programa.



### 3.3.1 Leitura da etiqueta RFID

A leitura da etiqueta RFID é feita através da biblioteca *NXP NFC Reader*. Ao entrar no alcance do leitor, o programa identifica o cartão e armazena o ID da etiqueta lida numa variável.

Para que a mesma etiqueta não seja lida mais de uma vez ao mesmo tempo, uma condição específica teve de ser implementada. Ao identificar a etiqueta, o programa acessa o banco de dados e verifica o horário da última leitura e compara com o horário da leitura atual. Esta comparação é feita convertendo os horários para segundos, e caso a diferença seja menor que 5 segundos, o programa desconsidera a leitura. Desta forma, o programa faz uma única leitura de um equipamento num tempo de 5 segundos e evita a escrita de informações repetidas no banco de dados.

### 3.3.2 Data e Hora

Logo após a leitura da etiqueta, uma função chamada *localtime* retorna as informações de data e hora que são armazenadas numa única variável. Então, um tratamento nestes dados é feito para que data e hora sejam armazenados em duas variáveis distintas nos seguintes formatos:

- Data – 01/01/2018
- Hora – 10:50:55

O código que realiza a requisição de data e hora e as formata no padrão indicado acima está descrito na Figura 16.

**Figura 16** - Código que faz requisição e formatação de data e hora.

```

//Requisita informações de data e hora e armazena em 2 variáveis.
time_t t = time(NULL);
struct tm *tm= localtime(&t);
strftime(s,sizeof(s),"%c",tm);
sprintf(day, "%d", tm->tm_mday);
sprintf(year, "%d", tm->tm_year + 1900);
if(tm->tm_mon+1 == 1)mon[0] = '1';
    else if(tm->tm_mon+1 == 2)mon[0] = '2';
    else if(tm->tm_mon+1 == 3)mon[0] = '3';
    else if(tm->tm_mon+1 == 4)mon[0] = '4';
    else if(tm->tm_mon+1 == 5)mon[0] = '5';
    else if(tm->tm_mon+1 == 6)mon[0] = '6';
    else if(tm->tm_mon+1 == 7)mon[0] = '7';
    else if(tm->tm_mon+1 == 8)mon[0] = '8';
    else if(tm->tm_mon+1 == 9)mon[0] = '9';
    else if(tm->tm_mon+1 == 10)mon[0] = '0';
    else if(tm->tm_mon+1 == 11)mon[0] = '1';
    else if(tm->tm_mon+1 == 12)mon[0] = '2';

data[0] = day[0];
data[1] = day[1];
data[2] = '/';
if(tm->tm_mon+1 >9){
    data[3] = '1';
    data[4] = mon[0];
}
else {
    data[3] = '0';
    data[4] = mon[0];
}
data[5] = '/';
data[6] = year[0];
data[7] = year[1];
data[8] = year[2];
data[9] = year[3];
data[10] = '\\0';

for(j=0;j<9;j++){
    hora[j]=s[j+11];
}
hora[8] = '\\0';

```

Fonte: Autoria Própria (2018)

### 3.3.3 Fluxo

Para saber qual o fluxo que deve ser escrito na leitura realizada, o programa acessa o banco de dados e verifica qual o fluxo da última leitura. Ao obter esta informação, o programa escreve na variável de fluxo os valores “Entrada” ou “Saída” de acordo com o valor obtido pelo acesso ao banco. Caso o equipamento não tenha tido nenhuma leitura, o programa escreve o valor de “Entrada” na variável de fluxo.

### 3.3.4 Escrita das informações no banco de dados

Após obter todas as informações necessárias, o programa acessa o banco de dados para escrever as variáveis de ID da etiqueta, local, data, hora e fluxo na tabela Locate. O código primeiro verifica se não se trata de uma leitura repetida. Caso não seja uma leitura repetida, o código então acessa o banco de dados para verificar o ultimo valor de fluxo do equipamento para então escrever as informações na tabela Locate. O código descrito acima pode ser observado na Figura 17.

**Figura 17 - Código de inserção de informações no banco de dados.**

```
//Caso seja detectado que não se trata de uma leitura repetida, há um novo acesso no Banco de dados para inserção das novas informações
if((aux_sec > sec) || (sec - aux_sec >= 5)){
    mysql_init(&conexao);
    mysql_real_connect(&conexao, "localhost", "root", "root", "RFID", 0, NULL, 0);
    sprintf(query, "SELECT Fluxo FROM Locate WHERE Id = (SELECT MAX(Id) FROM Locate WHERE TAG_ID = '%s');", tag_Id);
    res = mysql_query(&conexao, query);
    MYSQL_RES *result = mysql_store_result(&conexao);
    int num_fields = mysql_num_fields(result);
    MYSQL_ROW row;
    while((row = mysql_fetch_row(result))){
        for(i = 0; i < num_fields; i++){
            sprintf(aux_fluxo, "%s ", row[i] ? row[i] : "NULL");
        }
        if(aux_fluxo[0] == 'E'){
            strcpy(fluxo, "Saida");
        }
        else if(aux_fluxo[0] == 'S'){
            strcpy(fluxo, "Entrada");
        }
        else{
            strcpy(fluxo, "Entrada");
        }
        printf("Aux Fluxo: %s\n", aux_fluxo);
        printf("Fluxo: %s\n", fluxo);
        mysql_free_result(result);

        sprintf(query, "INSERT INTO Locate (TAG_ID, Local, Data, Hora, Fluxo) VALUES ('%s', '%s', '%s', '%s', '%s');", tag_Id, sala, data, hora, fluxo);
        res=mysql_query(&conexao, query);
        mysql_close(&conexao);
    }
}
```

Fonte: Autoria Própria (2018)

## 3.4 INTERFACE WEB

Para o desenvolvimento da interface WEB, foi necessário a instalação de um servidor web, e ferramentas de desenvolvimento. O servidor WEB escolhido foi o Apache e as ferramentas instaladas foram o PHP5 e o Bootstrap. A versão do Apache utilizada foi a 2.4.25.

O desenvolvimento foi baseado num modelo de painel de controle chamado AdminLTE, que foi construído utilizando o Bootstrap. Este modelo possui recursos responsivos comumente utilizados (ALMSAEED, 2017).

A interface WEB desenvolvida é composta por 4 páginas, sendo elas: Registro de Equipamentos; Cadastro de Equipamentos; Lista de Equipamentos e Logs.

O acesso a interface WEB é feita através de um navegador e pode ser feito através de dispositivos móveis, porém o design das páginas não foi otimizado para tal propósito.

A atualização de dados em toda interface é feita de forma automática e acontece de 5 em 5 segundos.

### 3.4.1 Registro de Equipamentos

Esta página tem como função mostrar ao usuário as informações referentes às movimentações dos equipamentos. Para isso, sua estrutura foi desenvolvida em HTML e o acesso às informações foi feito utilizando PHP e *Javascript*.

Para conectar ao banco de dados, a seguinte estrutura foi utilizada, conforme mostra Figura 18.

**Figura 18** - Código de acesso ao bando de dados.

```

1 <?php
2 //FTM DAS DECLARAÇÕES
3 $GLOBALS['link'] = mysqli_connect("localhost", "Gui", "Gui", "RFID"); // Create connection
4
5 /* check connection */
6 if (!$GLOBALS['link']) {
7     echo "Can't connect to localhost. Errorcode: %d\n".mysqli_connect_errno();
8 }
9
10
11 mysqli_query($GLOBALS['link'], "SET NAMES 'utf8'");
12 mysqli_query($GLOBALS['link'], 'SET character_set_connection=utf8');
13 mysqli_query($GLOBALS['link'], 'SET character_set_client=utf8');
14 mysqli_query($GLOBALS['link'], 'SET character_set_results=utf8');
15
16
17 $retorno = [];
18 $result = mysqli_query($GLOBALS['link'], "SELECT * FROM `Equipamentos` INNER JOIN Locate on Equipamentos.TAG_ID = Locate.TAG_ID");
19
20
21 while($row = mysqli_fetch_object($result)){
22     $retorno[] = (Array) $row;
23 }
24
25 echo json_encode($retorno);
26
27 ?>

```

Fonte: Autoria Própria (2018)

A requisição ao banco de dados cruza as informações contidas nas tabelas Locate e Equipamentos, assim formando uma nova tabela que é mostrada ao usuário. Para formatar a nova tabela na página, foi utilizado o código HTML na Figura 19.

**Figura 19** - Código HTML da tabela.

```
<table id="example1" class="table table-bordered table-striped">
  <thead>
    <tr>
      <th>Equipamento</th>
      <th>TAG_ID</th>
      <th>Local</th>
      <th>Data</th>
      <th>Hora</th>
      <th>Fluxo</th>
    </tr>
  </thead>
  <tbody>
  </tbody>
</table>
```

Fonte: Autoria Própria (2018)

### 3.4.2 Cadastro de Equipamentos

Esta página é destinada ao cadastro de novos equipamentos. Foi desenvolvido um formulário no qual o usuário digita o nome do equipamento e o ID da etiqueta associado a ele. O código referente a este formulário é mostrado na Figura 20.

**Figura 20** - Código do formulário de cadastro.

```
<form action="insert.php" method="post">
  <div class="row">
    <div class="form-group col-xs-4">
      <label for="Equipamento">Equipamento:</label>
      <input type="text" class="form-control" name="Equip" id="Equipamento" value="<?php echo $Equipamento; ?>">
    </div>
  </div>
  <div class="row">
    <div class="col-xs-4">
      <label for="TAG_ID">TAG_ID:</label>
      <input type="text" class="form-control" name="TAG" id="TAG_ID" value="<?php echo $TAG_ID; ?>">
    </div>
  </div>
  <button class="btn btn-primary" type="submit" value="Submit" style="margin-top: 20px">
    Salvar
  </button>
</form>
```

Fonte: Autoria Própria (2018)

Após o preenchimento e confirmação dos dados no formulário, um novo código é executado, que é responsável pela inserção dos novos dados ao banco, conforme mostra Figura 21.

**Figura 21** - Código de inserção de novos dados ao banco.

```

<?php
/* Attempt MySQL server connection. Assuming you are running MySQL
server with default setting (user 'root' with no password) */
$link = mysqli_connect("localhost", "Gui", "Gui", "RFID");

// Check connection
if($link == false){
    die("ERROR: Could not connect. " . mysqli_connect_error());
}

// Escape user inputs for security
$Equipamento = mysqli_real_escape_string($link, $_REQUEST['Equip']);
$TAG_ID = mysqli_real_escape_string($link, $_REQUEST['TAG']);

$result = mysqli_query($GLOBALS['link'], "SELECT * FROM `Equipamentos` WHERE TAG_ID = '$TAG_ID'");

if (mysqli_fetch_array($result)){
    $sql = "UPDATE Equipamentos SET Equipamento = '$Equipamento', TAG_ID = '$TAG_ID' WHERE TAG_ID = '$TAG_ID'";
} else {
    $sql = "INSERT INTO Equipamentos (Equipamento, TAG_ID) VALUES ('$Equipamento', '$TAG_ID')";
}

// close connection
?>

```

Fonte: Autoria Própria (2018)

### 3.4.3 Lista de Equipamentos

Esta página mostra ao usuário uma lista de todos os equipamentos cadastrados no banco de dados. A lista é preenchida com as informações contidas na tabela Equipamentos.

Nesta página, foram implementados dois recursos para o gerenciamento dos equipamentos, um de edição e outro de exclusão.

O recurso de edição redireciona o usuário a página de Cadastro de Equipamentos, porém com as informações do formulário já preenchidas de acordo com o equipamento a ser editado. O código de inserção dos novos dados é o mesmo da Figura 21.

Já o recurso de exclusão, remove o equipamento da tabela Equipamentos, o código que executa este comando está descrito na Figura 22.

**Figura 22** - Código de exclusão de equipamentos.

```

<?php
/* Attempt MySQL server connection. Assuming you are running MySQL
server with default setting (user 'root' with no password) */
$link = mysqli_connect("localhost", "Gui", "Gui", "RFID");

// Check connection
if($link === false){
    die("ERROR: Could not connect. " . mysqli_connect_error());
}

// Escape user inputs for security
$Equipamento = mysqli_real_escape_string($link, $_GET['Equipamento']);

// attempt insert query execution
$sql = "DELETE FROM Equipamentos WHERE Equipamento = '$Equipamento'";

// close connection
?>

```

Fonte: Aatoria Própria (2018)

#### 3.4.4 Logs

Esta página apenas reflete a tabela Locate do banco de dados. A partir desta tabela, o usuário pode coletar o ID de uma etiqueta ainda não associada a um equipamento no sistema e fazer seu cadastro. O código HTML que estrutura esta tabela está descrito na Figura 23 - Código HTML da estrutura da tabela Locate..

**Figura 23** - Código HTML da estrutura da tabela Locate.

```

<table id="logs" class="table table-bordered table-striped">
  <thead>
    <tr>
      <th>ID</th>
      <th>TAG_ID</th>
      <th>Local</th>
      <th>Data</th>
      <th>Hora</th>
      <th>Fluxo</th>
    </tr>
  </thead>
  <tbody>
  </tbody>
</table>

```

Fonte: Aatoria Própria (2018)



## 4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados do desenvolvimento do projeto com todas as páginas da interface WEB.

### 4.1 REGISTRO DE EQUIPAMENTOS

A página de registro de equipamentos possui o seguinte design, como mostra Figura 24.

**Figura 24 - Página Registro de Equipamentos.**

Home Menu

Registro de Equipamentos Home > Cadastro de Equipamentos > Lista de Equipamentos

Show 10 entries Search:

Equipamento	TAG_ID	Local	Data	Hora	Fluxo
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	24/09/2018	18:28:01	Entrada
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	24/09/2018	18:29:02	Saída
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	21/10/2018	15:28:02	Entrada
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	21/10/2018	15:28:07	Saída
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	21/10/2018	15:28:55	Entrada
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	21/10/2018	15:29:00	Saída
Equipamento1	04AA55F8A8A5D80	Sala1	24/09/2018	18:28:21	Entrada
Equipamento1	04AA55F8A8A5D80	Sala1	24/09/2018	18:28:35	Saída
Equipamento2	04AE55F8A8A5D80	Sala1	24/09/2018	18:28:15	Entrada
Equipamento2	04AE55F8A8A5D80	Sala1	24/09/2018	18:28:56	Saída

Showing 1 to 10 of 13 entries Previous 1 2 Next

Developed by: Guilherme Suetomi - guisuetomi@gmail.com Version 1.0

Fonte: Autoria Própria (2018)

Esta página contém vários elementos que tem como objetivo auxiliar o usuário a buscar a informação necessária no momento. Os elementos da página são mostrados na Figura 25.

**Figura 25 - Elementos da página Registro de Equipamentos.**

The screenshot shows a web interface for equipment registration. At the top, there is a navigation bar with 'Home' and 'Menu' (callout 4). Below it, the page title 'Registro de Equipamentos' is displayed, along with a breadcrumb trail: 'Home > Cadastro de Equipamentos > Lista de Equipamentos' (callout 5). A search bar is located on the right (callout 6). A dropdown menu for 'Show 10 entries' is on the left (callout 2). The main content is a table with columns: Equipamento, TAG\_ID, Local, Data, Hora, and Fluxo (callout 1). The table contains 13 rows of data. At the bottom left, a status bar indicates 'Showing 1 to 10 of 13 entries' (callout 3). At the bottom right, there are pagination controls: 'Previous', '1', '2', and 'Next' (callout 7). The footer includes 'Developed by: Guilherme Suetomi - guisuetomi@gmail.com' and 'Version 1.0'.

Equipamento	TAG_ID	Local	Data	Hora	Fluxo
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	24/09/2018	18:28:01	Entrada
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	24/09/2018	18:29:02	Saída
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	21/10/2018	15:28:02	Entrada
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	21/10/2018	15:28:07	Saída
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	21/10/2018	15:28:55	Entrada
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	21/10/2018	15:29:00	Saída
Equipamento1	04AA55FA8A5D80	Sala1	24/09/2018	18:28:21	Entrada
Equipamento1	04AA55FA8A5D80	Sala1	24/09/2018	18:28:35	Saída
Equipamento2	04AE55FA8A5D80	Sala1	24/09/2018	18:28:15	Entrada
Equipamento2	04AE55FA8A5D80	Sala1	24/09/2018	18:28:56	Saída

Fonte: Autoria Própria (2018)

Onde:

- 1: Informações referentes a movimentação dos equipamentos;
- 2: Seleção de quantas linhas de informação são mostradas por página, o usuário pode selecionar entre 10, 25, 50 e 100;
- 3: Indicador de quantos registros estão sendo apresentados na tela, em relação ao número total;
- 4: Parte de navegação entre páginas na interface, está presente em todas as páginas;
- 5: Redundância da parte de navegação entre páginas na interface;
- 6: Filtro de busca, é possível digitar o nome do equipamento ou ID da etiqueta para que apenas informações relacionadas ao mesmo sejam mostradas. Um exemplo é dado na Figura 26;
- 7: Navegação entre páginas do registro de equipamentos.

**Figura 26 - Exemplo do filtro de busca.**

The screenshot shows a web interface for 'Registro de Equipamentos'. At the top, there is a navigation bar with 'Home' and 'Menu'. Below it, the page title is 'Registro de Equipamentos' and the breadcrumb is 'Home > Cadastro de Equipamentos > Lista de Equipamentos'. A search bar contains the text 'Desfibrilador'. Below the search bar, a table displays the results. The table has columns for 'Equipamento', 'TAG\_ID', 'Local', 'Data', 'Hora', and 'Fluxo'. The data rows show six entries for 'Desfibrilador' with the same TAG\_ID (0492416A643480) and Local (Sala1), but different dates and times, and various fluxos (Entrada and Saída). At the bottom of the table, it says 'Showing 1 to 6 of 6 entries (filtered from 13 total entries)'. There are 'Previous', '1', and 'Next' navigation buttons.

Equipamento	TAG_ID	Local	Data	Hora	Fluxo
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	24/09/2018	18:28:01	Entrada
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	24/09/2018	18:29:02	Saída
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	21/10/2018	15:28:02	Entrada
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	21/10/2018	15:28:07	Saída
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	21/10/2018	15:28:55	Entrada
Desfibrilador	0492416A643480	Sala1	21/10/2018	15:29:00	Saída

Fonte: Autoria Própria (2018)

Ao pesquisar pela palavra “Desfibrilador” que é o nome de um equipamento, apenas informações relacionadas a aquele equipamento são mostradas ao usuário, facilitando sua busca caso a lista tenha muitas linhas de informação.

## 4.2 CADASTRO DE EQUIPAMENTOS

A página de Cadastro de Equipamentos é mostrada na Figura 27.

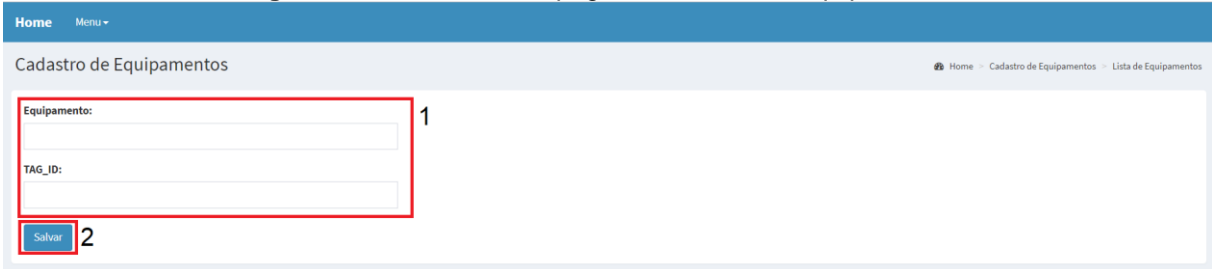
**Figura 27 - Página Cadastro de Equipamentos.**

The screenshot shows the 'Cadastro de Equipamentos' page. At the top, there is a navigation bar with 'Home' and 'Menu'. Below it, the page title is 'Cadastro de Equipamentos' and the breadcrumb is 'Home > Cadastro de Equipamentos > Lista de Equipamentos'. The main content area contains two input fields: 'Equipamento:' and 'TAG\_ID:'. Below the input fields is a blue 'Salvar' button. At the bottom of the page, there is a footer with the text 'Developed by: Guilherme Suetomi - guisuetomi@gmail.com' and 'Version 1.0'.

Fonte: Autoria Própria (2018)

Os elementos da página Cadastro de Equipamentos são apresentados na Figura 28.

**Figura 28** - Elementos da página Cadastro de Equipamentos.



A captura de tela mostra a interface de usuário para o cadastro de equipamentos. No topo, há uma barra azul com o texto "Home" e "Menu" com uma seta para baixo. Abaixo, o título "Cadastro de Equipamentos" está à esquerda e o caminho de navegação "Home > Cadastro de Equipamentos > Lista de Equipamentos" está à direita. O formulário principal contém dois campos de entrada: "Equipamento:" e "TAG\_ID:". Um retângulo vermelho desenhado sobre o formulário engloba os dois campos e é rotulado com o número "1". Abaixo dos campos, há um botão azul com o texto "Salvar" em branco, rotulado com o número "2".

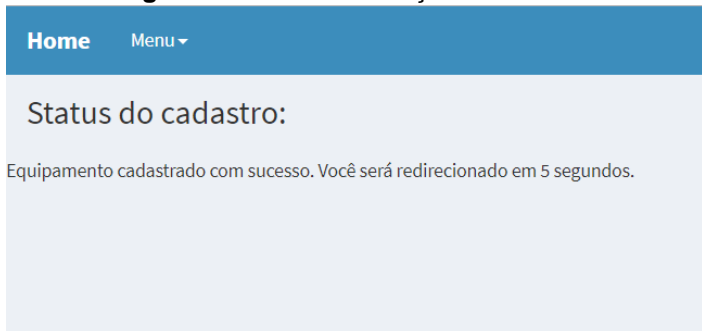
Fonte: Aatoria Própria (2018)

Onde:

- 1: Formulário de inserção de dados: Nome do Equipamento e ID da sua etiqueta RFID associada;
- 2: Botão para inserir o novo equipamento.

Ao tentar inserir algum equipamento, é feita a verificação para detectar a duplicidade de ID de etiquetas. Caso a inserção seja feita com sucesso, a tela da Figura 29 é apresentada.

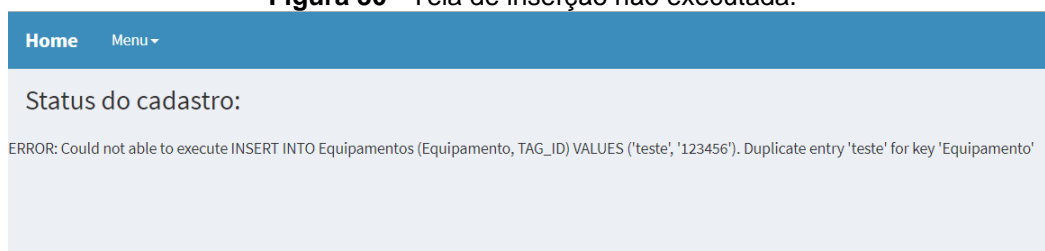
**Figura 29** - Tela de inserção executada.



A captura de tela mostra a tela de confirmação de cadastro. No topo, há uma barra azul com o texto "Home" e "Menu" com uma seta para baixo. Abaixo, o título "Status do cadastro:" está centralizado. Logo abaixo, o texto "Equipamento cadastrado com sucesso. Você será redirecionado em 5 segundos." é exibido.

Fonte: Aatoria Própria (2018)

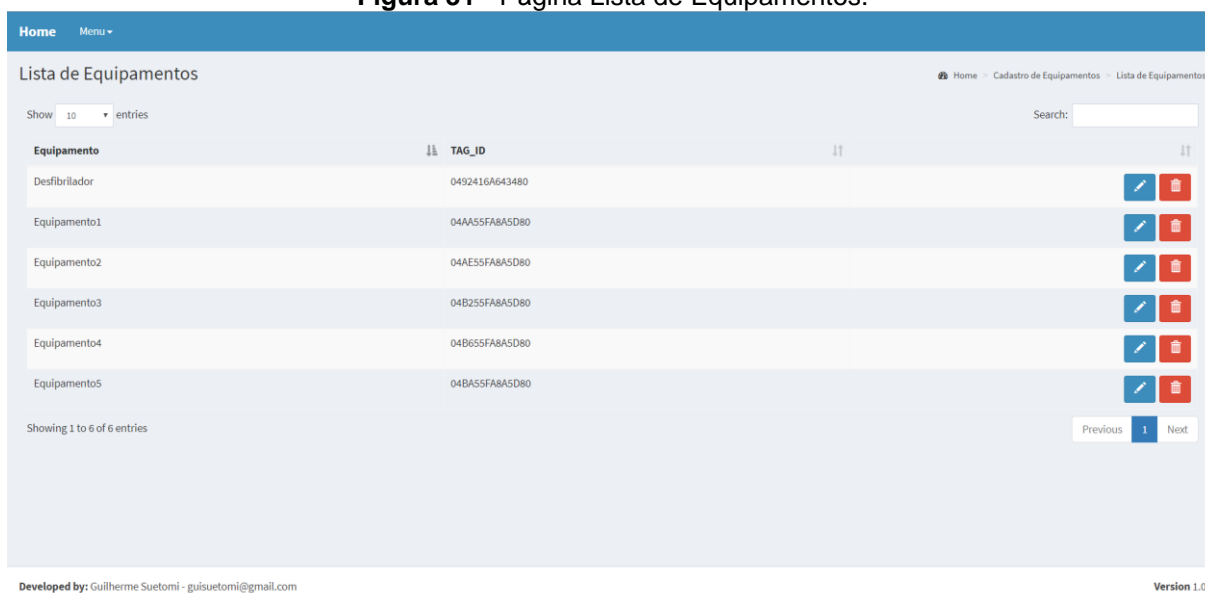
Porém se a inserção não for bem sucedida, a tela da Figura 30 é apresentada.

**Figura 30 - Tela de inserção não executada.**

Fonte: Aatoria Própria (2018)

### 4.3 LISTA DE EQUIPAMENTOS

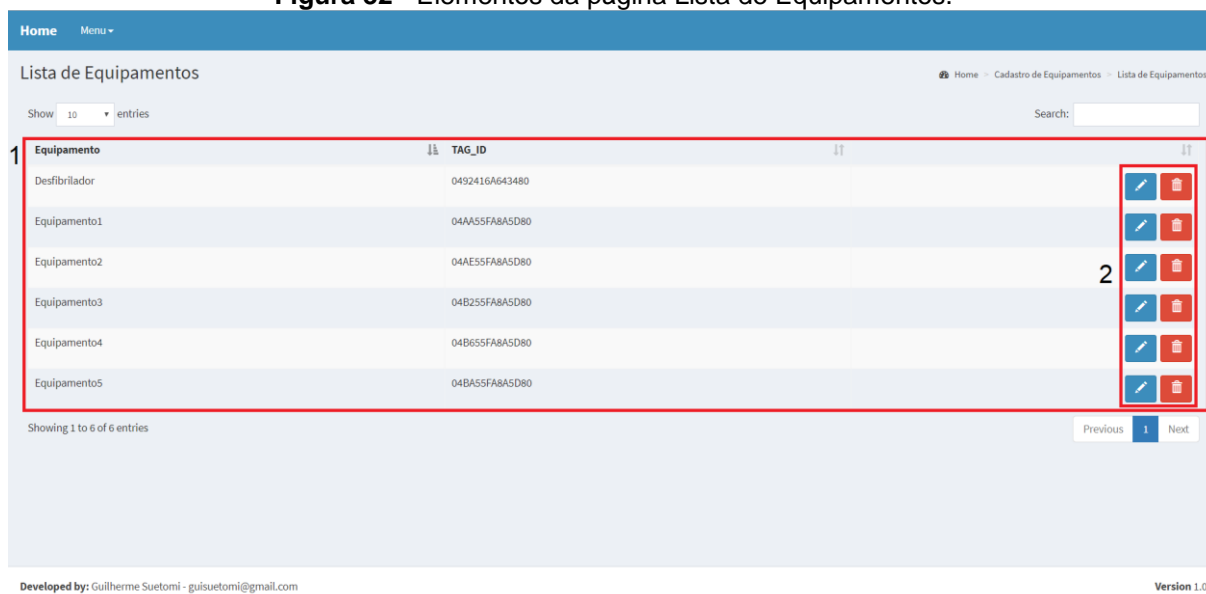
A página Lista de Equipamentos é apresentada na Figura 31.

**Figura 31 - Página Lista de Equipamentos.**

Fonte: Aatoria Própria (2018)

Os elementos da página são mostrados na Figura 32.

**Figura 32 - Elementos da página Lista de Equipamentos.**



Fonte: Autoria Própria (2018)

Onde:

- 1: Equipamentos com etiquetas RFID associadas cadastrados no sistema;
- 2: Recursos de edição ou exclusão.

Ao clicar no botão de edição do primeiro equipamento, o Desfibrilador, a interface redireciona ao usuário à página de Cadastro de Equipamentos, porém com as informações preenchidas para que o usuário faça as alterações, como mostra Figura 33.

**Figura 33 - Edição de equipamentos.**

**Cadastro de Equipamentos**

**Equipamento:**

Desfibrilador

**TAG\_ID:**

0492416A643480

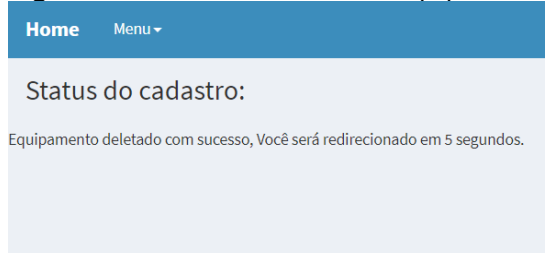
Salvar

Fonte: Autoria Própria (2018)

Ao aceitar a alteração, o sistema tenta inserir as novas informações no banco de dados e pode obter sucesso ou não. Caso as informações sejam inseridas, a tela da Figura 29 é apresentada, caso contrário, a tela da Figura 30 é apresentada.

Ao clicar no botão de exclusão, a tela da Figura 34 é apresentada.

**Figura 34 - Tela de exclusão de equipamento.**



Fonte: Aatoria Própria (2018)

#### 4.4 LOGS

A página Logs é apenas a tabela Locate no visual apresentado na Figura 35. Esta página pode ser utilizada para o cadastro de novas etiquetas, pois independente do ID estar cadastrado no sistema, sua leitura aparece nesta tabela. Desta forma é possível copiar e colar o ID da etiqueta para então cadastrar um novo equipamento na página Cadastro de Equipamentos.

**Figura 35 - Página Logs.**

ID	TAG_ID	Local	Data	Hora	Fluxo
1	0492416A643480	Sala1	24/09/2018	18:28:01	Entrada
2	04BA55FA8A5D80	Sala2	24/09/2018	18:28:09	Entrada
3	04AE55FA8A5D80	Sala1	24/09/2018	18:28:15	Entrada
4	04AA55FA8A5D80	Sala1	24/09/2018	18:28:21	Entrada
5	04B255FA8A5D80	Sala2	24/09/2018	18:28:25	Entrada
6	04B655FA8A5D80	Sala2	24/09/2018	18:28:27	Entrada
7	04AA55FA8A5D80	Sala1	24/09/2018	18:28:35	Saída
8	04AE55FA8A5D80	Sala1	24/09/2018	18:28:56	Saída
9	0492416A643480	Sala1	24/09/2018	18:29:02	Saída
10	0492416A643480	Sala1	21/10/2018	15:28:02	Entrada

Fonte: Aatoria Própria (2018)

## 5 COMENTÁRIOS

Vários desafios foram encontrados durante o desenvolvimento deste trabalho. O primeiro deles foi o preço do leitor ideal a ser utilizado, o que forçou a escolha de um leitor mais acessível, porém limitado em termos de alcance e velocidade de leitura, o que conseqüentemente limitou o trabalho.

Durante o desenvolvimento do programa em C o maior trabalho foi entender como a biblioteca NXP NFC *Reader* operava. Ao entender o funcionamento da biblioteca, foi possível começar o desenvolvimento do programa para leitura e escrita das informações no banco de dados. Esta foi a etapa mais longa do desenvolvimento, pois era necessário tratar várias condições para que o sistema funcionasse bem. Entre estas condições estavam a leitura repetida de etiquetas e a análise do fluxo da última leitura em relação à um equipamento. Foram inúmeros testes, falhas e acertos até que se chegasse na última versão do programa, a qual foi apresentada no Capítulo 3.

O desenvolvimento da interface WEB foi a segunda parte mais difícil do trabalho, tendo em vista a falta de domínio sobre HTML, PHP e JS. Pode-se dividir esta parte em duas etapas, uma em relação ao design e outra em relação a requisição de dados. Por utilizar um modelo existente, foi possível agilizar bastante a etapa de design. Pela complexidade, a requisição de dados tomou bastante tempo, e recursos como a atualização automática de dados demorou para ser implementada.

Em relação a interferência eletromagnética de um sistema RFID em equipamentos hospitalares, há controvérsias. Segundo Christie et al. (2008), sistemas RFID passivos, tanto por indução magnética ou por radiação eletromagnética, quando usados em situações típicas, não influenciam a performance de equipamentos médicos comumente utilizados. Para chegar a tal conclusão, diversos testes foram feitos num hospital em Indianápolis junto com a empresa responsável pelo sistema RFID, a *BlueBean*.

Por outro lado, de acordo com Togt et al. (2008), sistemas RFID induziram interferência eletromagnética suficiente para alterar o funcionamento de equipamentos médicos, o que poderia prejudicar a saúde dos pacientes. Para os autores, a literatura que promove o uso do RFID em hospitais não é acompanhada



pela pesquisa sobre a segurança de se utilizar estes dispositivos no mesmo ambiente em que equipamentos médicos estão operando.

Apesar de defenderem opiniões diferentes, Togh et al. (2008) e Christie *et al.* (2008), concordam em um ponto, cada situação deve ser analisada, um teste em um único hospital não pode ser conclusivo para a implementação do mesmo sistema RFID em outro hospital.

A proposta deste projeto, portanto, é fornecer um sistema adequado ao controle de equipamentos através de sua localização nos ambientes hospitalares. Cabe, desta forma, ao cliente (hospital) analisar sua aplicabilidade de acordo com seu ambiente e possíveis interferências eletromagnéticas em seus equipamentos médicos.

## 6 CONCLUSÃO

O principal objetivo deste trabalho foi alcançado, com o desenvolvimento de um sistema RFID que armazena as informações referentes as movimentações dos equipamentos dentro do centro cirúrgico e as apresenta ao usuário.

Com o estudo dos componentes de um sistema RFID, no Capítulo 2, pôde-se aprender muito sobre esta tecnologia que está em crescimento constante no mercado. O entendimento em relação a um sistema RFID após o desenvolvimento deste trabalho é muito maior.

O estudo e a discussão, Capítulo 5, realizada sobre a interferência eletromagnética de um sistema RFID em equipamentos hospitalares permitem concluir que cada caso deve ser analisado individualmente devido a diversos fatores, como a frequência do sistema, a tecnologia utilizada e até mesmo os próprios equipamentos hospitalares.

Com o desenvolvimento do sistema RFID, a integração do leitor com a *Raspberry Pi* foi feita com sucesso, através da biblioteca *NXP NFC Reader*. O programa desenvolvido identifica o equipamento associado à uma etiqueta RFID e armazena as informações no banco de dados previamente desenvolvido no *MYSQL*.

A interface *WEB* ficou simples e de fácil compreensão. Ela habilita o acesso as informações de movimentação dos equipamentos, e fornece um método de gerenciamento de equipamentos cadastrados no sistema, além do cadastro de novos equipamentos.

A implementação deste trabalho, certamente, contribui com a gestão dos equipamentos hospitalares com o foco em sua localização. Isso permite ao departamento de Engenharia Clínica controle eficaz sobre o parque tecnológico hospitalar e sua gestão, tendo a informação exata do posicionamento de cada equipamento neste ambiente.

## 7 TRABALHOS FUTUROS

Como possíveis trabalhos futuros, pode-se apontar:

- Implementar o recurso de usuário na interface WEB, de forma a restringir o acesso às informações sobre os equipamentos;
- Desenvolver um recurso de relatórios, para que o usuário possa fazer análises de movimentação de equipamentos com o objetivo de melhorar a logística dentro do centro cirúrgico;
- Facilitar o cadastro de novos equipamentos no sistema, melhorando a tela de Cadastro de Equipamentos para que ao invés de digitar o ID da etiqueta, o usuário possa apenas passar a nova etiqueta pelo leitor;
- Substituir o leitor RFID por outro que opere em UHF. Leitores que trabalham nesta faixa de frequência possuem maior alcance e consegue detectar várias etiquetas simultaneamente;
- Desenvolver um instalador para fácil configuração de novos leitores;
- Desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis para fácil acesso as informações.

## REFERENCIAS

- ALMSAEED, A. **AdminLTE Control Panel Template**, 2017. Disponível em: <<https://adminlte.io/>>. Acesso em: 21 out. 2018.
- BOOTSTRAP , 2018. Disponível em: <<https://getbootstrap.com/>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- CABRAL, C. B.; MUHLEN, S. S. Interferência eletromagnética em equipamentos eletromédicos ocasionada por telefonia celular. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, v. 18, n. 3, p. 141-149, 2002.
- CHRISTE, B. et al. RFID Usage in the Patient Care Environment. **Biomedical Instrumentation & Technology**, v. 42, n. 6, p. 479-484, nov. 2008.
- COSTA, R. D. **Bancos de Dados Relacionais**. Faculdade de Tecnologia de São Paulo. São Paulo. 2011.
- DATE, C. J. **An Introduction to Database Systems**. 8. ed. [S.l.]: Pearson Education, 2004.
- DAVIES, J. **MSP430 Microcontroller Basics**. [S.l.]: Elsevier, 2008.
- ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. **Sistemas de Banco de Dados**. 6. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2011.
- GOURLEY, D.; SAYER, M. **HTTP: The Definitive Guide**. [S.l.]: O'Reilly & Associates, 2012.
- HANADA, E.; HAYASHI, M.; OHIRA, A. **Introduction of an RFID tag system to a large hospital and the practical usage of the data obtained**. Medical Information and Communication Technology. Kamakura: IEEE. 2015. p. 108-111.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/IEC 18000-1:2008 Information technology - Radio frequency identification for item management - Part 1: Reference architecture and definition of parameters to be standardized**. [S.l.]. 2008.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/IEC 18000-1:2008, Tecnologia da Informação – RFID para gerenciamento de itens**. [S.l.]. 2008.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/IEC 15963:2009 Information technology - Radio frequency identification for item management - Unique identification for RF tags**. [S.l.]. 2009.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/IEC 18000-3:2010 Information technology - Radio frequency identification for item management - Part 3: Parameters for air interface communications at 13,56 MHz.** [S.I.]. 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/IEC 15961-1:2013 Information technology - Radio frequency identification (RFID) for item management: Data protocol - Part 1: Application interface.** [S.I.]. 2013a.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/IEC 15962:2013 Information technology - Radio frequency identification (RFID) for item management - Data protocol: data encoding rules and logical memory functions.** [S.I.]. 2013b.

KURNIANINGSIH et al. **HoMeTrack: RFID-based localization for Hospital Medicine Tracking System.** Information Technology, Computer, and Electrical Engineering. Semarang: [s.n.]. 2016. p. 449-453.

MARTINS, V. A. RFID (Identificação por Radiofrequência), 2005.

MYSQL. **MYSQL Reference Manual 5.7**, 2017. Disponível em: <<https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/>>. Acesso em: 30 out. 2017.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Radio Frequency Identification Technologies A Workshop Summary.** [S.I.]: [s.n.], 2004.

NXP SEMICONDUCTORS. **AN11480 Quick Start-up Guide for EXPLORE-NFC working with Raspberry Pi.** [S.I.], p. 24. 2018.

PEDROSO, M. C.; ZWICKER, R.; SOUZA, C. A. D. Adoção de RFID no Brasil: Um Estudo Exploratório. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 10, n. 1, p. 12-36, jan. 2009.

PÉREZ, M. M. et al. **Improving the Locating Precision of an Active WIFI RFID System to Obtain Traceability of Patients in a Hospital.** Advanced Information Networking and Applications Workshops. Crans-Montana: IEEE. 2016. p. 833-837.

RASPBERRY PI. **FAQS**, 2017. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/help/faqs/>>. Acesso em: 26 out. 2017.

RASPBIAN. **Raspbian FAQ**, 2017. Disponível em: <<http://www.raspbian.org/RaspbianFAQ>>. Acesso em: 29 out. 2017.

SETZER, V. W.; SILVA, S. C. D. **Bancos de Dados: Aprenda o que são, Melhore seu conhecimento, Construa os Seus.** São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

SHENOY, A. **Thinking in HTML.** [S.I.]: Packt Publishing, 2014.

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de Banco de Dados**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 1999.

SOPENSKY, E. The RFID-Enabled Intelligent Hospital. **IEEE Potentials**, v. 34, n. 5, p. 27-31, 4 set. 2015.

SUEHRING, S.; VALADE , J. **PHP, MySQL, JavaScript & HTML5 All-in-One For Dummies**. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc, 2013.

TOGT, R. V. D. et al. Electromagnetic Interference From Radio Frequency Identification Inducing Potentially Hazardous Incidents in Critical Care Medical Equipment. **JAMA**, 2008.

VIERA, A. F. G.; VIERA, S. D. G.; VIERA, L. E. G. **Tecnologia de Identificação por Radiofrequência: fundamentos e aplicações em automação de bibliotecas**, 2007. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/147/14702413/>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

WANT, R. An Introduction to RFID Technology. **IEEE Pervasive Computing**, v. 5, n. 1, p. 25-33, jan-mar. 2006.