

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE SÃO PAULO**

Campus São João da Boa Vista

Relatório Técnico Científico

4º ano – Curso Técnico em Informática

Prof. Breno Lisi Romano e Prof. Luiz Angelo Valota Francisco

**ANÁLISE DE VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DA  
TECNOLOGIA NFC PARA O CONTROLE DA BIBLIOTECA  
COMUNITÁRIA WOLGRAN JUNQUEIRA FERREIRA**

Aluno: Rafael Renaud Miranda

Prontuário: 1620045

São João da Boa Vista – SP

2019

## **Resumo**

Texto do resumo...

## Sumário

1	Introdução .....	5
1.1	Contextualização/Motivação .....	5
1.2	Objetivo Geral da Pesquisa .....	6
1.3	Objetivos Específicos .....	6
1.4	Estrutura do Documento.....	8
2	Desenvolvimento .....	9
2.1	Etapas para o desenvolvimento da pesquisa.....	9
	O desenvolvimento do projeto fora dividido em oito processos que resumem os tópicos citados na penúltima seção do capítulo 1. Estas fases incluem desde a captura da essência do porquê da realização da pesquisa até o desenvolvimento da programação das tecnologias ao qual serão utilizadas em um determinado espaço amostral. As conclusões e o resultado esperado são feitos com base no andamento do projeto e são apenas estruturas previsíveis. ....	9
2.1.1	Análise e fundamento de requisitos	9
2.1.2	Listagem de componentes e previsão orçamentária	10
2.1.3	Documentação e diagrama de caso de uso	11
2.1.4	Diagrama de Dados	13
2.1.5	Planejamento de Iterações	15
2.1.6	Desenvolvimento e teste de iterações	16
2.1.7	Aplicação da tecnologia e estimativa de resultados.	23
3	Conclusões e Recomendações .....	26

## Índice de Ilustrações

Figura 1- Evolução da venda anual da tecnologia RFId .....	5
Figura 2- Venn conceitual do projeto.....	6
Figura 3- Relação de uso de recursos na biblioteca I.....	9
Figura 4- Relação de uso de recursos na biblioteca II.....	10
Figura 5- Relação orçamentária de manufatura do LCP .....	10
Figura 6- Diagrama de Caso de Uso .....	11
Figura 7- Diagrama de Entidade-Relacional (DER) .....	13
Figura 8- Diagrama Lógico de Dados .....	14
Figura 9- Cronograma de Iterações .....	15
Figura 10- Rascunho frontal do protótipo .....	16
Figura 11- Rascunho superior do protótipo.....	17
Figura 12- Rascunho lateral do protótipo.....	18
Figura 13- Rascunho da traseira do protótipo .....	18
Figura 14- Carcaça final impressa em mdf. ....	19
Figura 15- Cartões NFC/RFId personalizados .....	20
Figura 16- Ligação elétrica dos resistores internos .....	20
Figura 17- Disposição Inicial de alguns componentes internos .....	20
Figura 18- Bibliotecas Dependentes do Firmware .....	21
Figura 19- Tabela de padronização de portas.....	21
Figura 20- Função principal Setup() .....	22
Figura 21- Constante da porta de comunicação Web.....	23
Figura 22- Mensagem de erro ao não conseguir conectar-se ao LCP .....	24
Figura 23- Mensagem de sucesso na conexão com o LCP .....	24
Figura 24- Mensagem de Erro sobre tag descartada .....	24
Figura 25- Mensagem de sucesso no cadastro de tag.....	24
Figura 26- Lista de registros por meio do service web phpmyadmin .....	25

# 1 Introdução

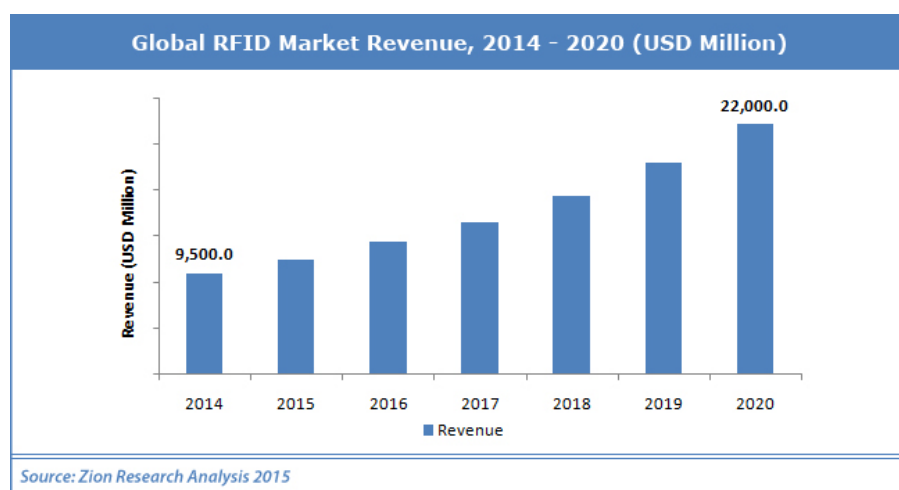
## 1.1 Contextualização/Motivação

Com seus serviços iniciados no mês de março de 2008, a biblioteca Wolgran Junqueira Ferreira abre suas portas as diversas comunidades de São João da Boa Vista, sendo seu nome proveniente de uma homenagem ao escritor e diretor da FAE (Faculdade de Administração e Economia, atual UNIFAE) [1]. A biblioteca conta com aproximadamente cerca de 10 mil exemplares e 3 mil títulos que atendem as diversas áreas de ciências exatas como engenharia, e humanas como literatura e administração.

Inicialmente, fora observado os métodos de gravação de informações como o uso de salas de estudo e computadores cuja documentação é direcionada aos órgãos governamentais. Foi notada a ausência de um método funcional e simples simultaneamente, tendo em vista que em prática todo tipo de registro do tipo é inserido manualmente em planilhas eletrônicas e aplicativos genéricos de escritório por digitação simples e direta. Concluindo-se que existe a carência de uma plataforma ágil que padronize e uniformize a tabulação destes dados e informações.

As tecnologias RFID e NFC foram apontadas como as mais viáveis para a aplicação, tendo em vista que o barateamento das tecnologias de armazenamento por radiofrequência permitiu uma abundância de produtividade no controle e no gerenciamento de apetrechos, objetos e pessoas cuja necessidade é a localização ou troca de pequenas informações. Na última década a viabilidade da aplicação deste produto no comércio e na indústria tem se tornado algo vantajoso, pois reduz o estoque, os custos de armazém e permite que os bancos de dados de inventário e logística sejam atualizados em tempo real. [2]

**Figura 1- Evolução da venda anual da tecnologia RFID**



## 1.2 Objetivo Geral da Pesquisa

Portanto, a motivação desta pesquisa tem como embasamento o estudo da viabilidade de aplicação governamental por cima desta tecnologia em setores parecidos como os mencionados acima, ou com finalidades similares. Este estudo de caso engloba como o nicho de observação o uso de tags RFID e NFC como identificadores de registro de uso de salas coletivas, mesas de estudo e computadores da biblioteca localizada no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), campus São João da Boa Vista. Esta análise engloba três importantes pontos: se a aplicação se torna economicamente aplicável, socialmente aceitável e vantajosamente funcional, sendo:

- Economicamente aplicável: se o custo-benefício é positivo para a aplicação;
- Socialmente aceitável: se a ideia e aplicação exigem treinamento e pratica fáceis de serem abordadas;
- Vantajosamente funcional: se o rendimento final da aplicação é superior em uma determinada porcentagem em relação ao rendimento antigo;

**Figura 2- Venn conceitual do projeto**



## 1.3 Objetivos Específicos

A solução encontrada para o problema acima descrito provém do uso da plataforma de prototipagem Arduino, conectada a um leitor NFC e um controlador Ethernet, que ao realizar a leitura de tags já cadastradas em uma base de dados envia seus determinados códigos ao firmware do sistema, que ao assimilar sua chave de identificação a algum recurso da biblioteca, registra o horário de entrada e saída dos alunos e visitantes que frequentam a biblioteca tal qual o curso que realizam, caso sejam

alunos. A programação deste protótipo será elaborada em base na linguagem C, tendo mesclas com outras linguagens importantes para conexão com banco de dados MySQL, sendo elas: HTML, CSS (marcação), PHP, JavaScript, JQuery e o framework Bootstrap.

O seguimento da referente pesquisa tem como principais pontos a análise de metodologias que dividem a estrutura do projeto em partes, algumas podendo ser paralelas e outras em série. São estas fases:

- a) Análise Geral dos Macro requisitos:** Listagem dos Requisitos Básicos e principais para o funcionamento do sistema.
- b) Análise Estruturada dos Requisitos:** Listagem e estudo aprofundado de todos os requisitos necessários para o funcionamento do sistema.
- c) Análise Detalhada de Requisitos Funcionais e Não-Funcionais:** Listagem e filtração dos requisitos anteriores em requisitos funcionais (necessários para o funcionamento do sistema), e não-funcionais (relacionados a personalização e parâmetros não-explicitos no sistema).
- d) Listagem dos Componentes e previsão do orçamento:** prevê o custo relativo a adquirir os componentes físicos e virtuais para o desenvolvimento do projeto. Exemplo: placas Arduino, protoboards e sensores necessários.
- e) Elaboração do Diagrama de Caso de Uso:** Realização do Diagrama de Caso de Uso com base em todos os requisitos então elaborados.
- f) Elaboração da Documentação de Caso de Uso:** Documentação e detalhamento dos casos de uso pertencentes ao Diagrama de Caso de Uso.
- g) Realização dos Diagramas de Banco de Dados:** Desenvolvimento dos diagramas de modelagem conceitual, lógica e física pertencentes ao MER (Modelo Entidade-Relacional).
- h) Listagem de Testes:** Ordenação de testes com base nos fluxos principais e alternativos da documentação de caso de uso.
- i) Planejamento de Iterações:** Tabulação dos testes criados anteriormente em um cronograma com datas e seus respectivos desenvolvedores. Metodologias ágeis podem ser adotadas aqui, como por exemplo: Kanban e Scrum.
- j) Desenvolvimento do Firmware:** Programação do firmware com base no planejamento de iterações, utilizado como plataformas de desenvolvimento o software NetBeans IDE e Arduino IDE (oficial da própria placa de programação).
- k) Validação e Testes do Firmware:** Testes das funcionalidades do sistema levando em base os casos de testes embasados e adicionados no documento de planejamento de iterações.
- l) Aplicação da Tecnologia:** Instalação da tecnologia no espaço amostral, treinamento dos usuários do sistema, inserção e conexão de atributos importantes para o funcionamento do sistema no ambiente.
- m) Análise do espaço amostral:** Análise focada nas alterações do ambiente provocadas pelo software, que vão desde fatores positivos e negativos. Detalhamento psicológico dos usuários quanto a nova tecnologia apresentada.

**n) Conclusão dos Resultados:** Documentação das considerações finais e conclusão do experimento, seguindo o padrão de metodologia científica.

#### **1.4 Estrutura do Documento**



## 2 Desenvolvimento

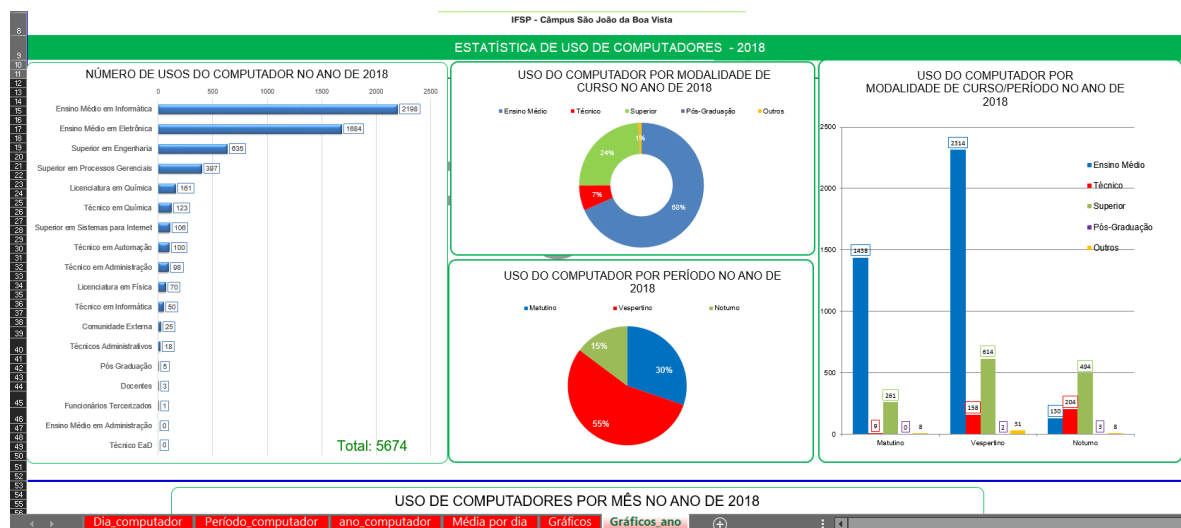
### 2.1 Etapas para o desenvolvimento da pesquisa.

O desenvolvimento do projeto fora dividido em oito processos que resumem os tópicos citados na penúltima seção do capítulo 1. Estas fases incluem desde a captura da essência do porquê da realização da pesquisa até o desenvolvimento da programação das tecnologias ao qual serão utilizadas em um determinado espaço amostral. As conclusões e o resultado esperado são feitos com base no andamento do projeto e são apenas estruturas previsíveis.

#### 2.1.1 Análise e fundamento de requisitos

Primeiramente, foi realizado uma entrevista superficial onde os pesquisadores da iniciação científica procuraram pela coordenadora superior da biblioteca da instituição, onde a mesma demonstrou a situação precária pelo qual se situava seu sistema de gerenciamento e registro de informações do local. Todos os dados eram obtidos por meio da inserção manual em uma planilha de cálculos e a praticamente todas as informações estatísticas eram feitas por um aplicativo de escritório genérico, sendo demonstrado logo de início a extrema necessidade de um sistema de gerenciamento automático.

Figura 3- Relação de uso de recursos na biblioteca I



Logo uma segunda e mais precisa reunião teria sido marcada, nela um problema crítico de comunicação foi encontrado: a dependência do sistema bibliotecário com os servidores do campus, pois uma vez que estes caíam por falta de energia ou falhas técnicas, todos os registros de empréstimos eram congelados e anotados em uma caderneta manualmente para que fosse digitado no momento em que os serviços web voltassem a funcionar. A partir desta situação foi encontrado uma nova oportunidade: a necessidade de um recurso que automatizasse as ações e que assegurasse que mesmo sem a internet os trabalhos não parassem.

**Figura 4- Relação de uso de recursos na biblioteca II**

Biblioteca Comunitária Wolgran Junqueira Ferreira IFSP - Câmpus São João da Boa Vista				
ESTATÍSTICA DE USO DE COMPUTADORES - JANEIRO - 2018				
Tipo de Usuário por Curso				
Curso	Matutino	Vespertino	Noturno	Total
Ensino Médio em Administração	0	0	0	0
Ensino Médio em Eletrônica	0	0	0	0
Ensino Médio em Informática	0	1	0	1
Técnico em Administração	0	0	0	0
Técnico em Automação	0	0	0	0
Técnico em Informática	0	0	0	0
Técnico em Química	0	0	0	0

A lógica dos problemas levou a dupla a juntar duas ideias que integravam solução de software com hardware: a criação de um sistema web para o registro automático de uso das salas tal qual a criação de gráficos e relatórios, e um leitor NFC, este, que será o foco deste relatório, conectado a um terminal de dados para a requisição de registro por meio de *tags* específicas.

### 2.1.2 Listagem de componentes e previsão orçamentária

Com base nos requisitos cobrados pelas bibliotecárias e obtendo as análises das entrevistas, os recursos foram divididos em funcionais, aqueles que são necessários para que ocorra uma funcionalidade no sistema, e os não funcionais, aqueles que são necessários, mas que não alteram fluxos no sistema, assim, sendo possível listar os recursos físicos que seriam usados para a construção do hardware NFC.

Na prévia de orçamento do modelo físico, foram calculados os preços de todos os componentes que fariam parte de um suposto protótipo, elaborado em um software CAD ao qual seria modelado com a ajuda de uma impressora laser. Foi feita uma tabulação dos valores e calculado a estimativa para adquirir os materiais necessários com base em três conhecidas e autenticadas lojas de produtos eletrônicos, sendo plausível o fato de que o orçamento mais caro se justificou pelo fato da placa-mãe base do sistema (Arduino) ser fabricado e importado originalmente da Itália.

**Figura 5- Relação orçamentária de manufatura do LCP**

Componentes	Eletrogate	Filipe Flop	Bau da Eletrônica
Protoboard 400 furos	R\$ 12,90	R\$ 13,90	R\$ 8,90
LCD 16x2	R\$ 29,90	R\$ 16,90	R\$ 15,20
3 LEDs 3mm cor vermelho	R\$ 0,30	R\$ 1,20	R\$ 0,60
3 LEDs 3mm cor verde	R\$ 0,30	R\$ 1,20	R\$ 0,60
5 LEDs 3mm cor Laranja	R\$ 0,50	R\$ 2,00	R\$ 1,00
7 LEDs 3mm azuis	R\$ 0,70	R\$ 2,80	R\$ 1,40
Jumpers - Macho/Macho - 65 Unidades	R\$ 10,90	R\$ 12,90	R\$ 16,80
2 potenciômetros Trimpot de 10KOhms	R\$ 3,80	R\$ 4,80	R\$ 3,15
3 Buzzers 5v	R\$ 5,70	R\$ 10,20	R\$ 4,00
Módulo NFC MFRC522	R\$ 28,90	R\$ 23,90	R\$ 21,50
Modulo Ethernet W5100	R\$ 54,90	R\$ 56,90	R\$ 56,60
Módulo Wi-Fi ESP8266	R\$ 22,90	R\$ 24,90	R\$ 19,71
Resistores de 330Ohms 40 unidades	R\$ 6,00	R\$ 4,80	R\$ 2,80
5 Push Buttons PBS-110	R\$ 9,00	R\$ 14,00	R\$ 4,50
Arduino Mega	R\$ 89,90	R\$ 94,90	R\$ 269,90
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 276,60</b>	<b>R\$ 285,30</b>	<b>R\$ 426,66</b>

Nesta análise, fica claro que para a montagem dos componentes, a opção mais viável é a compra pela loja Eletrogate ou pelo Baú da Eletrônica desde que a compra do Arduino em si seja feita pela primeira. A loja FilipeFlop, embora tenha uma quantidade maior de preços elevados (consultados em abril de 2019), é a que possui a melhor reputação de entrega, garantia e suporte no mercado e-commerce das três.

### 2.1.3 Documentação e diagrama de caso de uso

Foi uma das fases mais demoradas do projeto, pois passou por inúmeras alterações, pois neste momento que foi possível identificar ideias novas que alterariam o fluxo de muitos procedimentos como também muitos conflitos entre os mesmos, fora as documentações que muitas vezes partiam contra o propósito de muitas outras, sendo essas reavaliadas e discutidas sob direito de alteração.

**Figura 6- Diagrama de Caso de Uso**



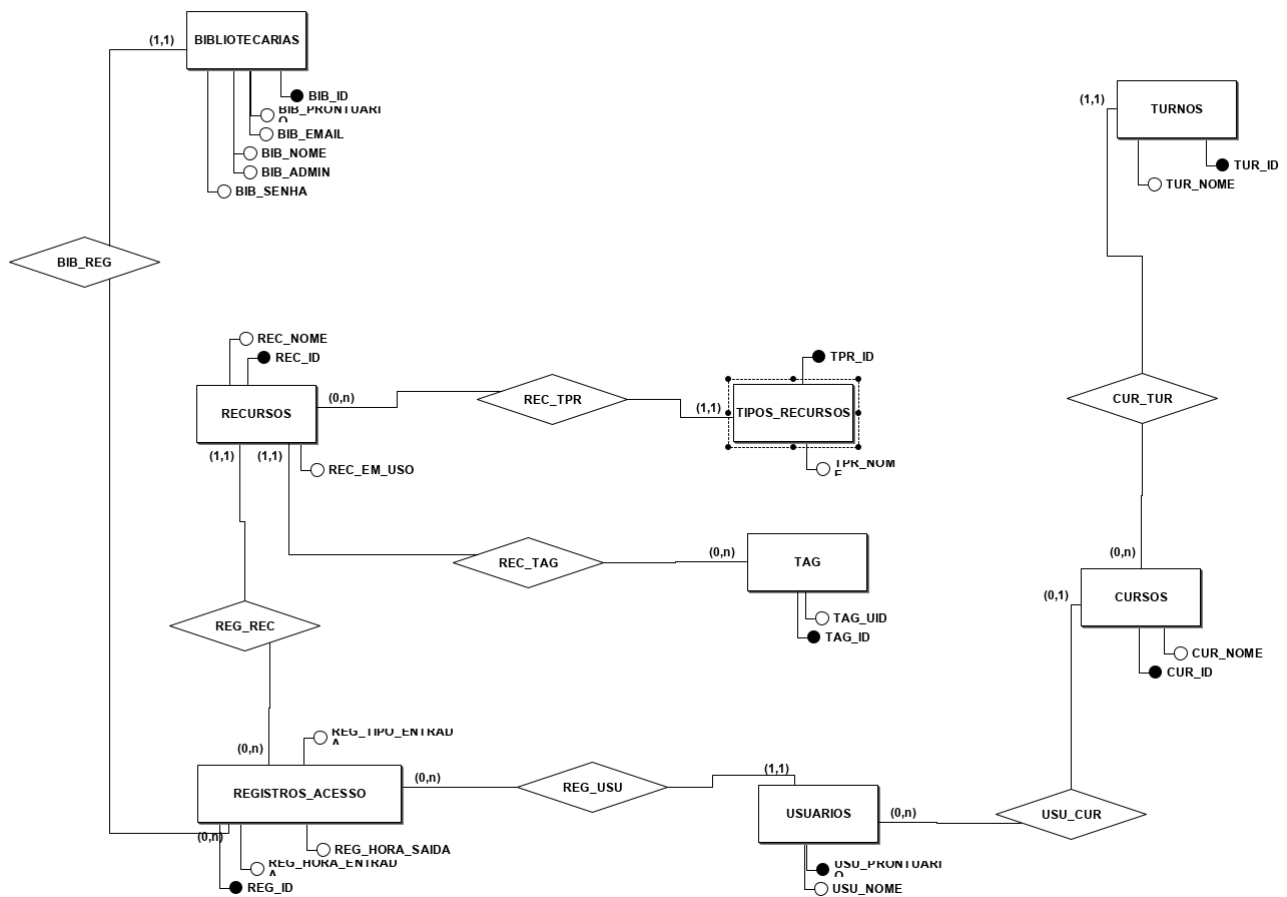
quando uma conexão seja estabelecida, estes dados sejam enviados em lote para o *host* de ligação com o banco.

#### **2.1.4 Diagrama de Dados**

Com base no documento de caso de uso, com seus determinados fluxos principais e alternativos, foram elaborados os diagramas de dados, cujos modelos se baseiam no conceitual e relacional (MER). Primeiramente foi elaborado o diagrama de entidade-relacionamento, com suas devidas entidades e atributos correspondentes. Basicamente o diagrama de banco de dados deve ser feito para que o leitor NFC seja totalmente compatível com o sistema web que será feito para as bibliotecárias, pois os atributos e entidades tratadas são idênticas em ambos, ou seja, entre o leitor NFC e o sistema web há um banco de dados, pois os primeiros não se comunicam entre si.

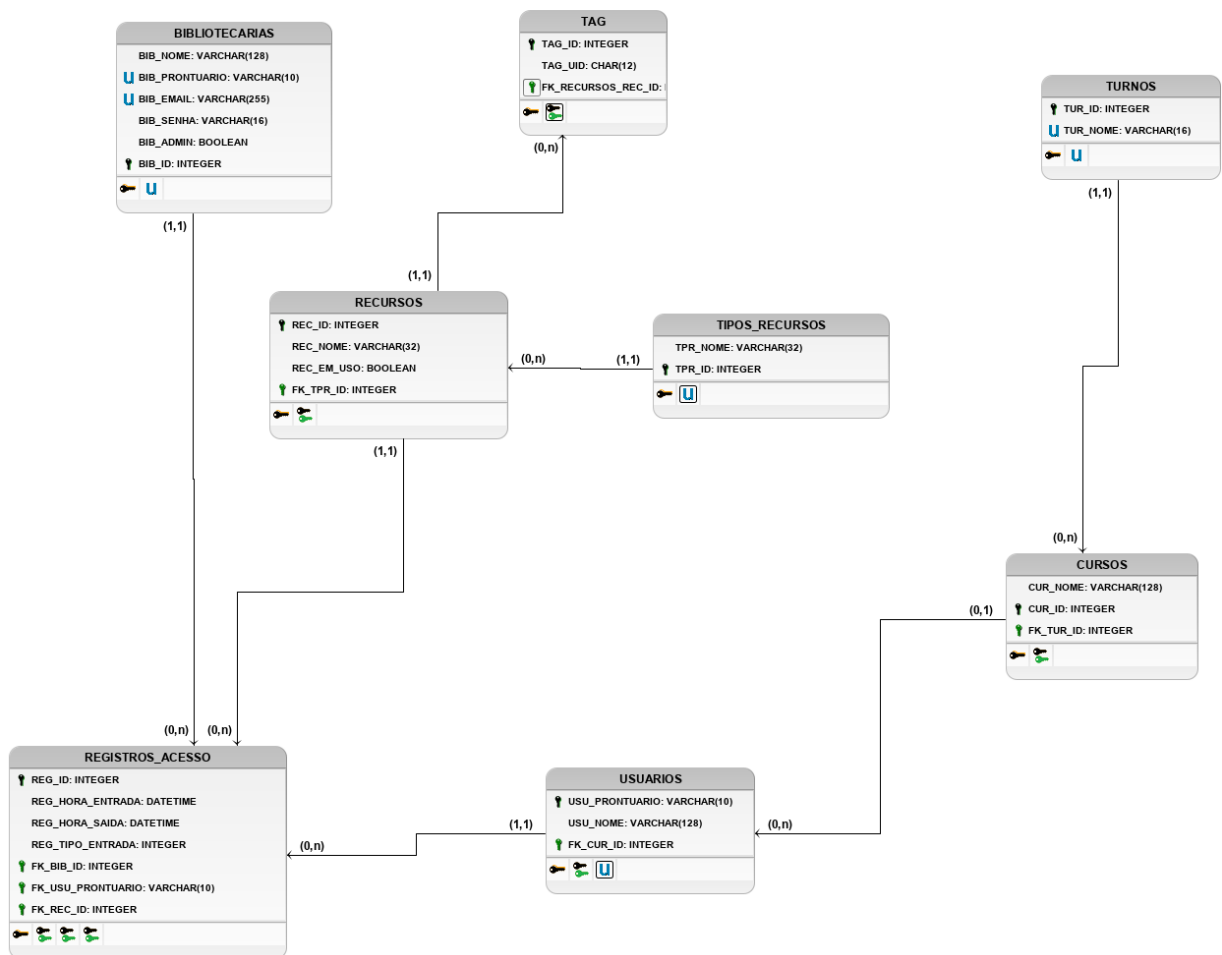
Os usuários acessíveis do sistema são apenas as bibliotecárias, pois a entidade “USUARIOS” em si, se retrata dos alunos e servidores e que utilizarão a biblioteca, mas que não acessarão ao sistema. As tags NFC serão a interface de ponte entre estes e o sistema pelo qual não fazem parte, pois a entidade “TAGS” guarda a identificação única (UID) de uma tag NFC, cada uma representando um recurso diferente da biblioteca. Ao se aproximar do leitor, este envia as informações em rede pelo Arduino Mega com Ethernet Shield com destino ao servidor de banco de dados. Este, vai receber as queries para validar se trata de uma tag existente e cadastrada. Se sim, o registro de entrada é feito, e se este já houver, realiza-se o registro de saída.

**Figura 7- Diagrama de Entidade-Relacional (DER)**



Após a conclusão deste primeiro modelo, o lógico e o físico foram convertidos. Como este relatório inclui apenas a teoria e a prática não aprofundada dos feitos, o modelo físico (o código do banco de dados) não será anexado também por questões de ética e segurança das informações que este projeto real se encontra em andamento. O modelo lógico segue o mesmo padrão, porém, ao convertermos adicionamos um atributo a mais na entidade “RECURSO”, pois cada recurso tem uma sala, e este atributo, embora não faça diferença alguma em código, pode ajudar as bibliotecárias na **filtragem dos relatórios**.

**Figura 8- Diagrama Lógico de Dados**



### 2.1.5 Planejamento de Iterações

Os planejamentos das iterações do projeto foram divididos em duas categorias: do sistema web e do leitor Arduino. Neste relatório, serão incluídas e comentadas apenas as iterações do último citado, embora a imagem em anexo descreva todas. Observou-se que era mais viável focar para as primeiras iterações os casos de uso que fossem mais importantes para o funcionamento do sistema, como o caso de uso “Registrar Tag”. Por último, foram ficando os casos de uso mais independentes e que são mais necessários para a observação final do usuário, como “Exibir mensagens de boas-vindas” e “Tratar erros”, que são testes mais visuais do que técnicos.

**Figura 9- Cronograma de Iterações**

Planejamento das iterações para o Desenvolvimento dos Casos de Uso - Módulo de Cadastros						
Iteração	Data Prevista	Categoria	Casos de Uso	Responsável	Desenvolvido ?	Testado?
#01	12/08/2019	Sistema Web	Efetuar Login	Jéssica e Rafael	OK	OK
		LCP	Registrar Tag	Jéssica e Rafael	OK	NOK
#02	26/08/2019	Sistema Web	Editar informações pessoais	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
			Efetuar Logout	Jéssica e Rafael	OK	NOK
			Acessar Tela Principal	Jéssica e Rafael	OK	NOK
		LCP	Escolher Tipo Conexão	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
			Definir configurações iniciais do LCP	Jéssica e Rafael	OK	OK
#03	09/09/2019	Sistema Web	Cadastrar Bibliotecária	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
			Gerenciar Bibliotecárias	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
			Listar Recursos Disponíveis	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
		LCP	Registrar Horário de Entrada	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
			Validar Prontuário	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
#04	30/09/2019	Sistema Web	Registrar Alunos ou servidores	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
			Registrar Visitante	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
		LCP	Registrar Horário de Saída	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
			Registrar Provisoriamente no cartão SD	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
			Registrar no Banco	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
#05	21/10/2019	Sistema Web	Recuperar Senha	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
			Gerar Relatórios Gráficos	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
			Registrar Visitante / Aluno Manualmente	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
		LCP	Apresentar Mensagem de Boas Vindas	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
			Fazer upload do cartão SD	Jéssica e Rafael	NOK	NOK
			Tratar Erros	Jéssica e Rafael	NOK	NOK

### 2.1.6 Desenvolvimento e teste de iterações

A primeira fase antes das iterações foi a elaboração de uma carcaça adaptável ao design dos componentes que seriam internos e juntados para que funcionassem como um hardware. São eles:

- Placa-Mãe Arduino Mega
- Ethernet Shield Integrado
- Módulo leitor NFC
- Módulo conector sem fio (Wi-Fi Direct ou Bluetooth)
- 7 leds
- Protoboard de 400 furos
- Display LCD de 16x2

Com base nas medidas e notações existentes, foi iniciado o processo de criação da carcaça, que primeiramente foi projetada em um desenho manual e depois digitalizada para o software AutoCAD, podendo ser exportado em um arquivo compatível de impressão a laser. Como resultado, a carcaça foi montada, vernizada, colada e perfurada nos devidos locais para a parafusagem.

**Figura 10- Rascunho frontal do protótipo**



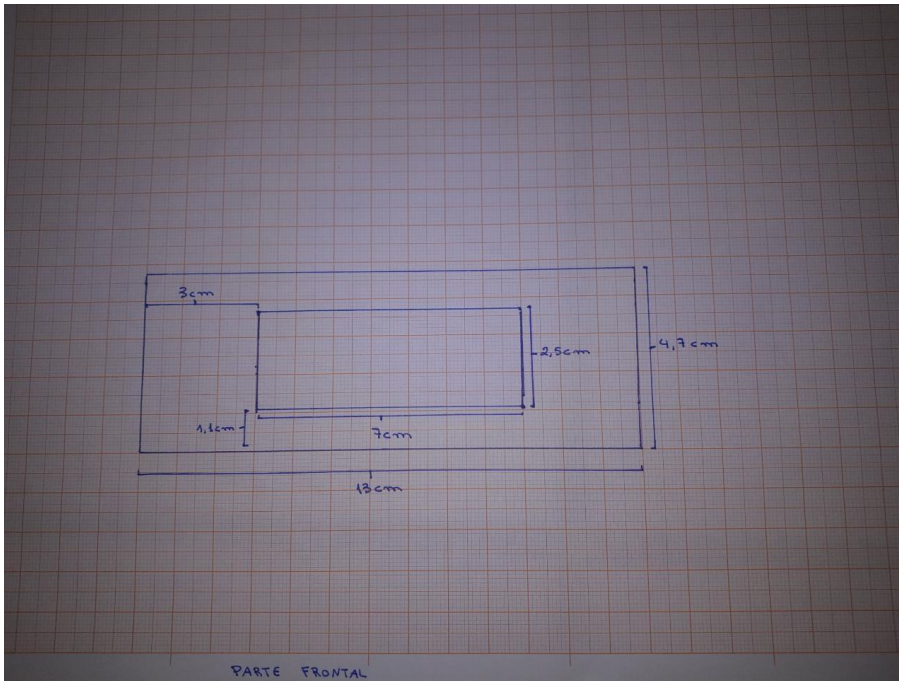
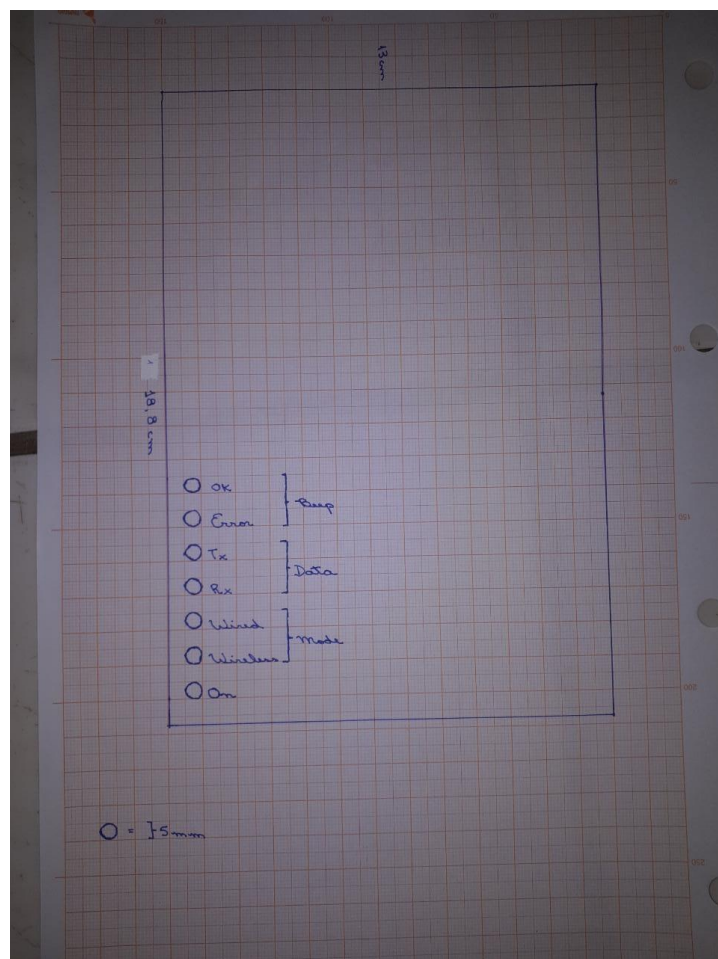
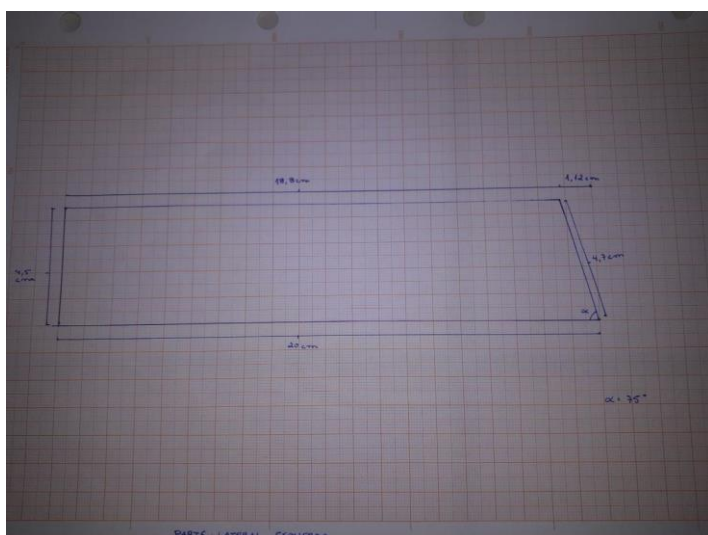


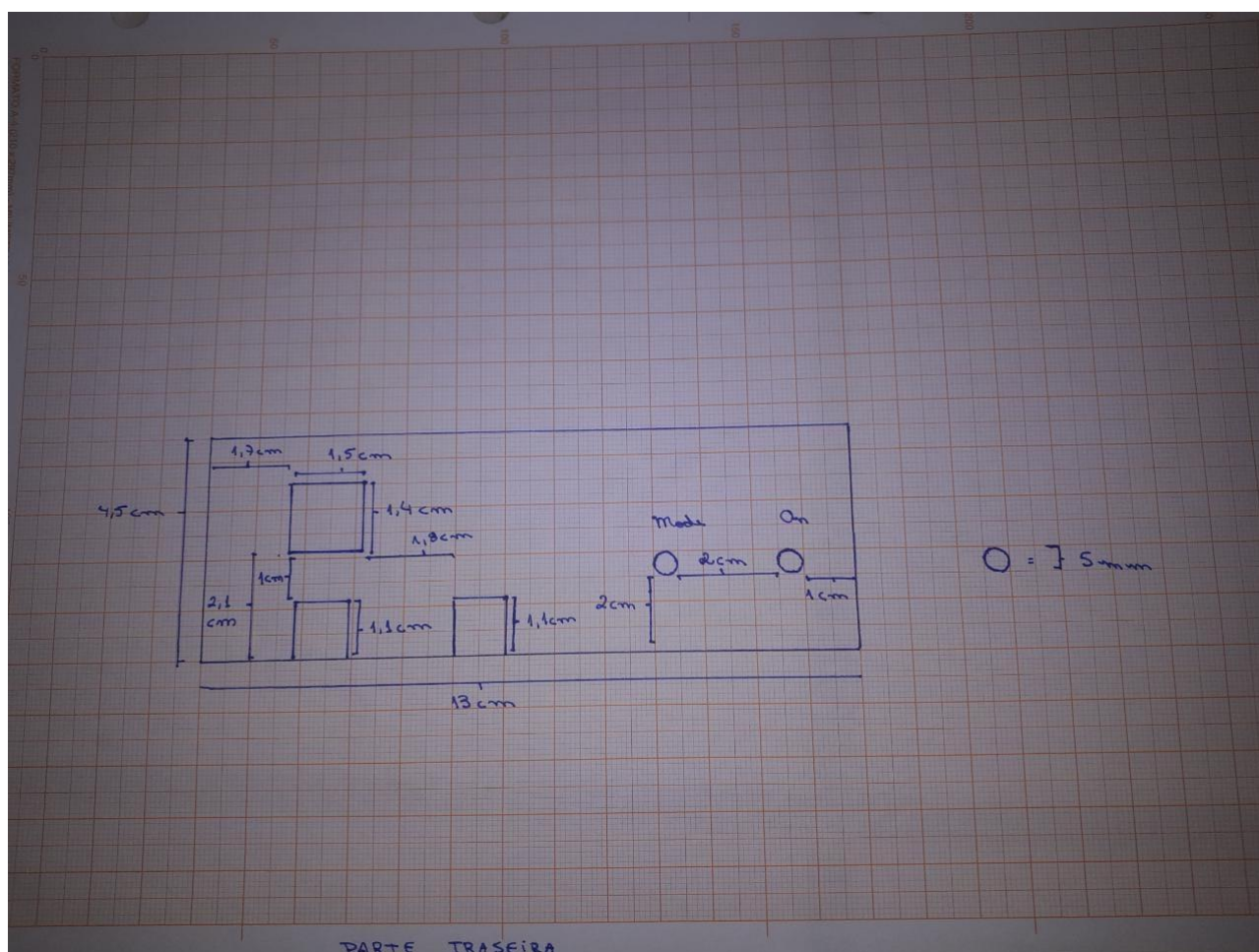
Figura 11- Rascunho superior do protótipo



**Figura 12- Rascunho lateral do protótipo**



**Figura 13- Rascunho da traseira do protótipo**



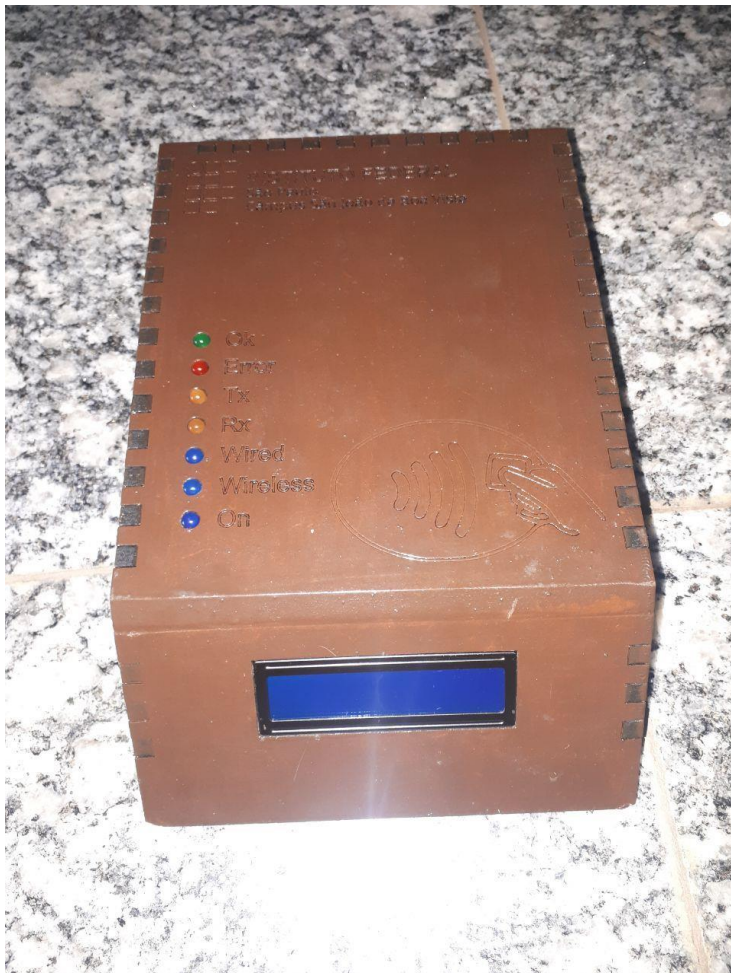
Por fim, a carcaça foi concluída e os leds de sinalização foram a primeira parte da montagem, sendo que cada um dos sete mencionados neste subtópico representam alguma informação, são elas as seguintes:



1. Led OK: cor verde, representa que o processo de leitura e envio da informação por rede foi concluída.
2. Led Erro: cor vermelha, representa que houve falha no processo de leitura e envio da informação na rede, sendo que o código do erro é exibido na tela LCD.
3. Led TX: cor laranja, é acionado quando o leitor se encontra transmitindo alguma informação por rede.
4. Led Rã: cor laranja, é acionado quando o leitor se encontra na recepção de alguma tag NFC.
5. Wired: cor azul, representa que o leitor se encontra com uma conexão do tipo Ethernet.
6. Wireless: cor azul, representa que o leitor se encontra com uma conexão do tipo Wi-Fi ou Bluetooth.
7. On: cor azul, representa se o leitor se encontra ligado ou não.

Devido um problema nos ajustes da posição dos leds, um suporte interno precisou ser feito na impressora a laser para que nenhuma das peças ficassem suspensas sob a carcaça. Por fim, a estrutura interna foi concluída, com os módulos e a placa lógica já acoplados, como descreve a imagem anexada.

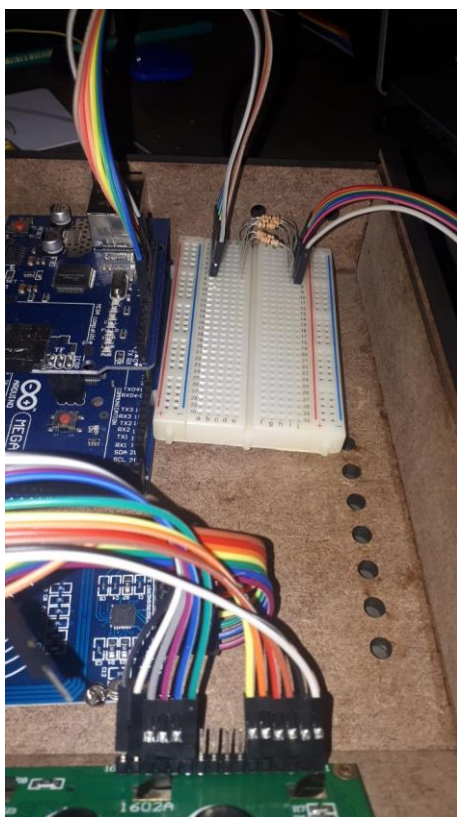
**Figura 14- Carcaça final impressa em mdf.**



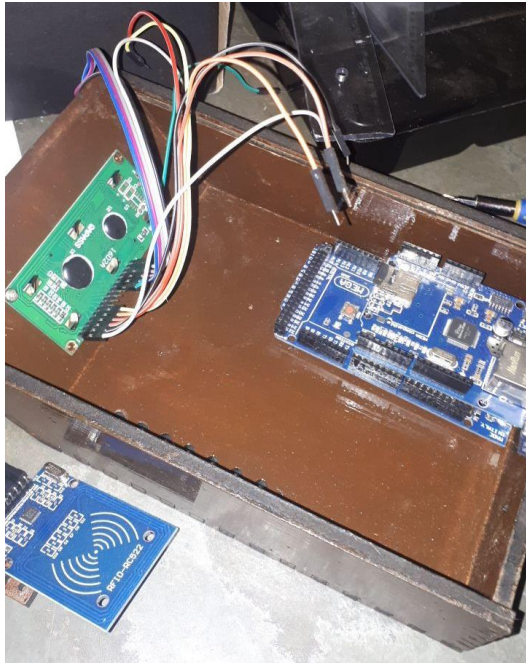
**Figura 15- Cartões NFC/RFId personalizados**



**Figura 16- Ligação elétrica dos resistores internos**



**Figura 17- Disposição Inicial de alguns componentes internos**



Primeiramente, fora ressaltado e padronizado quais seriam os pinos padrões dos componentes internos, sendo todos eles detalhados no cabeçalho do código como constantes e todos com codinome em letras maiúsculas, podendo ser alteradas apenas na única linha de código pelo qual corresponde suas constantes.

**Figura 18- Bibliotecas Dependentes do Firmware**

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <Ethernet.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <SD.h>
```

Para o funcionamento correto da placa lógica, recomenda-se que todas as bibliotecas citadas abaixo estejam em uso e que os pinos estejam devidamente interligados conforme a tabela de padronização manual. Além disso, fora definido o pino 4 como o pino padrão do controle de brilho, podendo ser controlado manualmente ou futuramente ser interligado por um potenciômetro para que seja possível o controle do contraste do display LCD.

**Figura 19- Tabela de padronização de portas**

Padronização de Portas e Pinos - Rainbow LCP v. 0.6		
Módulos e Componentes	Portas de Comunicação	Portas Especiais
Ethernet	Integrado a placa	-
NFC	5 - RESET / 50- MISO / 51- MOSI / 52- SCK / 53- SDA	GND / 3.3v
Led OK	6	GND
Led Error	7	GND
Led Tx	8	GND
Led Rx	9	GND
Led Wired	10	GND
Led Wireless	11	GND
Led On	12	GND
Beep Buzzer	13	GND
On/Off Button	3	GND
Mode Button	2	GND
LCD	4- POTENCIOMETRO / 22- RS / 23 - E / 24- D4 / 25- D5 / 26- D6 / 27- D7	GND / 5v

De forma técnica, o Arduino é a placa-mãe central do componente, responsável por fazer um boot de check-up em todos os outros componentes do hardware. Esta função é a primeira a ser realizada quando o aparelho é ligado, cujas subfunções se encontram dentro da função principal `setup()`. Ao realizar o teste de todos os componentes existe os testes de conexão e inicialização dos serviços e variáveis do sistema, como por exemplo a obtenção de um IP para o leitor uma vez que este se encontra conectado em rede.

**Figura 20- Função principal Setup()**

```
void setup()
{
    inicializaLedsBuzzer();
    inicializaButtonLCD();
    allLedsTest();
    beepOK();
    bootMessage();

    inicializaVariaveis();
    inicializaEthernetSD();
    inicializaNFC();
    serverConnect();
    beepOK();

    getIP();
    getStorage();
    waitingTagMessage();
}
```

Existe a necessidade de o leitor estar conectado em um gateway ou dispositivo de distribuição como um switch, pois ele necessita ter uma ponte de conexão direta ou indireta com um roteador capaz de atribuir uma identificação lógica por meio do serviço de DHCP, suportado pelo firmware da placa de rede do dispositivo. Por fim, realiza-se a conexão com o servidor ou host final, que é o

computador de destino pelo qual se encontra o serviço MySQL junto ao servidor HTTP e o sistema web de gerenciamento das bibliotecárias.

A porta de comunicação entre estes hosts foi experimentalmente testada na numeração 80 por padrão, porém devido restrições do campus quanto ao uso desta porta, foi atribuída o padrão da porta 3000, podendo ser facilmente alterada em código por meio de uma única constante, denominada “SERVER\_PORT”. O endereço IP da máquina de destino ou servidor também deve ser declarado em linha de código. Em atualizações futuras, pretende-se criar um sistema web embarcado no próprio Arduino que seja capaz de configurar todas essas variáveis fixas e globais por meio de uma interface visual e totalmente gráfica, como um sistema operacional do próprio aparelho, podendo ser acessada com um “user” e “password” definidos pelo usuário administrador. Neste sistema, seria possível realizar o acesso, controlar data e hora, alterar ip fixo e automático, porta de conexão, ip do servidor, nome do banco de dados assim como o usuário e senha do mesmo.

**Figura 21- Constante da porta de comunicação Web**

```
#define SERVER_PORT 80
```

Este sistema operacional, que poderia ser acessado via browser, tem o provável nome de: PrismaOS, proveniente do nome Prisma, responsável por gerar as cores do espectro visível quando refratar a luz branca, estas cores têm ligação com o nome Rainbow (arco-íris do inglês), dado ao leitor NFC protótipo devido as cores diversas que possuem em seu interior.

### **2.1.7 Aplicação da tecnologia e estimativa de resultados.**

A aplicação final do protótipo se dá após a apresentação do mesmo no evento CONICT 2019, um Congresso de Iniciação Científica que reúne ideias do tipo, relacionadas a adoção de tecnologias inclusivas em determinados cenários. Estima-se que a aplicação deste projeto contribua na agilidade da burocracia e dos processos de registro do uso da biblioteca do instituto, tendo em vista que os procedimentos de check-in e check-out são automatizados e registrados pelo Arduino e exibidos e coletados pelo sistema web da biblioteca, ambos com uma conexão de ponte com o banco de dados MySQL.

Porém, muitos processos devido ao curto tempo não foram concluídos com sucesso além de ideias que surgiram após a finalização da documentação que descreveria como o hardware e o software do sistema comportaria, como por exemplo o PrismaOS, ideia que não possível ser colocada em prática, o que fica para um próximo estudo de caso.

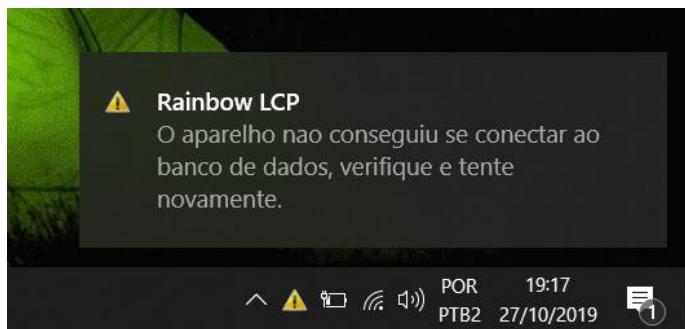
Notaram-se ausentes muitas iterações necessárias para o bom funcionamento do sistema, como os casos de uso que dizem a respeito do registro de emergência em um cartão micros em casos de desconexão com o banco de dados, para quando a conexão fosse estabelecida novamente, os



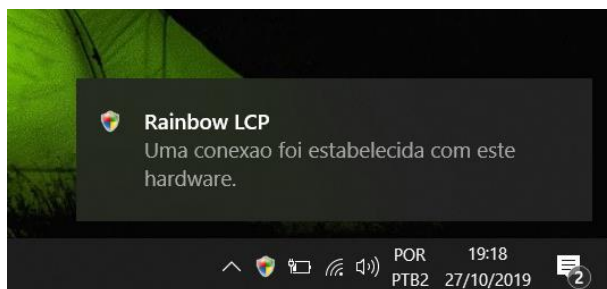
comandos SQL armazenados na memória do dispositivo fossem enviados em um T-SQL ou Trigger SQL, onde um gatilho de informações seria disparado assim que a conexão fosse estabelecida. Das cinco iterações, apenas 2,5 delas (cerca de 50% do projeto) foi concluída a muito custo, sendo possível testar e garantir apenas que as funcionalidades básicas de cadastro de tags e componentes internos estariam funcionando corretamente.

Por outro lado, a execução de cadastro das tags foi concluído com sucesso, chegando a inserir informações como a UID da tag no banco de dados e exibindo uma notificação com som e mensagem ao usuário cujos testes foram realizados no sistema operacional Windows 10 de 64-bit.

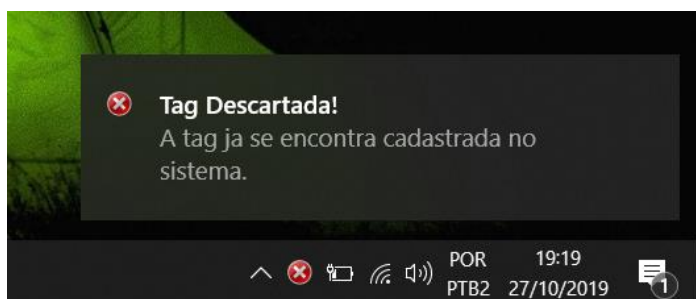
**Figura 22- Mensagem de erro ao não conseguir conectar-se ao LCP**



**Figura 23- Mensagem de sucesso na conexão com o LCP**



**Figura 24- Mensagem de Erro sobre tag descartada**



**Figura 25- Mensagem de sucesso no cadastro de tag**

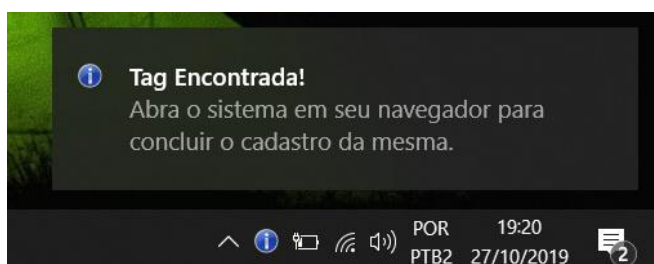




Figura 26- Lista de registros por meio do service web phpmyadmin



				TAG_ID	TAG_UID	FK_RECURSOS_REC_ID
<input type="checkbox"/>	 <a href="#">Edita</a>	 <a href="#">Copiar</a>	 <a href="#">Apagar</a>	15	08 02 AE CF	NULL
<input type="checkbox"/>	 <a href="#">Edita</a>	 <a href="#">Copiar</a>	 <a href="#">Apagar</a>	16	08 7D 3C 81	NULL
<input type="checkbox"/>	 <a href="#">Edita</a>	 <a href="#">Copiar</a>	 <a href="#">Apagar</a>	17	08 0A 90 0E	NULL

 ☐ [Marcar todos](#) *Com os seleccionados:*  [Edita](#)  [Copiar](#)  [Apagar](#) 

Em primeira instância, o sistema ao realizar uma conexão com o computador emite uma chamada de notificação via PHP e Batch, logo se a notificação confirmando a conexão não surgir, o aparelho não conseguiu se conectar por motivos que podem ser desde a má conexão do aparelho ou má configuração do IP de destino como também sistema operacional não compatível ou firewall bloqueando a conexão.

Ao ler uma tag, a UID é enviada via POST ao host de destino, que confirma o pacote e executa os dados em um PHP interligado a um banco de dados MySQL (via PDO com try e catch). Após a inserção, uma notificação Batch confirma a inserção no banco por meio de uma mensagem, caso contrário, a mesma também exibe e informa o usuário sobre o ocorrido.

A aplicação do protótipo ainda não se deu devido imprevistos, porém espera-se que seja bem acolhida e adotada, tanto pela sua viabilidade quanto pela praticidade, tendo em vista que tags NFC possuem um custo extremamente baixo e proveria uma facilidade muito grande na geração dos relatórios gráficos e na inserção de informações no sistema web da biblioteca de forma automática. Além disso, o módulo wireless não foi adaptado ao hardware, por isso foi retirado do protótipo no processo de estudo, podendo ser ele futuramente implementado seja via Bluetooth ou Wi-Fi Direct.

### 3 Conclusões e Recomendações

Foi evidente a necessidade de um sistema que garantisse a agilidade de processos e a produtividade quanto a documentação de estatísticas da biblioteca comunitária Wolgran Junqueira Ferreira. A carência de uma tecnologia avançada que automatizasse tais processos justificou tal hipótese para que a pesquisa fosse realizada a fim de construir uma base de conceitos sobre a aplicação e a viabilidade de tais tecnologias no cenário pelo qual foi realizado este estudo de caso.

Sendo assim, tal estudo fora dividido em duas vertentes: a que estudou o sistema de software bibliotecário (não retratado com aprofundamento neste relatório), e o sistema de hardware (o leitor NFC conectado ao banco de dados da biblioteca). O objetivo específico deste relatório e deste projeto foi estudar a viabilidade de aplicação de um leitor NFC baseado em Arduino e linguagem C integrado a um sistema web capaz de agilizar processos de registro e estimativa de uso das salas da biblioteca do instituto.

Para isso, foi necessário primeiramente realizar importantes reuniões e entrevistas a fim de identificar primeiramente quais seriam os macro requisitos do usuário final, no caso as bibliotecárias. A partir de reuniões futuras novos requisitos surgiram e a partir dele, gerado os micro requisitos, sendo estes divididos em funcionais essenciais para o sistema e não-funcionais atrativos.

Após tal procedimento e documentação dos mesmos, com o diagrama de caso de uso concluído e seus determinados fluxos definidos, foi estruturado o diagrama de dados com base nos modelos de entidade relacional (MER), formulando assim o conceitual e o lógico de cada um deles. Após as devidas atualizações o modelo físico (banco em código SQL) foi gerado, sendo este script o oficial para a execução de testes.

Com a estrutura de dados e requisitos já feitos, o desenvolvimento dos códigos foi iniciado com base no cronograma de iterações, cujo progresso não chegou a margem dos 80% de testes realizados e concluídos com sucesso por questões relacionados a ausência e mal-uso do tempo cujo ponto foi negativo para o projeto, pois se o tempo estimado para cada atividade fosse previamente calculado e organizado desde o início, com certeza o projeto teria alcançado percentuais maiores de conclusão.

O projeto não chegou a fase final de implementação e estudo na tecnologia no cenário final, porém um ponto positivo foi o estudo da viabilidade durante o próprio desenvolvimento, sendo possível estimar o custo de aplicação do mesmo. A manufatura, retirando as manutenções corretivas e preventivas do LCP, ficaria em torno de aproximadamente R\$ 329,52 por compra. Logo o projeto pode ser consideravelmente viável para aplicação, tendo em vista que adquirir o hardware é um fator único e que não requer compras adicionais de material, desconsiderando o valor das manutenções, atualizações de software futuras e os cartões NFC, que chegam a custar aproximados R\$2,57 se

realizada uma cadeia de produção fixa entre o vendedor e o comprador. Vale ressaltar que os cartões utilizados foram da marca Mifare de 13,56MHz, e que, por segurança não foram trocados por etiquetas plásticas RFID simples.

Novas ideias e conceitos também surgiram durante o processo, como já citado no desenvolvimento, surgiu a curiosidade de que o sistema seria muito mais dinâmico se tivesse um sistema operacional web já embarcado no armazenamento microSD do Arduino. O sistema cujo nome tinha como PrismaOS foi uma ideia e rascunho de projeto que sequer chegou a ser colocado em prática, e que com absoluta certeza, é essencial para o funcionamento do hardware de forma dinâmica, pois assim ele poderia ser usado não apenas na biblioteca, mas em qualquer local que necessitasse de um registro e controle de acesso, sendo um sistema adaptável a maioria dos casos.

## Referências Bibliográficas

[1] <https://www.sbv.ifsp.edu.br/biblioteca>

[2] <https://clutejournals.com/index.php/JABR/article/view/1490>

[x] LANDT, Jeremy. “The History of RFID”, Volume: 24 , [Issue: 4](#) , Oct.-Nov. 2005.  
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1549751> Acesso em 23-08-2019 15:28

[y] STOCKMAN, Harry. “Communication by Means of Reflected Power”, 1948.