



Centro Universitário de Brasília – UniCEUB
Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais
Aplicadas – FATECS

DANIEL FREITAS PEREIRA

**SISTEMA INTELIGENTE TARIFÁRIO PARA VEÍCULOS
PÚBLICOS**

**Brasília
2017**

DANIEL FREITAS PEREIRA

**SISTEMA INTELIGENTE TARIFÁRIO PARA VEÍCULOS
PÚBLICOS**

Monografia apresentada como requisito para conclusão do curso de Bacharelado em Engenharia da Computação pela Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas do Centro Universitário de Brasília – UniCEUB.

Orientador: Prof. MsC, Francisco Javier De Obaldía Diaz.

**Brasília
2017**

Agradeço aos meus amigos: João Marcos, Flávio Mota, Rodrigo Nicole, Roger Silva e Medice Bruno por estarem ao meu lado em toda trajetória até a graduação, familiares principalmente meu primo: Bruno Henrique, professores no geral, Coordenador do curso: Abiezer Fernandes, minha namorada: Tayane Gonçalves e meus pais: Denise Tavares Freitas e Elias da Silva Pereira, por acreditarem em mim.

“Algo só é impossível até que alguém duvide e acabe provando o contrário” (Albert Einstein).

Brasília
2017

DANIEL FREITAS PEREIRA

**SISTEMA INTELIGENTE TARIFÁRIO PARA VEÍCULOS
PÚBLICOS**

Relatório final, apresentado ao Centro
Universitário de Brasília - UniCEUB, como
parte das exigências para a obtenção do
Título de Graduado no Curso de
Engenharia da Computação.

Local, _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. (Nome do orientador)
Afiliações

Prof. (Nome do professor avaliador)
Afiliações

Prof. (Nome do professor avaliador)
Afiliação

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Crescimento desordenado do valor das tarifas de transporte.....	19
Figura 02 – Sistema de catraca com câmeras instaladas em ônibus público São Paulo.....	28
Figura 03 – Modelo de catraca com a tecnologia biométrica facial em Fortaleza.....	29
Figura 04 - Sistema localizador veicular GPS.....	38
Figura 05 - Esquemático do sistema SIG.....	39
Figura 06 - Aplicação do sistema SIG-T.....	42
Figura 07 - Representação do funcionamento GSM.....	43
Figura 08 - Base Station Controller.....	44
Figura 09 - <i>Basic GSM/GPRS network architecture</i>	46
Figura 10 - Representação do funcionamento GPRS.....	48
Figura 11 - Modelo de Von Neumann.....	49
Figura 12 - Arquitetura Von Neumann x Harvard.....	51
Figura 13 - Microcontrolador Atmega 2560.....	52
Figura 14 - Placa Arduino Mega 2560.....	55
Figura 15 - Conectores de alimentação, placa Arduino.....	56
Figura 16 - Localização da placa ATMEGA.....	57
Figura 17 - Estrutura da placa Arduino Mega 2560.....	58
Figura 18 - Download do Programa Arduino Software(IDE).....	59
Figura 19 - Extraíndo arquivo.....	59
Figura 20 - Arquivo arduíno do tipo Aplicativo.....	60
Figura 21 - Funções para o programa funcional Arduino 1.6.0.....	61
Figura 22 - Ferremantas da área de trabalho do Software IDE.....	63
Figura 23 - Funcionamento da tecnologia RFID.....	64
Figura 24 - Representação do módulo RFID com suas conexões ao microcontrolador.....	65
Figura 25 - Etiqueta eletrônica RFID fabricada pela <i>Texas Instruments</i>	66
Figura 26 - Representação dos tipos de Tags.....	69
Figura 27 - Troca de informações entre antena e etiqueta RFID.....	70
Figura 28 - Anatomia do <i>Smart Card</i>	72

Figura 29 - Representação do código de barras.....	73
Figura 30 - Leitor móvel x fixo.....	74
Figura 31 - Leitor UHF e tag UHF se comunicando com o microcontrolador.....	75
Figura 32 - Representação do PDA (<i>Personal Digital Assistants</i>).....	76
Figura 33 - Funcionamento do portal RFID.....	77
Figura 34 - Processo da Energização da Etiqueta.....	79
Figura 35 - Gravando informações da etiqueta e demonstrando em um display LCD.....	80
Figura 36 - Relação entre campos e a distância da antena.....	81
Figura 37 - Distâncias dos campos em função da frequência.....	81
Figura 38 - Classificação das frequências do sistema RFID.....	82
Figura 39 - Representação do middleware e suas conexões.....	85
Figura 40 - Representação das redes WAN,MAN e LAN.....	89
Figura 41 – Escopo do Protótipo.....	91
Figura 42 – Diagrama de Fases.....	92
Figura 43 – Planejamento do Protótipo.....	93
Figura 44 – Os dois Módulos RFID.....	94
Figura 45 – Buzzer.....	94
Figura 46 - Módulo GSM-SIM800L.....	95
Figura 47 – LED,s Convencionais.....	96
Figura 48 – Display LCD 20x4.....	96
Figura 49 – Módulo GPS NEO-6M.....	97
Figura 50 – Conexão da Plataforma Arduino MEGA.....	98
Figura 51 – Conexão GPS NEO-6M.....	99
Figura 52 - Conexão GSM SIM800L.....	100
Figura 53 – Conexão RFID RC-522.....	101
Figura 54 – Conexão Display LCD 20x4.....	102
Figura 55 – Conexão Buzzer.....	103
Figura 56 – Conexão do LED Convencional Vermelho e Azul	103
Figura 57 – Circuito Geral da Montagem do Protótipo.....	104
Figura 58 – Cadastramento da Tag.....	106

Figura 59 – Numeração da Tag Visualizado no Display LCD 20x4.....	107
Figura 60 – Acesso Permitido e a Latitude e Longitude.....	107
Figura 61 – Acesso Negado Tag Não Cadastrata.....	108
Figura 62 – Acesso do Cartão Identificado e Permitido Pelo Sistema.....	109
Figura 63 – Visualização do Monitor Serial Fazendo o Sistema de Acesso.....	110
Figura 64 – Uma Visão da Simulação o Google Maps.....	111
Figura 65 – Monitor Serial com Informação do Módulo GPS NEO-6M.....	112
Figura 66 – SMS Enviado do Local de Entrada e Saída e o Valor Da Tarifa.....	113
Figura 67 – Configurando o Divisor de Tensão.....	114
Figura 68 – Controle de Acesso RFID.....	116
Figura 69 – Controle das Localidades com o Módulo GPS.....	117
Figura 70 – Controle das Localidades com o Módulo GSM.....	118

LISTA DE ABREVIATURAS

APTS.....	<i>Advanced Public Transport Systems</i>
ATIS.....	<i>Advanced Traveler Information System</i>
ATMS.....	<i>Advanced Traffic Management Systems.</i>
AVCS.....	<i>Advanced Vehicle Control Systems.</i>
AUC.....	<i>Authentication Center</i>
AM.....	<i>Rigid Acousto-Magnetic Tags</i>
API.....	<i>Application Programming Interface.</i>
BSS.....	<i>Base Station Subsystem</i>
BTS.....	<i>Base Transceiver Station</i>
BSC.....	<i>Base Station Controller</i>
Bytes.....	<i>Size or Amount of Memory</i>
CEPT.....	<i>Conference of European Post and Telegraphs</i>
CISC.....	<i>Complex Instruction Set Computer</i>
CPU.....	<i>Central Processing Unit</i>
CC.....	<i>Direct Current</i>
CTB.....	<i>Brazilian Traffic Code</i>
DARPA.....	<i>Defense Advanced Research Projects Agency.</i>
EIR.....	<i>Equipment Identity Register</i>
EEPROM.....	<i>Programmable Read Only Memory</i>
EPC.....	<i>Electronic Product Code</i>
EM.....	<i>Electromagnetic Tags</i>
EUA.....	<i>United States of América</i>
EDI.....	<i>Lectronic Data Interchange</i>
E/S.....	<i>Memory-Mapped</i>
EAS.....	<i>Electronic Product Surveillance</i>
GPS.....	<i>Global Positioning System</i>
GPRS.....	<i>General Packet Radio Service</i>

GSM.....*Global System for Mobile Communications*
GEIPOT.....*Brazilian Transport Planning Company*
GMSC.....*Gateway M3bile Switching Center*
GPR.....*General Purpose Registrars*
GND.....*Reference Voltage 0*
HLR.....*Home Location Register*
HF.....*High Frequency*
ITS.....*Intelligent Transportation System*
ID.....*Identity*
IoT.....*Internet of Things*
IDE.....*Integrated Development Environment*
ISO.....*International Standards Organization*
ICMP.....*Internet Control Message Protocol*
IP.....*Internet Protocol*
IBM.....*Internacional Business Machines*
KHz.....*Power Meter Unit Kilo-Hertz*
K.....*Unit of Massa – Kilo*
kB.....*kilobyte*
k Ω*Kilo-Ohm*
LED.....*Light-Emitting Diode*
LF.....*Low Frequency*
LAN.....*Local Area Network*
MSC.....*M3bile Switching System*
MCU.....*Micro Controle Unit*
MAN.....*Metropolitan Area Network*
MHz.....*Power Meter Unit Mega- Hertz*
NAVSTAR.....*Defense Navigation Satellite System*
NSS.....*Network and Switching Subsystem*
OMS.....*Operations and Maintenance System*
OSI.....*Open Systems Interconnection*

PIC.....*Integrated Peripheral Controller*
PDA.....*Personal Digital Assistant*
PWM.....*Pulse Width Modulation*
RFID.....*Radio Frequency Identification*
RISC.....*Reduced Instruction Set Computer*
RAM.....*Random Access Memory*
RF.....*Radio Frequency Labels*
SQL.....*Structure Query Language*
SPTRANS.....*Public Transport System by Bus in São Paulo*
SAAT.....*Automated Tariff Collection System*
SIG.....*Geographic Information System*
SIG-T.....*Geographic Information Systems applied to Transportation*
SRAM.....*Static Random Access Memory*
SFR.....*Special Function Register*
SOAP.....*Simple Object Access Protocol*
SOA.....*Service Oriented Architecture*
SPE.....*Special Purpose Company*
SBA.....*Automatic Ticheting System*
STPC.....*Public Transport System Collective*
TPUO.....*Urban Public Transport by Bus*
Tag.....*Electronic Labels*
TCP.....*Transmission Control Protocol*
ULA.....*Arithmetic Logic Unit*
UHF.....*Ultra Frequency*
USB.....*Universal Serial Bus*
UDP.....*User Datagram Protocol*
VLR.....*Visitor Location Register*
XML.....*Extensible Markup Language*
WAN.....*Wide Area Network*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Motivação	18
1.2	Objetivo Geral	20
1.3	Objetivos Específicos	20
1.4	Justificativa e Relevância	20
1.5	Trabalhos Correlatos	21
1.6	Escopo do Trabalho	22
1.7	Resultados Esperados	23
1.8	Estrutura do Trabalho	23
2	APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	25
2.1	Seguranças nos Transportes Públicos.....	25
2.1.0	<i>O Próprio Transporte</i>	25
2.1.1	<i>Roubos e Furtos</i>	25
2.1.2	<i>Assaltos</i>	26
2.1.3	Aumento de Passagem	26
2.2	Soluções Existentes	28
2.3	Benefício do Dispositivo e suas Restrições	29
3	REFERENCIAL TEÓRICO	31
3.1	Transporte Urbano e Transporte inteligente ITS	31
3.2	Transporte Público Urbano por Ônibus (TPUO)	33
3.3	Vantagens e Desvantagens do Transporte Público	33
3.4	Sistema de Posicionamento Global GPS.....	35
3.4.1	<i>Funcionamento do modulo GPS</i>	36
3.4.2	<i>Sistema de Informação Geográfica SIG</i>	39
3.4.3	<i>Sistema de Informação Geográfica de Transporte SIG-T</i>	40
3.5	Tecnologia GSM	42

3.5.1	Arquitetura da Rede GSM.....	43
3.5.2	Módulo GPRS.....	46
3.6	<i>Arquitetura do Computador.....</i>	49
3.6.1	Arquitetura Von Neumann.....	49
3.6.2	Arquitetura Harvard.....	50
3.7	<i>O Microcontrolador.....</i>	51
3.7.1	<i>Arquitetura do Microcontrolador.....</i>	53
3.8	Microcontrolador Arduino MEGA 2560 R3.....	54
3.8.1	<i>Especificações Técnicas.....</i>	55
3.8.2	<i>Introdução Software –IDE.....</i>	58
3.8.2.1	<i>Informações Gerais.....</i>	58
3.8.3	<i>Sketches.....</i>	62
3.9	Conhecendo a Ferramenta.....	62
3.9.1	<i>Tecnologia RFID.....</i>	64
3.9.2	<i>Etiquetas Eletrônicas.....</i>	65
3.9.2.1	<i>Tags RFID.....</i>	67
3.9.2.2	<i>Formas de apresentação.....</i>	70
3.9.2.3	<i>Cartões Magnéticos.....</i>	71
3.9.2.4	<i>Leitor RFID.....</i>	73
3.9.2.5	<i>Portal RFID.....</i>	77
3.9.2.6	<i>Energizando a Etiqueta.....</i>	78
3.9.2.7	<i>Gravando os Dados na Etiqueta.....</i>	79
3.9.2.8	<i>Antenas.....</i>	80
3.9.3	<i>Frequência de Operação.....</i>	81
3.9.4	<i>Componentes Lógicos.....</i>	82
3.9.5	<i>Middleware.....</i>	83
3.9.6	<i>Vantagens e Desvantagens da tecnologia RFID.....</i>	86
3.9.7	<i>Redes de Computadores.....</i>	87

4	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	91
4.1	Escopo do Protótipo.....	91
4.2	Diagrama de fases.....	92
4.3	Planejamento do Protótipo.....	92
4.4	Apresentação dos Módulos.....	93
4.5	Conexão dos Módulos na plataforma Arduino Mega	97
4.5.1	<i>Conexão do GPS NEO-6M</i>	99
4.5.2	<i>Conexão do GPRS/GSM-SIM800L</i>	100
4.5.3	<i>Conexão do RFID RC-522</i>	101
4.5.4	<i>Conexão do display LCD 20X4</i>	102
4.5.5	<i>Conexão do Buzzer</i>	103
4.5.6	<i>Conexão do LED convencional vermelho e azul</i>	103
4.5.7	Conexão Geral do Sistema de Catraca Eletrônica	104
5	TESTE DO PROTÓTIPO	106
5.1	Teste do Módulo: RFID-RC522.....	106
5.2	Teste do Módulo: GPS NEO 6M.....	110
5.3	Teste do Módulo: GSM SIM800L.....	112
6	PROGRAMAÇÃO DOS MÓDULOS	115
6.1	Acesso do RFID.....	116
6.2	Identificando as localidades pelo GPS.....	117
6.3	Mandando o SMS para o celular pelo GSM.....	118
7	CONCLUSÃO	119
7.1	Conclusões Gerais	119
7.2	Conclusões Sobre o Hardware	119
7.3	Conclusões Sobre o Software	119
7.4	Trabalhos Futuros	120

8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
8.1	Ilustrações.....	129

RESUMO

Este trabalho trata do desenvolvimento de um sistema de catraca eletrônica inteligente que pode ser utilizada em ônibus, mostrando a viabilidade de se melhorar o transporte público. Consiste de um microcontrolador conectado a um microcomputador utilizando comunicação serial. Utiliza, também, a comunicação com um GPS e uma antena para o georreferenciamento e monitoramento do controle de acessos (entradas, saídas e tarifa) dos usuários. Os usuários são identificados por cartões inteligentes RFID para registrar através do percurso a tarifa a ser paga, a qual será mostrada no display LCD. Após a realização do pagamento, o módulo GSM envia uma mensagem SMS para o celular do usuário mostrando que o pagamento foi realizado com sucesso.

Palavras-Chave: GPS. RFID. Comunicação serial. GSM. Georrefêrencia Veicular.

ABSTRACT

This work deals with the development of an intelligent electronic ratcheting system that can be used in a bus, showing the feasibility of improving public transportation. It consists of a microcontroller connected to a microcomputer using serial communication. It also uses communication with, a GPS and an antenna for the georeferencing and monitoring of access control (inputs, outputs and tariff) of users. Users are identified by RFID smart cards to register through the course their tariff to be paid, which will be shown on the LCD display. After the payment is made, the GSM module sends an SMS message to the user's cell phone showing that the payment was successful.

Key words: GPS. RFID. Serial communication. GSM. Vehicle georeference.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho destaca a importância da segurança de usuários de transportes públicos e o controle dos aumentos das tarifas. Em princípio a Tecnologia de Catraca Eletrônica Inteligente permite controlar de uma forma mais justa as tarifas dos ônibus e diminuir o tempo em que os usuários ficam esperando nas paradas de ônibus, já que os mesmos não se preocuparão em ler o letreiro do ônibus e sim em estar no ponto de ônibus no sentido correspondente a qual deseja seguir viagem, isso se dá graças a praticidade de uma catraca eletrônica que mapeia a trajetória dos ônibus e calcula o valor da tarifa de cada passageiro individualmente desde sua entrada até a sua saída, sendo assim, cada passageiro passará a pagar o valor adequado pelo respectivo percurso realizado, é importante salientar que tais tarifas terão como base os valores da tabela do DFTRANS.

Este trabalho foi essencial para que todos tenham ciência de que é possível aumentar a qualidade dos serviços de transporte públicos ofertados a população, levando em consideração a preocupação com a integridade física e psicológica das pessoas não apenas dentro do ônibus como também em seu momento de espera do transporte nas paradas públicas, entretanto sem prejudicar os usuários (demanda), os empresários (*oferta*), nem o poder público (regulador). A melhora vem com grandes ideias e conhecendo melhor sobre a tecnologia mencionada nesta monografia organizamos a tarifa e a segurança dos passageiros de uma forma mais justa e eficiente que se incorporado ao sistema de transporte público trará benefícios significativos à todos.

A organização da ideia do protótipo vem acompanhada de três módulos importantes para a funcionalidade da catraca., dentre eles, dois de sinal um para gerenciar e monitorar o ônibus e sua trajetória pelo satélite indicando em seu sistema SIG-T a latitude e longitude e o local dos acessos com o módulo GPS NEO-6M e um sinal de torre telefônica para cadastramento dos dados do trajeto e seu valor de tarifa paga pelo usuário através de um SMS enviado pelo modulo

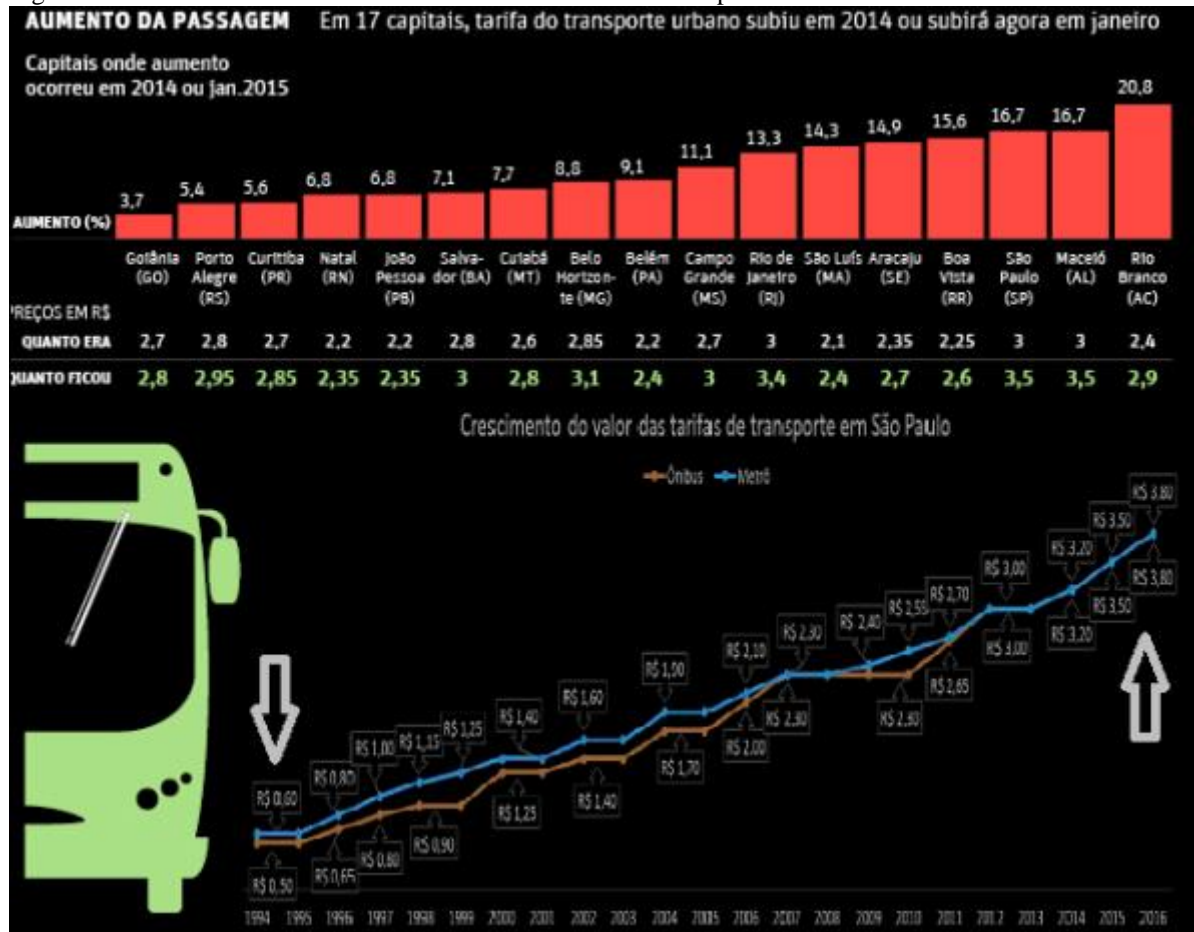
GSM SIM800L. Já o terceiro módulo é o RFID RC-522 sendo de maior relevância no funcionamento da catraca pois controla o pagamento da tarifa e os acessos de entrada e saída do ônibus mencionando os dados dos módulos citados a cima e se esta cadastrado no sistema do DFTRANS.

1.1 Motivação

A implantação de sistemas automatizados de controle de veículos, no transporte público pode cada vez mais ser aperfeiçoado com a tecnologia de controle de automação e sistemas de gerenciamento veicular e monitoramento de controle de passageiros. Muitas áreas podem ser modificadas nos transportes coletivos para aumentar e facilitar os meios de locomoção automotivos dos usuários.

A contratação do serviço pelo poder público tem se mostrado um modelo pouco eficiente, de difícil controle e fiscalização, e principalmente pelo fato de tarifas desordenadas e injustas para o usuário como mostra a Figura 01, a seguir, repassando o aumento descontrolado das tarifas que só aumentam. Mostra também quanto era e quanto ficou em 2014 a tarifa em 17 capitais e um detalhe especial sobre as tarifas o aumento das tarifas em São Paulo tanto de ônibus quanto de metrô do ano de 1994 até 2016.

Figura 01 - Crescimento desordenado do valor das tarifas de transporte.



A implantação de sistemas de Bilhetagem Automática inteligente e rastreadas por GPS são sistemas complexos e aperfeiçoados que geram mais segurança e facilidade para os usuários e os meios de locomoção dos transportes públicos. O usuário precisa de motivação e valorização, tanto na parte de tarifas mais respeitadas ao consumo do usuário quanto na parte de locomoção com mais segurança e assim aumentando mais a infraestrutura nessa área e uma melhor prestação do serviço de transporte público.

1.2 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema de catraca eletrônica inteligente para melhorar o meio de locomoção e forma de pagamento das tarifas dos usuários nos transportes coletivos urbanos.

1.3 Objetivo Específico

- Realizar um diagnóstico da situação atual do transporte coletivo urbano por ônibus.
- Analisar sistemas tarifários com mais precisão e coerência.
- Realizar mais estudos sobre o transporte público e os meios de locomoção veicular no país.
- Testar e avaliar sistemas de catraca eletrônica.
- Realizar pesquisas de técnicas, equipamentos e componentes utilizados, tais com RFID, GPS e GSM, aplicados nas áreas de transporte.
- Utilização e integração do *Google Maps* conectado a plataforma Arduino MEGA 2560 R3 para georreferência veicular.

1.4 Justificativa e Relevância

As justificativas para o levantamentos bibliográficos revestem-se de grande importância para o aprofundamento do estudo, envolvendo a busca do conhecimento e pensamento de estudiosos em assuntos afetos ao tema, através de livros, revistas especializadas, jornais, dissertações e teses apresentadas em universidades, dentre outros (MATTAR, 1999).

A relevância da importância do assunto retratado na monografia é devido a grande capacidade dos usuários de no presente momento pararem de valorizar os ônibus públicos. Pois as tarifas mencionadas pelo DFTRANS só aumentam como mostra as estatísticas do gráfico da cidade de São Paulo na Figura 01 acima. A segurança nos transportes públicos também precisa de

melhorias em relação ao seu deslocamento e o tempo que o usuário fica esperando nas paradas de ônibus o que relata um índice maior de furtos e roubos.

1.5 Trabalhos Correlatados

Devido ao intuito de melhor posicionar a relevância do presente trabalho, foi realizada uma revisão sistemática simplificada na qual foram selecionados os artigos, trabalhos de conclusões de curso, livros didáticos, onde estão bem explicados e relacionados com projetos de transporte público. Inicialmente foram aplicados os trabalhos que continham palavras-chave a respeito de transporte urbano e sistemas de tarifas. A seguir, os nomes dos títulos e resumos das pesquisas de trabalhos específicos e temas relacionados na apresentação da monografia:

1º - SISTEMA RFID PARA CONTROLE DE PATRIMÔNIO: Este trabalho tem como objetivo o estudo dos componentes e características além do desenvolvimento de um sistema de identificação de (*Radio Frequency Identification*). O sistema visa efetuar o controle de patrimônios de empresas, instituições privadas ou públicas.

2º - UTILIZAÇÃO DE RFID NA IDENTIFICAÇÃO DE PESSOAS: Aborda o funcionamento da tecnologia e demonstra de que forma a mesma pode ser utilizada dentro das organizações para identificações de pessoas. Para informar o potencial e o funcionamento dessa tecnologia desenvolveu-se um conjunto de sistemas de computação (hardware e software) utilizando-se de uma plataforma aberta de prototipação e um conjunto de componentes eletrônicos.

3º - SISTEMA ELETRÔNICO DE CONTROLE DE ACESSO: O trabalho descreve um sistema de cadastro que permite ou restringem acesso de pessoas ou veículos a determinadas áreas com ou sem limitação de horários, além de registrar o momento do acesso ou tentativa deste. Usando biometria, proteção, registros de eventos que podem ser utilizados de forma investigativa e no controle de movimentação de pessoas ou veículos.

4° - DESENVOLVIMENTO DE PLATAFORMA DE COMUNICAÇÃO GSM/GPRS PARA SISTEMAS EMBARCADOS: O trabalho propõe uma plataforma de comunicação para transmissão e recepção de dados através da especificação GSM. Ilustra como a comunicação através da rede GSM pode ser útil como alternativa de comunicação em um projeto de sistemas embarcados.

5° - VEÍCULO AUTÔNOMO USANDO ARDUINO: proposta de adaptar a um veículo uma placa com um microcontrolador e controlar a sua trajetória. A lógica (*FuzzyCLIPS*) foi pensada para quando se aproximar do obstáculo, diminuir sua velocidade e efetuar a curva com segurança. A parte eletrônica é composta de uma placa da plataforma Arduino, junto com sensores de proximidade e servomotor para controlar a direção, adaptados a um carrinhode controle remoto.

6° - CONTROLE DE TRÁFEGO DO TRANSPORTE COLETIVO: Tem como objetivo uma melhora do transporte coletivo, identificando a localização do ônibus, velocidade e tempo estimado de chegada até próxima estação. Desenvolvendo um protótipo de um sistema de controle e tráfego do transporte coletivo. São utilizados dispositivos de localização com a tecnologia GSM/GPRS, com comunicação em tempo real que são integrados a um microcontrolador. O veículo, assim como cada estação, se comunicará com o servidor na central de controle e operação para o envio e recepção dos dados.

1.6 Escopo do Trabalho

- O QUE CONTEMPLA: Criará soluções de hardware e software, integrados em uma catraca, e com sistemas de rede sem fios que permitam identificar a localização do cartão que está sendo utilizado para viabilizar o acesso ao transporte, ao mesmo tempo em que permite a utilização das informações para montar o preço justo, pelas rotas e por trechos

gerenciados, e completando com o envio de mensagem sobre a utilização do serviço cujas informações serão armazenadas em um servidor web.

- **O QUE NÃO CONTEMPLA:** A criação de uma nova infraestrutura de transmissão. Tampouco será identificado o usuário do transporte, até porque já existem várias formas de identificação em uso (biometria facial, por exemplo), mas com a proposta de solução apresentada, pode-se integrar com outros trabalhos.

1.7 Resultados Esperados

Na busca pela perfeição do protótipo e o desafio mencionado ao realizar o trabalho, o principal resultado esperado é que todos os sistemas tanto de localização como de registro estejam conectados e conseqüentemente aperfeiçoados para o melhor desempenho de localização por GPS integrados a registros de usuários.

1.8 Estrutura do Trabalho

O desenvolvimento do trabalho é dividido em capítulos, estes elementos textuais serão descritos a seguir:

- **Capítulo 1:** É composto pela introdução aos assuntos tratados, descrição dos objetivos gerais e específicos envolvidos, motivação do trabalho, escopo definindo a abrangência do mesmo, justificativa e resultados esperados.
- **Capítulo 2:** Expõe o problema a ser resolvido e a fundamentação teórica utilizada para a execução do projeto.
- **Capítulo 3:** Exibe o referencial teórico que fundamenta as metodologias escolhidas para realização do trabalho.
- **Capítulo 4:** Explica o desenvolvimento da solução proposta, o levantamento de recursos, indicadores e implementação.

- **Capítulo 5:** Engloba os testes, resultados e discussão do projeto.
- **Capítulo 6:** Apresenta as conclusões finais e sugestões para possíveis trabalhos futuros.

2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Falar em qualidade de vida no trânsito implica necessariamente em abordar o sistema de transporte das cidades, sobretudo o coletivo, de maneira a problematizar sua influência na fixação em áreas geográficas do desenho urbano, e o conseqüente impacto na acessibilidade e mobilidade dos atores sociais.

2.1 Segurança nos Transportes Públicos

Segurança é compreendida desde os acidentes envolvendo os veículos de transporte público até os atos de violência (agressões roubos etc.) no interior dos veículos e nos locais de parada ou terminais (FERRAZ e TORRES, 2004).

“A questão da violência no interior dos veículos e nos locais de parada extrapola o sistema de transporte público, devendo ser tratada como um problema de segurança da comunidade” (FERRAZ e TORRES, 2004).

Não é de hoje que se observa uma falta de segurança nos transportes públicos. Para alertar ainda mais o país o site da (AGAZETA DOACRE.COM, Rio Branco, 11/08/2017). “De uma maneira geral a que se expõe cada indivíduo que se utiliza desse meio de transporte coletivo para se locomover”, citando três exemplos de falta de segurança:

1º *O Próprio Transporte*: “O próprio veículo (ônibus) utilizado para esse tipo de atividade por si só já representa riscos, muitas vezes por estar em mau estado de conservação, falta de manutenção, idade avançada e muitos outros itens que podem levar a causar acidentes colocando os passageiros em maior ou menor grau de risco”.

2º *Roubos e Furtos*: “A superlotação é a vilã dos passageiros, pois facilita a vida dos batedores de carteiras, celular, dinheiro etc. Situação que a grande maioria deixa de

apresentar queixa por se tratar de bens de pequeno valor ou se dar conta da perda só quando chegar em casa ou só quando precisar do objeto e perceber que foi furtado”.

3º *Assaltos*: “Os bandidos logo perceberam o grande volume de dinheiro que circulam dentro dos coletivos e assim iniciou-se uma onda de assaltos aos coletivos pelo país todo, muitas vezes à mão armada, para efetuar o roubo dos valores que estariam em poder dos cobradores e também dos passageiros acompanhados de violência e agressões”.

Segundo o **Art 107** do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) estabelece que os veículos de aluguel, *destinados* ao transporte individual ou coletivo de passageiros, deverão satisfazer, além das exigências previstas neste Código, às condições técnicas e os requisitos de segurança, higiene e conforto estabelecidos pelo poder competente para autorizar, permitir ou conceder a exploração dessa atividade.

2.2 Aumento de Passagem

Segundo a manchete do (CORREIO BRAZILIENSE, 2016), “A conta da má gestão do transporte coletivo do Distrito Federal chegou ao bolso do consumidor. O reajuste nas passagens de até 25%, anunciado pelo governador no último dia útil de 2016, acirrou os ânimos, gerou conflitos entre os poderes Executivo e Legislativo e protestos da população”.

O site de notícias, G1 (2017), “A contratação do estudo após o aumento da tarifa reforça o convencimento de que o Distrito Federal não conhece o efetivo custo do transporte e que as exigências legais não foram atendidas e que o aumento partiu da simples conveniência do Governo do Distrito Federal, para sanar situação emergencial atropelando o devido processo legal”.

O avanço tecnológico é observado nas mais diversas áreas, como na produção de automóveis, mercadorias, residências e meios de transportes. A tecnologia surge também como

uma fonte geradora de conforto. Desde um simples controle de televisão até sistemas de monitoramento remotos e georreferenciados para adquirir mais confiança e segurança em meios de locomoção.

Segundo o Decreto na 31.311 de 09 de Fevereiro de 2010:

Art 3º parágrafo I da lei de regulamento do sistema de bilhetagem automática (SBA) *smart card*, sem contato, confeccionado no formato e dimensão padronizada pela ISO 14443 ID 01, com padrão de troca de informações ISO / IEC DIS 9798-2, com compatibilidade MIFARE A e B, dotado de processador e memória que, comercializado ou fornecido gratuitamente, de acordo com termos do art. 48 da Lei nº 4011, de 12 de setembro de 2007, habilita o usuário a ter acesso a área paga dos ônibus, terminais e estações, do STPC/DF, sendo reutilizável para novas cargas ou recargas.

Art 3º parágrafo II da lei de regulamento do sistema de bilhetagem automática diz que um validador: equipamento instalado nos ônibus, terminais e estações, que faz a leitura e gravação em cartões, o desbloqueio da catraca e registra as demais informações operacionais necessárias para a operação e o controle dos serviços que compõem o STPC/DF.

Art 3º parágrafo X da lei de regulamento do sistema de bilhetagem automática diz que um cartão vale transporte é fornecido pelo empregador, onde serão carregados os créditos de viagem adquiridos como vale transporte, e onde, opcionalmente, também poderão ser carregados créditos comuns de usuários.

O protótipo resultante deste projeto tem como objetivo trazer mais segurança, comodidade, um controle melhor de localização dos transportes, e principalmente a melhora dos sistemas tarifários e o de cotação das passagens usando *smart card* com tecnologia RFID.

2.3 Soluções Existentes

O site (FOLHA DE SÃO PAULO, 2014), “Os ônibus de São Paulo ganharão, até o começo do ano que vem novas catracas equipadas com câmeras que vão flagrar quem usar de forma indevida os cartões que dão desconto na passagem”. Essa catraca com câmeras podem ser visualizada a seguir na Figura 02, representada a tecnologia dentro dos ônibus em São Paulo.

Figura 02 - Sistema de catraca com câmeras instaladas em ônibus público (São Paulo)



Fonte (ARANTES, 2016)

O objetivo é combater fraudes no benefício do Bilhete Único de idosos e deficientes, que não pagam tarifa, e de estudantes, que paga meia. Estes usuários representam 8% e 9% do total de passageiros, respectivamente.

Segundo o site (DIARIO DO TRANSPORTE, 2015) “o modelo de bilhetagem é considerado de última geração, reunindo as novas tecnologias disponíveis”. Entre alguns avanços, possui biometria facial (reconhecimento do passageiro que conta com gratuidades pela comparação de seu rosto com a foto previamente cadastrada) para evitar fraudes no sistema e

garantir maior segurança dos créditos de todos os usuários. Um exemplo de como está funcionando essa tecnologia está apresentada na Figura 03.

Figura 03 - Modelo de catraca com a tecnologia biometria facial em Fortaleza



Fonte (SISTEMA de reconhecimento facial é instalado em ônibus de Fortaleza para controlar o uso do Bilhete Único, 2013)

Ambos os dispositivos na Figura 02 e na Figura 03 citados acima funcionam como uma ponte entre a segurança e as novas tecnologias de meios de locomoção e controle de catracas eletrônicas que estarão em funcionamento dentro dos transportes públicos para facilitar a vida do usuário.

2.4 Benefício do Dispositivo e suas Restrições

O protótipo obtido com o desenvolvimento deste projeto tem como finalidade promover a praticidade e o controle de tarifas cotadas pelos usuários através de um novo sistema de catraca eletrônica inteligente. Os elementos eletrônicos são de fácil acesso e o desenvolvimento de sua tecnologia pode ser um mecanismo para que avance cada dia mais a tecnologia nos meios de transporte coletivo.

Este dispositivo também deverá identificar a localização do veículo e o mapeamento de controle de rotas e identificação de entradas e saídas através das tecnologias GPS e RFID, que estarão implantadas junto ao sistema. E sua tarifa debitada com sucesso, será direcionada como uma mensagem SMS ao celular do usuário comprovando o pagamento da taxa dentro do veículo e liberando a catraca.

O protótipo não tem como funcionalidade reconhecer o usuário do cartão para uso de reconhecimento facial. O sistema rastreia cada código do cartão, mas não é possível passar as informações do usuário para um controle pessoal de investigação de quem está utilizando o respectivo cartão.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Transporte Urbano e Transporte inteligente ITS

A evolução dos Sistemas Inteligentes de Transporte ou *Intelligent Transportation System (ITS)* ocorreu de forma acelerada, com múltiplas aparências e muitas vezes baseada nos avanços tecnológicos considerados revolucionários para o setor de Mobilidade Urbana. A chegada dos computadores pessoais e a globalização das atividades econômicas permitiram que os recursos de ITS fossem assimilados por usuários, operadores e gestores com pouca ou nenhuma exposição aos níveis básicos de conhecimento tecnológico específico. A grande maioria da utilização de ITS na operação e gestão da mobilidade urbana é parte da vida cotidiana. Várias ferramentas estão hoje disponíveis para diversos contextos e escalas, com aplicações que ocasionam diretamente tanto localmente quanto em toda a sociedade global. No Brasil, verificou-se que o ITS foi também popularizados pela introdução de sistemas de bilhetagem eletrônica nos transportes públicos urbanos e adoção de sistemas de monitoramento de frotas de transporte de carga. Conforme análise de Da Silva (2000), os investimentos em ITS ainda são modestos, quando comparados a outros países, e não estão associados a uma política pública clara de desenvolvimento em longo prazo.

A complexidade urbana existente principalmente nos grandes centros urbanos, e em menor intensidade nas cidades médias, exige uma grande oferta e rapidez no acesso de informações sobre o sistema de transporte. No caso de transporte por ônibus encontra-se em constante evolução no que é referente à utilização da tecnologia em benefícios do planejamento de viagens por parte dos usuários. Entre os benefícios obtidos por meio da tecnologia, a melhoria das condições de transporte dos usuários tem-se destacado. O transporte público exerce papel fundamental de integração do espaço urbano, afetando diretamente a produtividade das demais atividades econômicas, em função da sua própria qualidade e produtividade. Assim, a qualidade do serviço prestado deve ser melhorada, já que existe uma ligação entre o transporte coletivo urbano e a qualidade de vida de seus usuários (FERNANDES e BODMER apud PÊGO, 2006). A inserção de tecnologia no sistema de transporte público por ônibus apresenta um custo que não pode ser

adotado unicamente pelos operadores, devido principalmente aos defasados níveis tarifários praticados atualmente. “A qualidade no transporte público urbano deve ser contemplada com uma visão geral, isto é, considerar o nível de satisfação de todos os atores direta ou indiretamente envolvidos no sistema” (FERRAZ e TORRES, 2004).

Os Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) empregam diferentes tecnologias avançadas nos vários setores dos transportes. Segundo Jensen (1996), os ITS podem ser categorizados como:

- Sistemas Avançados de Transporte Público (APTS) representam o uso de tecnologias avançadas para melhorar a segurança, eficiência e efetividade dos sistemas de transporte público. Os benefícios para os usuários incluem a minimização dos tempos de espera, segurança e facilidade para o pagamento de tarifa, bem como informações precisas e atualizadas sobre itinerários e horários.
- Sistemas Avançados de Informação ao Viajante (ATIS) empregam tecnologias avançadas para melhor informar o viajante sobre a via, sobre as condições ambientais e o trânsito. Incorporam o uso de sistemas de navegação e informação para garantir segurança ao motorista e para minimizar os congestionamentos.
- Sistemas Avançados de Gerenciamento de Tráfego (ATMS) compreende o gerenciamento global do tráfego. Empregam tecnologias em projetos que tentam reduzir o congestionamento das vias urbanas ou rurais e garantir segurança. Tecnologias avançadas são aplicadas em sistemas de sinalização (semáforos), segurança no trânsito e gerenciamento de congestionamentos e rotas.
- Sistemas Avançados de Controle Veicular (AVCS) garante melhoria na segurança viária, permitindo que os veículos auxiliem os motoristas (veículos inteligentes).

Os veículos são equipados com tecnologias que permitem monitorar as condições de dirigibilidade e tomar medidas necessárias para evitar acidentes.

3.2 Transporte Público Urbano por Ônibus (TPUO)

Ressalta-se que o foco de interesse deste trabalho está na aplicação de tecnologias avançadas no Transporte Público Coletivo por Ônibus (TPUO), procurando estabelecer um quadro de prioridades e necessidades, no que diz respeito à realidade brasileira. O Transporte Público Coletivo por ônibus é fonte de estudos e pesquisas, discutido e estudado nas capitais, regiões metropolitanas e nas cidades de médio e grande porte. Um estudo encomendado pela Empresa Brasileira de Planejamento de Transporte (GEIPOT), com o objetivo de estabelecer uma base para o lançamento de um programa nacional de aplicação da telemática nos transportes (Ribeiro, 1998), faz um levantamento dos sistemas implantados e apresenta uma avaliação dos sistemas com vantagens e desvantagens. Uma das desvantagens encontradas como diz Neto (Neto, 2004) é que infelizmente, a produção de transportes urbanos no Brasil se dá com altos níveis de ineficiência e irracionalidade. Quem mais sofreu e sofre com isso são as camadas inferiores da sociedade, subordinadas os meios de locomoção precários e pelos quais devem pagar uma parcela cada vez maior dos seus ganhos (Cardoso, 2008).

3.3 Vantagens e Desvantagens do Transporte Público

Abaixo são listadas as principais vantagens e desvantagens relacionadas ao transporte público urbano por ônibus conforme levantado por Ferraz e Torres (2004):

Vantagens:

- Apresenta segurança e comodidade com menor custo unitário;
- Acessível à população de baixa renda;
- Acessível a pessoas impossibilitadas de dirigirem automóveis (idosos, adolescentes, pessoas doentes ou com algum tipo de deficiência);

- Contribui na redução de emissão de gases poluentes gerados por automóveis;
- Diminui o índice elevado de casos de acidentes de trânsito ou congestionamento e desumanização do espaço urbano.

Desvantagens:

- Falta de flexibilidade no percurso;
- Rigidez dos itinerários de linhas de baixa frequência;
- Necessidade de caminhar para completar a viagem de destino por não ser porta a porta;
- Espera para utilizar o veículo de transporte.

A realização da função social do trânsito passa necessariamente pelo atendimento às demandas dos seus participantes por acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida. A mobilidade é um componente da qualidade de vida aspirada pelos habitantes de uma cidade. Não há como considerar determinada região habitacional como de alto nível se a mobilidade não estiver presente (Cardoso, 2008).

Problemas na infraestrutura e qualidade do transporte comprometem a mobilidade e a capacidade de deslocamento. Acessibilidade constitui a facilidade, em distância, tempo e custo, em alcançar fisicamente os destinos desejados, encerrando a efetividade do sistema de transporte em conectar localidades separadas. Vasconcelos (1985, p.26) considera a acessibilidade “a facilidade (ou dificuldade) com que os locais da cidade são atingidos pelas pessoas e mercadorias, medida pelo tempo e pelo custo envolvido”. Contudo, a acessibilidade não deve se restringir apenas à facilidade de cruzar o espaço, abrangendo também a facilidade de chegar aos destinos (Portugalli, 1980, citado por Vasconcelos, 2001).

3.4 Sistema de Posicionamento Global GPS

Segundo Bruton (1979), vários princípios devem ser levados em consideração, para o planejamento e a estruturação do transporte urbano, quais sejam as condições urbanísticas, as condições sociais e a necessidade local. Para a instalação de uma rede de monitoramento eletrônico é necessário todo um planejamento prévio e toda uma estrutura que deve ser organizada para servir como base.

De acordo com Hurn (1989), o Sistema de Posicionamento Global ou "GPS" foi criado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Como foi primeiramente um sistema de defesa, ele foi projetado para ser inacessível a interferências, se o satélite e o receptor estiverem fora de sincronismo a distância será deslocada. Para eliminar qualquer desvio de medida da hora, são feitas quatro medições, ao invés de três, cancelando erros do relógio receptor. “A confiabilidade do sistema de monitoramento via satélite é garantida pela tecnologia utilizada, que permite fornecer dados exatos em qualquer lugar do mundo, por 24 horas”. De acordo com Moraes, *Fitzgibbon* e Walter, para se tiver um mínimo de quatro satélites visíveis simultaneamente 24 horas por dia, em posição conveniente, foi concebida inicialmente uma constelação de 27 satélites, sendo três reservas. Moraes, *Fitzgibbon* e Walter apontam como principais objetivos do GPS: o auxílio à radio navegação em três dimensões com elevada precisão nos cálculos de posição, mesmo com usuários sujeitos a altas dinâmicas; navegação em tempo real; alta imunidade a interferências; rápida obtenção das informações transmitidas pelos satélites.

Em artigo publicado no mesmo ano pela SPTRANS (2003), denominado “Novo Sistema de Monitoramento Eletrônico”, que está sendo utilizado hoje, apontou-se o uso do GPS como solução para a otimização do transporte de passageiros, trazendo informações de percurso, viagens, acidentes, furtos, entre outros, em tempo real.

O SPTRANS atua com o sistema SAO na localização discreta com transmissão on-line, utiliza às tecnologias de transpondes, dispositivo de comunicação eletrônico complementar de automação, laço indutivo sistema de comunicação eletromagnético, e rádio frequência. A SPTRANS também conta com um sistema on-line hospedado em seu site, que auxilia o usuário do transporte público a delimitar suas rotas de maneira automatizada, demonstrando as conduções necessárias para se locomover de um ponto ao outro da região metropolitana de São Paulo. Além desses sistemas aplicados ao transporte público é importante ressaltar o sistema unificado através do Bilhete Único, o Sistema Automatizado de Arrecadação tarifária (SAAT), que pode ser obtido através das agências ou pelo aplicativo Ponto Certo, onde é possível realizar recarga on-line através do cartão de crédito.

3.4.1 *Funcionamento do modulo GPS*

O GPS é dividido em três segmentos principais:

- Segmentos espaciais, constituídos pelos satélites,
- Segmento de controle, constituído pelas estações terrestres que controlam o desempenho e o funcionamento do sistema,
- Segmento usuário, constituído pelos usuários do sistema.

A mensagem transmitida por cada satélite ao usuário contém:

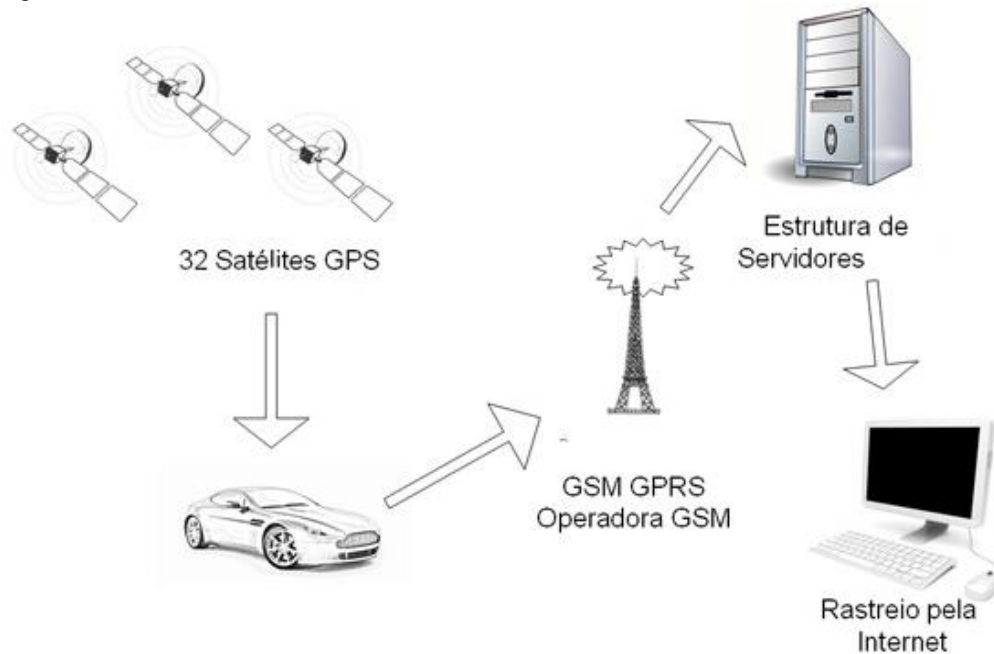
- Parâmetros para correção do relógio do satélite,
- Dados para correção da propagação ionosférica,
- Parâmetros para correções orbitais,
- Código de identificação.

A mensagem referente dos satélites pode chegar de forma incorreta. Essas principais fontes de erro podem ser:

- Erro devido à geometria dos satélites com relação ao observador;
- Desvios dos relógios dos satélites;
- Atraso de propagação e processamento dos sinais com erros devido a trajetórias múltiplas dos sinais;
- Efeitos da atmosfera sobre a velocidade e a trajetória de propagação dos sinais transmitidos;
- Erros devidos à resolução e ruído do receptor do usuário;
- Erro na determinação da posição dos satélites.

O modo de funcionamento desse sistema é extremamente simples, porém com alta tecnologia envolvida. Esse equipamento proporciona uma excelente precisão com um custo relativamente baixo. Seu emprego não está limitado unicamente à navegação, sendo utilizada também como sistema localizador veicular como mostra a Figura 04, e em outros recursos que necessitem de relógios atômicos. O princípio de localização de um GPS está baseado no conceito distância-velocidade-tempo, ou, seja refere-se à geometria esférica. Pode-se dizer que a interseção entre quatro esferas resulta num único ponto.

Figura 04 – Sistema localizador veicular GPS.



Fonte: (COMO Funciona o GPS?, 2014)

Em 1973, um grupo de trabalho da Força Aérea dos Estados Unidos e cientistas civis do Pentágono iniciaram os estudos para o desenvolvimento de um sistema de auxílio à navegação que fosse de abrangência global, de forma a prover todas as forças armadas dos Estados Unidos de um mesmo padrão, capaz de integrar insuperável facilidade de uso com elevadas vantagens operacionais e estratégicas. Lançaram-se então os fundamentos do *Defense Navigation Satellite System*, que veio a se tornar o NAVSTAR GPS o mais abrangente, preciso, versátil e fácil sistema de navegação jamais pensado ou sonhado em meios militares e civis. Uma revolução tão acachapante que praticamente liquidou a questão da diversidade de sistemas e das restrições de cada um deles. Friedmann (2003, p. 204).

O sistema de rastreamento permite que o usuário visualize em tempo real a localização do veículo. Primeiramente é preciso que haja a coleta de sua posição por um Sistema de Posicionamento Global, mas conhecido como GPS (ANEFALOS; CAIXETA FILHO, 2000).

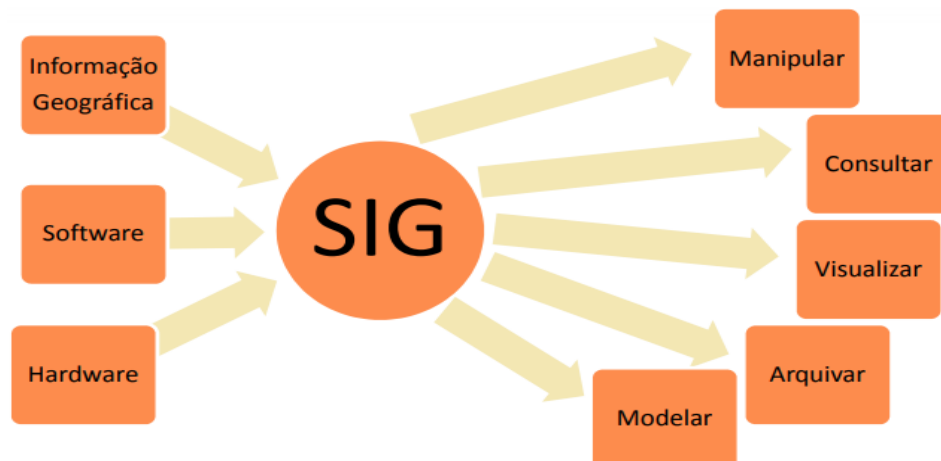
3.4.2 Sistema de Informação Geográfica SIG

O *Geographic Information System (SIG)* é um conjunto de ferramentas computacionais, responsáveis por integrar dados, pessoas e instituições, tornando possível a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a disponibilização de dados georreferenciados sobre o mundo real (SILVA; LIMA; DANTAS, 2006). Um SIG pode, ainda, ser definido como um sistema provido de quatro grupos de aptidões para manusear dados georreferenciados: entrada, gerenciamento, manipulação e análise, e saída. Os dados são georreferenciados quando estes possuem basicamente duas características: dimensão física e localização espacial, Aronoff (1989).

Para Liu (2006), o SIG é um modelo matemático dinâmico construído com um banco de dados digitais gerenciados para facilitar a atualização e a aplicação dos dados georreferenciados no planejamento e na otimização das informações.

A representação de um esquemático do sistema SIG pode ser visualizada abaixo na Figura 05, onde apresenta em seu esquemático as orientações de implementação do sistema SIG.

Figura 05 – Esquemática do sistema SIG



Fonte: (SIGT Sistema de gestão e monitoramento, 2009)

O termo geoprocessamento surgiu com a introdução dos conceitos de manipulação de dados espaciais georreferenciados dentro de sistemas computadorizados, através das ferramentas denominadas Sistemas de Informações Geográficas - SIG's, Ortiz (1993).

Em resumo, as principais características de SIG's são:

- Integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno;
- Combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados;
- Consultar, recuperar, visualizar e desenhar o conteúdo da base de dados geocodificados.

Níveis principais do SIG:

- No nível mais próximo ao usuário externo a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado, no nível intermediário um SIG deve ter mecanismos de entrada, processamento, visualização e saída de dados espaciais, e por último no nível mais interno um banco de dados geográficos lida com os dados espaciais e seus atributos.

3.4.3 Sistema de Informação Geográfica aplicada ao Transporte SIG-T

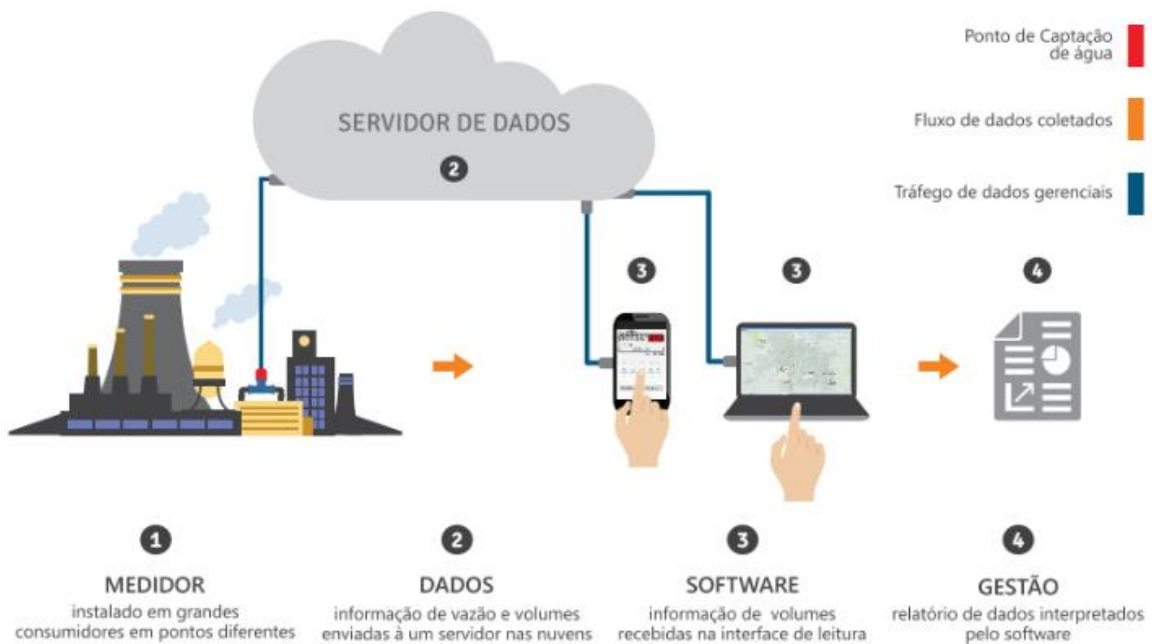
Grande parte das informações relacionadas ao espaço urbano tem associadas algumas formas de referência geográfica, como o endereço, o bairro, o CEP, cruzamento de vias, nome de ruas entre outras. Como forma de integrar as bases de dados específicos de transporte criou-se os Sistemas de Informação Geográfica aplicado ao Transporte conhecido como SIG-T. São desenvolvidos especificamente para uso de profissionais de transportes para armazenar, mostrar,

gerenciar e analisar dados de transportes. Reúne as capacidades de um SIG com procedimentos de modelagem em uma única plataforma. Algumas ferramentas são encontradas num SIG-T, como ferramentas de mapeamento e visualização, extensões especiais, matriz origem/destino, redes, rotas, dados linearmente referenciados e módulos para roteirização, modelagens de demanda e de localização. Muitos são os aplicativos computacionais desenvolvidos especificamente para a área de transporte, como por exemplo, o *TransCAD*, o *Trucks*, o *Truckstops*, o *Roadshow*, o *ROTAcerta*, o *ArcLogistics Route*, entre outros.

O campo de aplicação dos SIG-T é amplo, na área de planejamento como pode ser visto na Figura 03 e na Figura 06 a seguir, um completo sistema de gestão no saneamento para monitoramento de grandes consumidores, utilizando equipamentos alimentados por energia elétrica ou fotovoltaica, que permite a instalação e, qualquer ponto, ainda que estes estejam em locais de difícil acesso à energia elétrica. O grande diferencial deste sistema é a rápida informação e a variedade de alarmes que são gerados possibilitando uma atuação eficiente e minimizando perdas nos grandes consumidores das companhias de saneamento, evitando falhas e prejuízos.

Dentre as diversas aplicações do SIG em transportes podem ser citadas: projeto geométrico de vias, monitoramento e controle de tráfego, oferta e demanda de transportes, prevenção de acidentes, otimização de rotas, monitoramento e controle de operações rodoviárias, dentre outras (Viviani et al.,1994, Silva, 1998a).

Figura 06 – Aplicação do sistema SIG-T



Fonte: (SIGT Sistema de gestão e monitoramento, 2017)

As principais vantagens do uso dos SIGs em conjunto com modelos de transportes são: a integridade dos dados propiciada pelo SIG que, se também integrado aos modelos, permite a maior transparência de aspectos físicos dos dados para o usuário; operações pré- incorporadas aos SIGs eliminam ou simplificam tarefas realizadas normalmente por processos manuais ou em módulos computacionais isolados e não muito integrados; facilidade de edição e representação gráfica; tratamento topológico que facilita operações de edição da base geográfica; armazenamento e edição a um custo menor; realização de certos tipos de análises e representação antes pratica entre inviáveis nos processos tradicionais, como, por exemplo, identificação de caminhos mínimos entre cada par de zonas origem/destino, entre outros (Kagean el at., 1992).

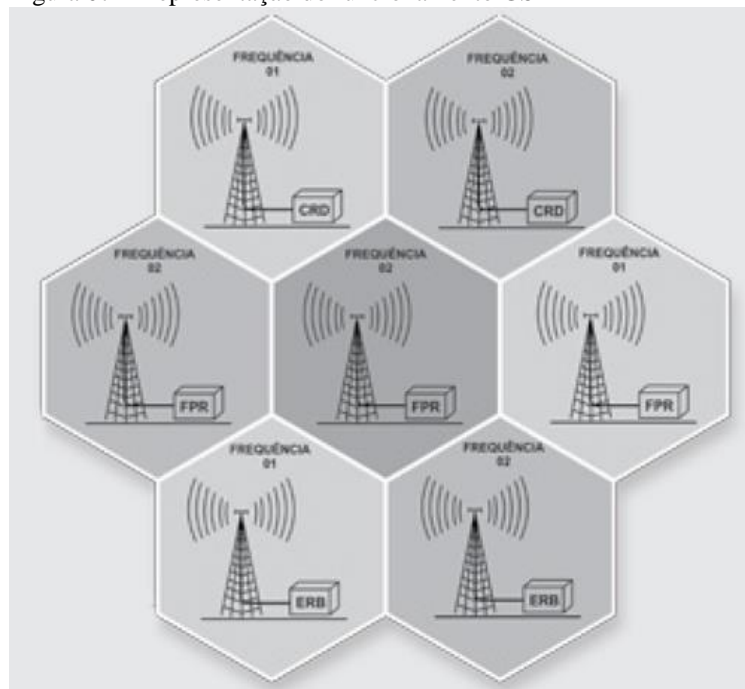
3.5 Tecnologia GSM

A tecnologia GSM (Global System for Mobile Communications) é um protocolo de comunicação para dispositivos sem fio elaborado em 1982, destinado a homogeneizar as

tecnologias de comunicação usadas nos países europeus que anteriormente eram puramente nacionais e por isso, caras. Em 1992, no entanto, a tecnologia – que já estava em operação em algumas partes da Europa e Estados Unidos – despertou interesse internacional (HEINE, 1999).

A arquitetura de uma rede GSM utiliza uma estrutura celular, onde cada célula em cujo centro localiza-se uma estação base que utiliza uma faixa de frequência de maneira que células vizinhas não utilizem a mesma faixa, como pode ser ilustrado pela Figura 07.

Figura 07 – Representação do funcionamento GSM



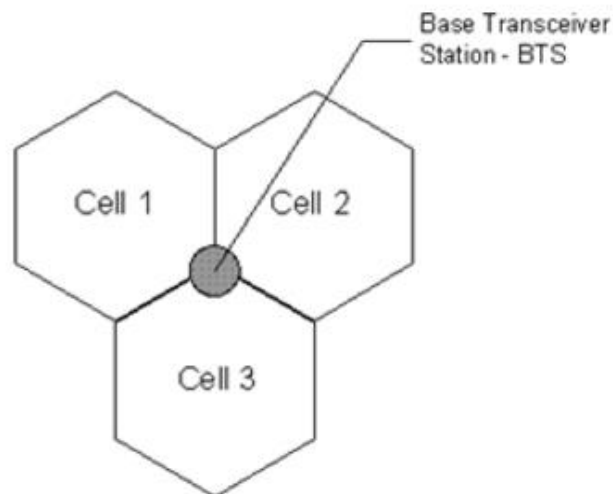
Fonte: (VANTAGENS do CEGAT, 2017)

3.5.1 Arquitetura da Rede GSM

A arquitetura da Rede GSM está arquitetada em vários subsistemas, os quais são chamados:

- *Base Station Subsystem (BSS)* é a camada que cuida do acesso do usuário à rede. É através dessa camada que o usuário se conecta para poder realizar a comutação de voz ou dados.
- *Operations and Maintenance System (OMS)* é o subsistema de suporte e operação.
- *Network and Switching Subsystem (NSS)* é o subsistema de gerenciamento e comutação da rede.
- *Base Transceiver Station (BTS)* é prover a conexão de radio para a estação móvel (celular).
- *Base Station Controller (BCS)* (Figura 08) sua função é alocar um canal para a duração da chamada, monitorar as chamadas visando qualidade e potência transmitida pela BTS ou na estação móvel, e garantir o handover para outra célula, quando requerido.

Figura 08 - Base Station Controller



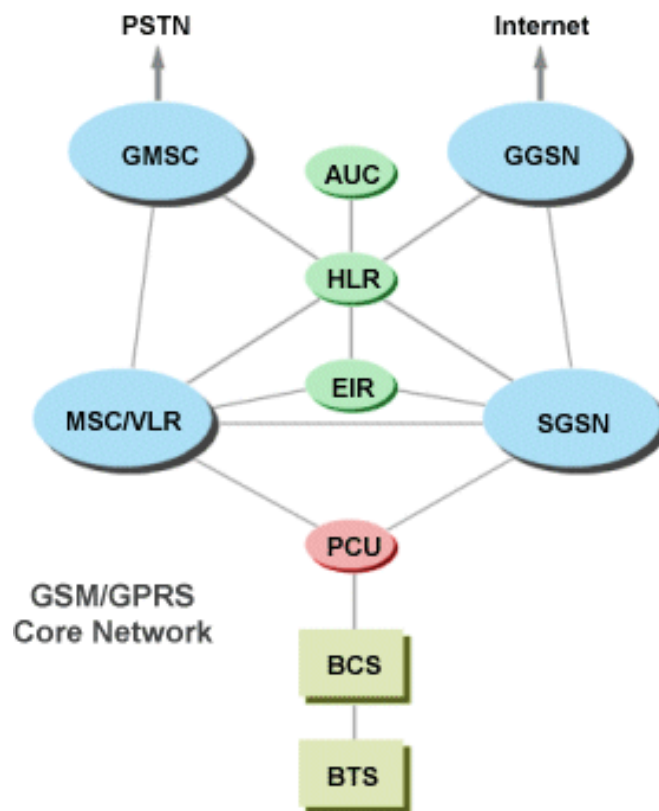
Fonte: (FABIANO, 2008)

A arquitetura de rede GSM pode ser visualizada na Figura 09, a seguir. Os nós que compõem são:

- *Mobile Switching System* (MSC) é a comutação da rede GSM, Responsável por encaminhar e comutar as chamadas e mensagens de cada estação móvel e equipamento da rede.
- *Home Location Register* (HLR) funciona como a base de dados de assinantes na rede (IMSI), ativação e desativação de serviços.
- *Visitor Location Register* (VLR) é uma base de dados temporária de usuários visitantes, sendo geralmente montada no mesmo equipamento da central MSC.
- *Authentication Center* (AUC) é o nó que cuida da segurança para os assinantes, sendo responsável por aumentar os usuários da rede a fim de prevenir fraudes como clonagem apresentando um sistema de autenticação.
- *Equipment Identity Register* (EIR) é a base de dados que armazena o IMEI, que é o número de série da estação móvel (celular), gerado na fabrica do hardware.
- *Gateway Mobile Switching Center* (GMSC) é o portão de entrada e saída para outras redes. É através dele que a operadora se comunica com outras redes, sendo elas móveis ou fixas.

O sistema GSM pode estar integrado ao sistema GPRS para que haja uma facilidade a interconexão entre redes móveis e redes de comutação. Essa integração dos dois sistemas de conexão também pode ser visualizada na Figura 09, a seguir.

Figura 09 – Basic GSM/GPRS network architecture



Fonte: (GENERAL Packet Radio Service, 2017)

3.5.2 Módulo GPRS

O GPRS é uma sigla que significa *General Packet Radio Service*. Seu propósito é facilitar a interconexão entre redes móveis e redes de comutação de pacotes, e, principalmente, prover acesso à internet (SEURRE et al., 2003).

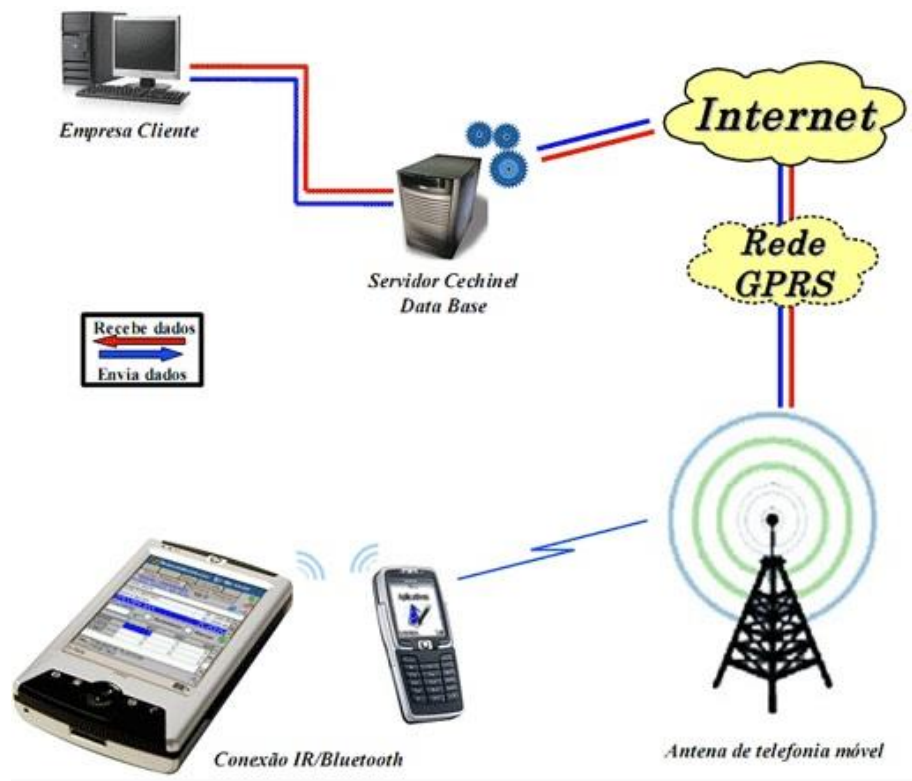
Com a tecnologia GPRS o serviço está sempre ativo, e os recursos da rede só são utilizados quando o usuário for enviar ou receber dados. Com esse uso eficiente de recurso, um grande número de usuários GPRS pode potencialmente compartilhar a mesma largura de banda e serem servidos de uma única célula. O número atual de usuários suportados depende da aplicação em uso e de quanta informação que está sendo transferida. Dada a eficiência do GPRS, há menor

necessidade de investir em recursos que serão somente utilizados em horários de pico. Portanto, GPRS permite que as operadoras maximizem o uso de seus recursos de rede de uma forma dinâmica e flexível.

A rede GRPS permite uma funcionalidade completa com a internet móvel por meio de uma comunicação de forma transparente entre a internet e rede GRPS. A navegação na web através da rede GPRS é fácil pelo fato dos protocolos em uso serem os mesmos. As redes GPRS podem ser encaradas como sub-redes da internet e os telefones GPRS-compatíveis podem ser vistos como nós móveis dessa rede. Isso significa que cada terminal GPRS pode potencialmente ter seu próprio endereço IP e ser endereçável por isso a tecnologia GPRS tem uma finalidade de possibilitar o tráfego de dados por pacotes para que a rede de telefonia celular possa ser integrada à internet. O sistema GSM com o GPRS integrado recebeu o nome de geração 2.5G, tendo sido uma evolução importantíssima para a comunicação de dados móvel. O GPRS permite taxas de transferência em torno de 40kbps.

A tecnologia GPRS é mais utilizada na comunicação de dados no rastreamento de frotas. Como o GPRS utiliza a estrutura montada na rede GSM, sempre que se fala em transmissão de dados pela telefonia celular por GPRS, costuma-se referir a ela pela sigla “GSM/GPRS”. Essa estrutura do GPRS com a telefonia móvel está retratada na Figura 10 logo abaixo.

Figura 10 - Representação do funcionamento GPRS



Fonte: (MADUREIRA, 2011)

Em sistemas microcontrolados, ambos os tipos de memória estão presentes no mesmo encapsulamento do processador, o que simplifica significativamente o circuito eletrônico. Existem vários tipos de memória, que se distinguem principalmente quanto ao acesso, a volatilidade, a troca de dados e ao tipo de armazenamento.

Segundo Idoeta e Capuano (2003), as memórias podem ser de acesso sequencial ou aleatório. Nas memórias de acesso sequencial, para se acessar uma determinada localidade, todas as posições de memória anteriores ao endereço estipulado deverão ser percorridas. Desta forma, o tempo de acesso a um determinado dado está diretamente relacionado à posição em que este dado está escrito na memória.

3.6 Arquitetura do Computador

3.6.1 Arquitetura Von Neumann

Uma das grandes revoluções na Computação, em termos de software, aconteceu em 1946, quando John Von Neumann, um matemático húngaro, propôs a base da maioria das linguagens de programação atuais, e a definição do funcionamento do próprio computador. Ele imaginou que um programa poderia ser armazenado na memória do computador, da mesma forma que os dados.

Figura 11 - Modelo de Von Neumann



Fonte: (CECÍLIA, 2016)

Von Neumann foi o responsável por introduzir o conceito de memória como pode ser visualizado logo a cima na Figura 11, um dispositivo de armazenamento temporário, onde o programa e os dados seriam carregados a partir de um dispositivo de entrada para posteriormente

serem processados pela (*Arithmetic Logic Unit - ULA*). A unidade de controle é responsável pela coordenação de todo este tráfego de dados.

Nesta arquitetura não há limitações à complexidade das instruções, os sistemas geralmente têm conjuntos de instruções complexo, o que equivale a dizer que possuem um grande número de instruções e cada instrução realiza uma grande sequência de ações (instruções complexas), gastando tempos (qualidade de ciclos de execução) diferentes para serem executadas. Processadores deste tipo são chamados CISC (*Complex Instruction Set CPU* ou CPU com set de Instruções Complexo).

Uma das características do modelo desenvolvido por Von Neumann é que os dados e o programa a ser executado são armazenados em um mesmo dispositivo de memória, contando com apenas um barramento de dados e endereços. Desta forma, não é possível para a CPU acessar um dado e uma instrução simultaneamente.

A organização interna de um microcomputador ou microcontrolador se divide basicamente em dois tipos de arquiteturas distintas, a arquitetura Von Neumann e Harvard. Segundo Borges e Silva (2012)

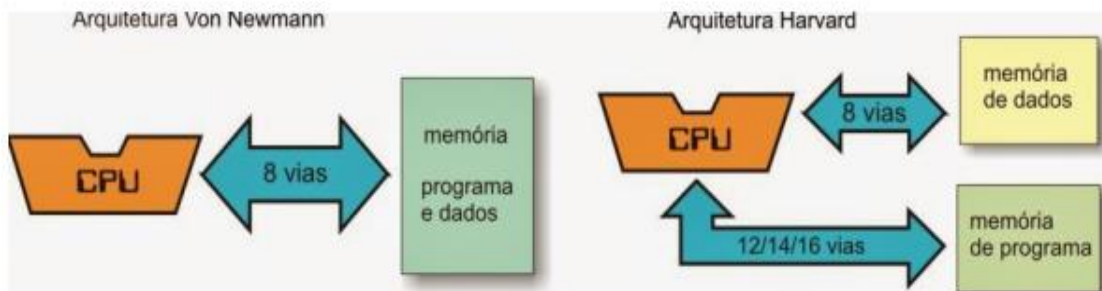
3.6.2 Arquitetura Harvard

A Arquitetura de *Harvard* baseia-se em um conceito mais recente que a de Von Neumann, tendo vindo da necessidade de por o microcontrolador para trabalhar mais rápido. É uma arquitetura de computador que se distingue das outras por possuir duas memórias diferentes e independentes em termos de barramento e ligação ao processador.

A arquitetura Harvard apresenta uma evolução em relação à arquitetura Von Neumann como está retratado logo abaixo na Figura 12. Segundo Zanco (2005), na arquitetura Harvard têm

memórias distintas de dados e programa, cada uma contendo o seu próprio barramento de dados e endereços. Desta forma, um dado e uma instrução podem ser acessados simultaneamente, o que aumenta a capacidade de processamento.

Figura 12 – Arquitetura Von Neumann x Harvard



Fonte: (ALVES, 2015)

Os microcontroladores com arquitetura *Harvard* são também conhecidos como “microcontroladores RISC” (*Computador com Conjunto Reduzido de Instruções*), e os microcontroladores com uma arquitetura Von-Neumann, de “microcontroladores CISC” (*Computador com um Conjunto Complexo de Instruções*).

A organização interna de um microcomputador ou microcontrolador se divide basicamente em dois tipos de arquiteturas distintas, a arquitetura Von Neumann e Harvard. Segundo Borges e Silva (2012).

3.7 O Microcontrolador

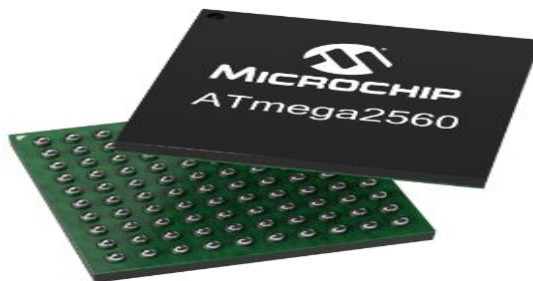
O microcontrolador é um dispositivo semicondutor em forma de circuito integrado, que integra as partes básicas de um microcomputador - microprocessador, memórias não voláteis e voláteis e portas de entrada e saída. Geralmente, é limitado em termos de quantidade de memória, principalmente no que diz respeito à memória de dados, é utilizada em aplicações específicas, ou

seja, naquelas que não necessitam armazenar grandes quantidades de dados. Apresenta um custo bastante baixo e possui vários fornecedores. (GIMENEZ, 2002, p.4).

Segundo Zanco (2005), os microcontroladores podem ser considerados como um computador em um único chip, pois agrega em seu encapsulamento um processador, memórias e periféricos, ou seja, as principais partes que compõem um computador pessoal. A evolução dos sistemas informatizados trouxe consigo uma série de mudanças na arquitetura dos microprocessadores e memórias. Tais mudanças também se refletiram no universo dos microcontroladores, que passaram a ter diversas configurações de hardware distintas, variando principalmente entre os diversos fabricantes existentes no mercado.

Segundo Souza (2012), o baixo custo e o alto desempenho destes microcontroladores os tornam ideais para empresas que possuem alta produção de circuitos microcontrolados, onde o custo deste tenha um forte impacto no custo geral do projeto.

Figura 13– Microcontrolador Atmega 2560



Fonte: (ATMEGA2560 In Production, 2014)

A Figura 13 mostra o microcontrolador Atmega 2560. O que diferencia os tipos de microcontroladores é a sua capacidade de memória que pode variar de algumas centenas de bytes a centenas de milhares de bytes, dependendo do que desejamos fazer com eles. Os diversos circuitos que formam um microcontrolador são organizados de formas bem determinadas e

existem variações para isso. A forma como diversos circuitos são interligados e ocorre seu funcionamento é chamada de “arquitetura” do microcontrolador.

3.7.1 Arquiteturas do Microcontrolador

Arquitetura CISC

- (*Complex Instruction Set Computer – CISC*), neste tipo de arquitetura, o microcontrolador usa uma grande quantidade de instruções para operar. Estes computadores são mais poderosos, mas mais lentos por precisarem de vários ciclos de clock para executar algumas instruções, o que torna o microcontrolador mais lento. (Fonte, Ano)

Arquitetura RISC

- (*Reduced Instruction Set Computer – RISC*), neste tipo de arquitetura, o microcontrolador faz tudo usando poucas instruções básicas que são combinadas de acordo com o que se deseja o usuário. O uso da arquitetura RISC torna o microcontrolador mais rápido, pois cada uma delas pode ser executada tipicamente em apenas um ciclo de *clock*. (Fonte, Ano)

Tabela 1 - Arquiteturas RISC x CISC

Características	RISC	CISC
Arquitetura	Registrador-Registrador	Registrador-Memória
Tipos de Dados	Pouca variedade	Muito variada
Formato das Instruções	Instruções poucos endereços	Instruções com muitos endereços
Modo de Endereçamento	Pouca variedade	Muita variedade
Estágios de Pipeline	Entre 4 e 10	Entre 20 e 30
Acesso aos dados	Via registradores	Via memória

Fonte (<http://producao.virtual.ufpb.br/books/edusantana/introducao-a-arquitetura-de-computadores-livro/livro/livro.chunked/ch04s04.html>)

O microcontrolador utiliza instruções do tipo RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Possui 32K de memória de programa e 2048 Bytes de memória RAM. Funciona com tensões de alimentação entre 4V e 5.5V e opera em frequência de até 48MHz. Possui oscilador interno de 8 MHz, que pode ser derivado em frequências menores. (MIYADAIRA, 2009). Onde pode ser utilizadas com o microcontrolador MEGA que esta relacionada ao microcontrolador utilizado no projeto.

3.8 Microcontrolador Arduino MEGA 2560 R3

O Arduino Mega visualizado na Figura 14 é uma placa com microcontrolador ATMEGA2560. Ele possui 54 pinos de entradas/saídas digitais, 16 entradas analógicas, 4 (portas seriais de hardware), um oscilador de cristal de 16 MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação e um botão de reset. Ele contém tudo o que é necessário para dar suporte ao microcontrolador, basta conectar a um computador com um cabo USB ou a uma fonte de alimentação e já está pronto para começar.

Figura 14 - Placa Arduino Mega 2560



Fonte: (SOUZA, 2014)

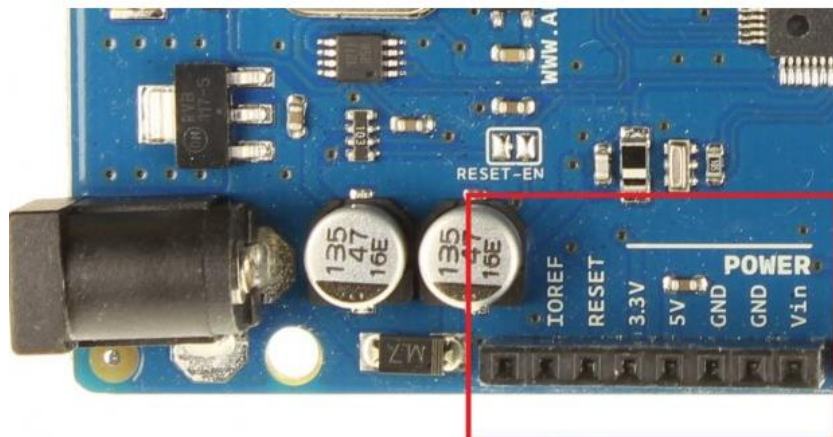
3.8.1 Especificações Técnicas

- **Alimentação:** A placa pode operar com alimentação externa entre 6 e 20 volts. No entanto, se menos de 7 volts forem fornecidos, o pino de 5V pode fornecer menos de 5 volts e a placa pode ficar instável. Com mais de 12V o regulador de voltagem pode superaquecer e danificar a placa, ou seja, a faixa recomendável é de 7 a 12 volts.
- **Conectores de alimentação:**
 - **IOREF** - Fornece uma tensão de referência para que *shields* possam selecionar o tipo de interface apropriada, dessa forma *shields* que funcionam com a placas Arduino que são alimentadas com 3,3V. Podem ser adaptadas para serem utilizados em 5V. E vice-versa.

- **RESET** - pino conectado a pino de RESET do microcontrolador. Pode ser utilizado para um reset externo da placa Arduino.
- **3,3 V** - Fornece tensão de 3,3V. Para alimentação de *Shields* e módulos externos. Corrente máxima de 50 mA.
- **5 V** - Fornece tensão de 5 V para alimentação de shields e circuitos externos.
- **GND** - pinos de referencia, *ground*, terra.
- **VIN** - pino para alimentar a placa através de shield ou bateria externa. Quando a placa é alimentada através do conector Jack a tensão da fonte estará nesse pino.

Os conectores explicados nos tópicos acima podem se melhor visualizados na Figura 15, que mostra o local onde se encontra cada conector na placa do Arduino MEGA 2560.

Figura 15 - Conectores de alimentação, placa Arduino MEGA

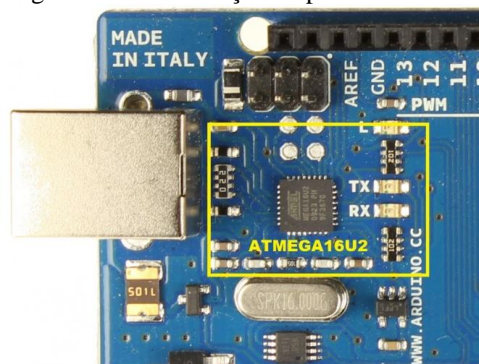


Fonte: (SOUZA, 2014)

- **Memória:** O Atmega2560 tem 256 KB de memória flash para armazenamento de código (dos quais 8 KB é usado para a *bootloader*), 8 KB de SRAM e 4 KB de EEPROM (que pode ser lido e escrito com a biblioteca EEPROM).
- **Comunicação Serial:** Serial 0 (RX) e 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) e 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) e 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) e 14 (TX). Os pinos 0 e 1 estão conectados aos pinos do ATmega16U2 responsável pela comunicação USB.

Na Figura 16, a seguir, pode ser visualizada a memória Atmega2560 na placa Arduino MEGA.

Figura 16 – Localização da placa ATMEGA

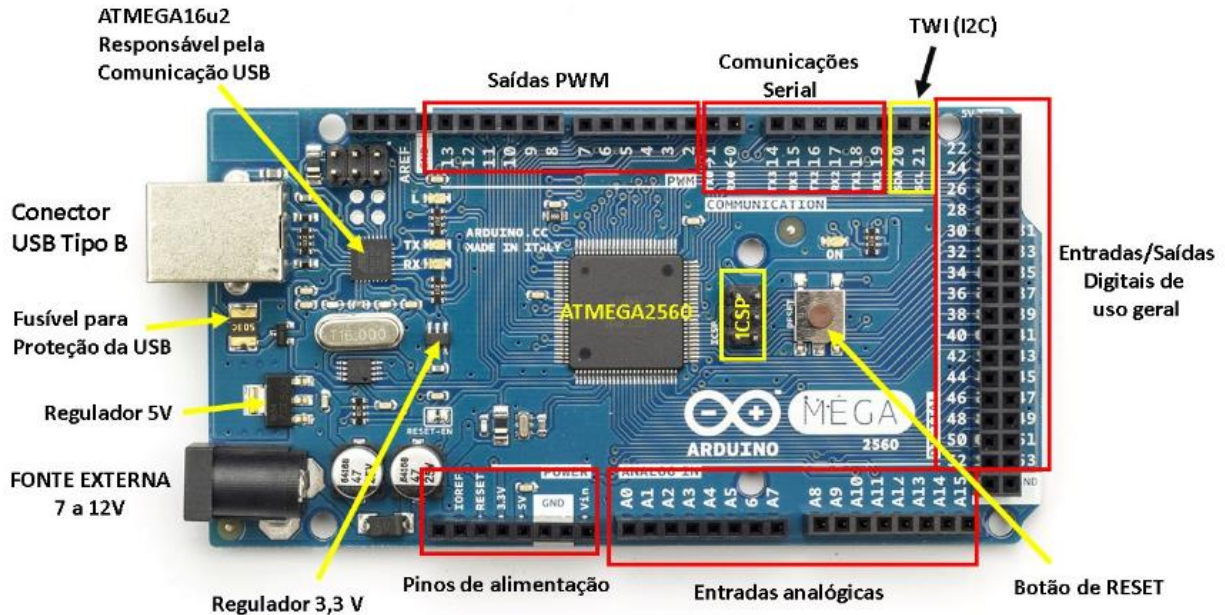


Fonte: (SOUZA, 2014)

- **Entrada e Saída:** Cada um dos 54 pinos digitais do Mega pode ser usado como entrada ou saída, usando as funções de *pinMode()*, *digitalWrite()*, e *digitalRead()*. Eles operam a 5 volts. Cada pino pode fornecer ou receber um máximo de 40 mA e possui um resistor interno (desconectado por default) de 20-50K Ω . Em adição alguns pinos possuem funções especializadas.
- **PWM:** os pinos 2 a 13 e 44 a 46 podem ser utilizados como saídas PWM. O sinal PWM possui 8 bits de resolução e é implementado com a função *analogWrite()*.

Todos os detalhes sobre a placa Arduino MEGA 2560 R3, visto acima, estão retratados com suas localidades e configurações na Figura 17, a seguir.

Figura 17 - Estrutura da placa Arduino Mega 2560



Fonte: (SOUZA, 2014)

3.8.2 Introdução Software –IDE

Trata-se do *Arduíno Software (IDE) v1.6.0*, um software usado para editar, compilar e realizar o upload na memória do Galileo de códigos escritos utilizando a linguagem C que permite a comunicação do microprocessador com os demais componentes da placa e com componentes externos (módulos).

3.8.2.1 Informações Gerais

Instalação do Programa *Arduíno Software (IDE) 1.6.0*

- I. Deve-se escolher a versão correta para download, de acordo com o sistema operacional utilizado pelo usuário visualizado na Figura 18.

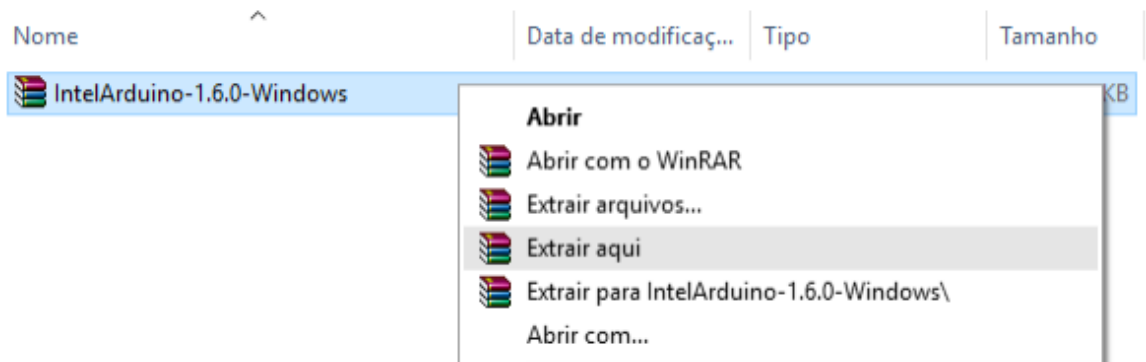
Figura 18 – Download do Programa Arduino Software (IDE) 1.6.0

Operating system	File size	File type
Linux 32-bit	140 MB	.tgz
Linux 64-bit	147 MB	.tgz
Mac OS X	229 MB	.zip
Windows	304 MB	.7z

Fonte: (ESTUDO do Ambiente de Programação Arduino Software (IDE) com Intel Galileo Gen2, 2016)

- II. Após o término do download, o arquivo deverá ser extraído em uma pasta como mostra a Figura 19, a seguir.

Figura 19 – Extraíndo arquivo



Fonte: (ESTUDO do Ambiente de Programação Arduino Software (IDE) com Intel Galileo Gen2, 2016)

- III. A pasta de arquivos extraídos conterá vários arquivos e pastas como está retratado na Figura 20. O usuário deve clicar no arquivo “arduíno” do tipo Aplicativo, para que seja aberto corretamente o Arduíno Software IDE.

Figura 20 – Arquivo arduíno do tipo Aplicativo

Nome	Data de modificaç...	Tipo	Tamanho
drivers	06/03/2015 16:02	Pasta de arquivos	
examples	06/03/2015 16:03	Pasta de arquivos	
hardware	06/03/2015 16:03	Pasta de arquivos	
java	06/03/2015 16:05	Pasta de arquivos	
lib	06/03/2015 16:03	Pasta de arquivos	
libraries	06/03/2015 16:02	Pasta de arquivos	
reference	06/02/2015 12:16	Pasta de arquivos	
tools	06/03/2015 16:02	Pasta de arquivos	
arduino	06/03/2015 16:03	Aplicativo	844 KB
arduino_debug	06/03/2015 16:03	Aplicativo	383 KB
cyg gcc_5-1.dll	06/03/2015 16:02	Extensão de aplica...	102 KB
cygconv-2.dll	06/03/2015 16:02	Extensão de aplica...	986 KB
cygwin1.dll	06/03/2015 16:02	Extensão de aplica...	3.041 KB
cygz.dll	06/03/2015 16:02	Extensão de aplica...	73 KB
libusb0.dll	06/03/2015 16:02	Extensão de aplica...	43 KB
msvc p100.dll	06/03/2015 16:02	Extensão de aplica...	412 KB
msvc r100.dll	06/03/2015 16:02	Extensão de aplica...	753 KB
revisions	06/03/2015 16:02	Documento de Te...	58 KB

Fonte: (ESTUDO do Ambiente de Programação Arduino Software (IDE) com Intel Galileo Gen2, 2016)

O Arduíno Software IDE (*Integrated Development Environment*) é uma aplicação *open-source* (código aberto) multiplataforma escrita em Java derivada dos projetos Processing (em processamento) e *Wiring* (fiação). Esquematizado para introduzir na programação usuários não familiarizados com o desenvolvimento de software.

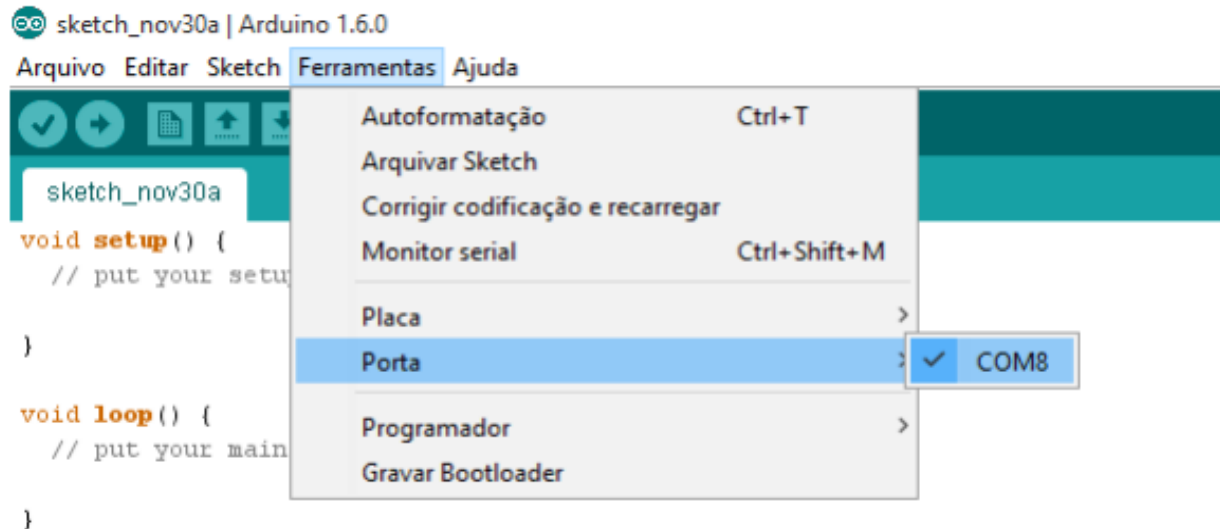
A ferramenta possui um editor de código com recursos de realce de sintaxe, parênteses correspondentes e indentação automática. Com isso não há necessidade de editar arquivos fora do programa ou rodar programas em ambientes de linha de comando.

A ferramenta possui uma biblioteca chamada *Wiring* aceitando que a programação seja feita em linguagem C/C++. Isso permite criar com facilidade muitas operações de entrada e saída, definindo apenas duas funções no pedido para o programa funcional.

- **setup()** - Inserido no início, sendo usada para a inicialização da configuração.
- **loop()** - Chamada para repetir o bloco de comandos com a instrução principal do programa ou até que seja desligada.
- **Porta Serial** - O funcionamento correto da placa o usuário deverá selecionar qual porta a placa está utilizando, para isso, deve-se clicar em Ferramentas, Porta e selecionar a opção da porta serial.

As ferramentas de entrada e saída do programa Arduino 1.6.0 estão retratadas na Figura 21, assim como no ícone ferramentas onde podemos localizar as portas. Onde nesse caso a porta escolhida foi a COM8.

Figura 21 – Funções para o programa funcional Arduino 1.6.0



Fonte: (ESTUDO do Ambiente de Programação Arduino Software (IDE) com Intel Galileo Gen2, 2016)

A principal finalidade do Arduino IDE é facilitar a programação voltada para prototipagem, implementação ou emulação do controle de sistemas interativos, a nível doméstico, comercial ou móvel, da mesma forma que um Controlador Lógico Programável (CLP) controla

sistemas de funcionamento industriais. Sendo possível o envio e recebimento de basicamente qualquer sistema eletrônico.

Os campos de atuação para o controle de sistemas são imensos, podendo ter aplicações na área de impressão 3D, robótica, engenharia de transportes, engenharia agrônômica e música.

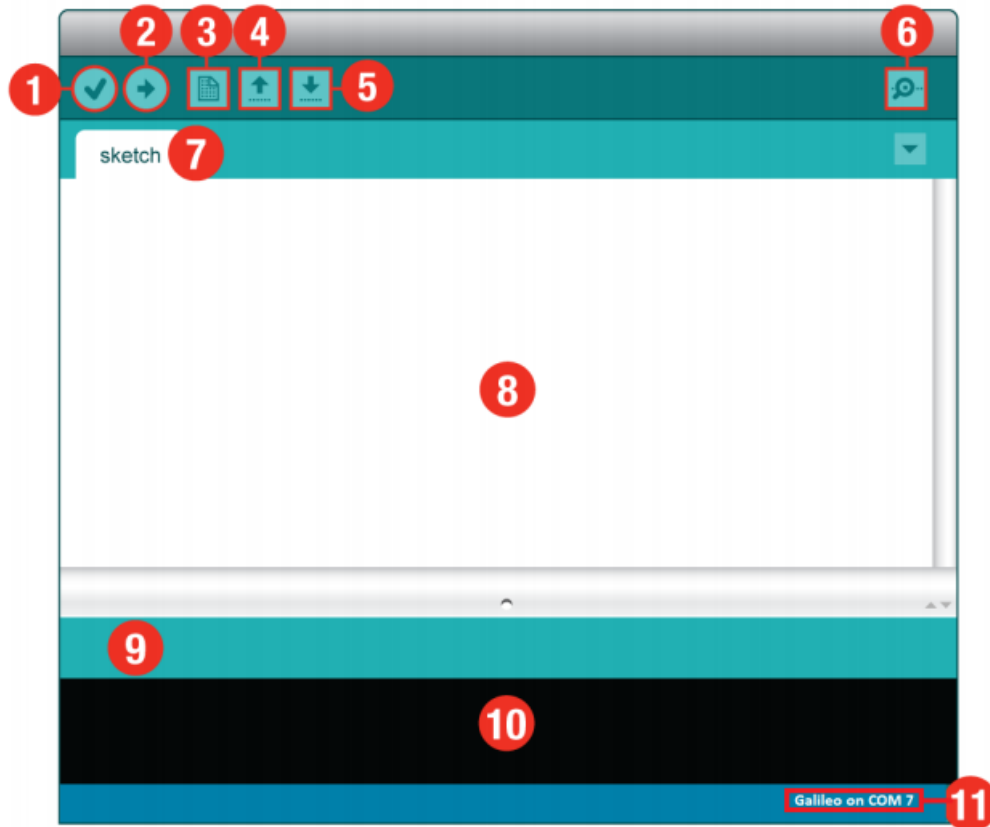
3.8.3 Sketches

Os programas escritos usando o Arduino Software (IDE) são chamados sketches. Os sketches são escritos no editor de texto e salvos com extensão de arquivo.ino. O editor possui características de cópias/ colagens e procura/substituição de texto. A área de mensagem retorna ao usuário um *feedback* do status do programa enquanto o salva e exporta. A saída de texto do display do console inclui o retorno completo de mensagens de erro e outras informações.

3.9 Conhecendo a Ferramenta

O esquemático da representação das localidades e ferramentas encontradas no programa Arduino 1.6.0 estão mais bem representadas através das numerações e especificações registradas em cada bola vermelha visualizadas na Figura 22.

Figura 22 - Ferramentas da área de trabalho do Software IDE.



Fonte: (ESTUDO do Ambiente de Programação Arduino Software (IDE) com Intel Galileo Gen2, 2016)

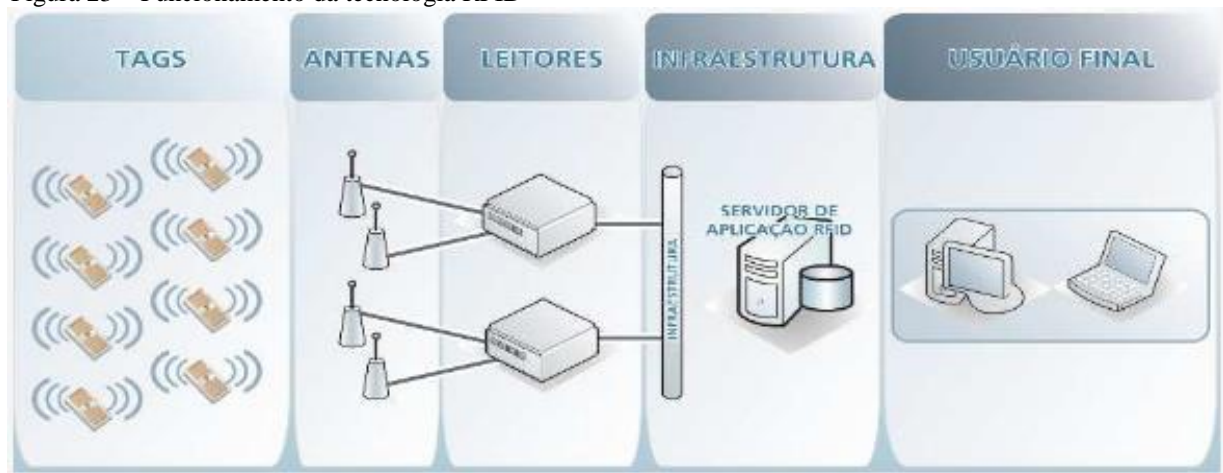
1. **Verificar:** Compila e aprova.
2. **Upload:** Carrega na memória do Galileo, o sketch escrito.
3. **Novo:** Abre um novo sketch em branco.
4. **Abrir:** Carrega um sketch feito anteriormente.
5. **Salvar:** Salva o sketch atual.
6. **Monitor Serial:** Abre um monitor contendo informações seriais, usado para correção de erros no código.
7. **Nome do Sketch:** Nome dado ao sketch atual.
8. **Área do código:** área onde o código é digitado.
9. **Área de Mensagem:** Área onde o usuário tem o retorno se o código possui algum erro.
10. **Console em Texto:** Descrição dos erros encontrados.

11. Placa e Porta Serial: Mostra a placa e a porta utilizada

3.9.1 Tecnologia RFID

A tecnologia RFID utiliza a comunicação sem fio para realizar a identificação automática dos dados permitindo a leitura das informações por meio de ondas de rádio frequência. É uma tecnologia que permite gravar e ler dados numa etiqueta ou chip por meio das ondas de rádio frequência. Um esquemático de seu funcionamento pode ser visto na Figura 23. Tem sido utilizada primordialmente com o objetivo de reduzir a quantidade de tempo e a mão-de-obra necessária para inserir e melhorar a exatidão dos dados, proporcionando agilidade e confiança no rastreamento do produto por todo o processo.

Figura 23 – Funcionamento da tecnologia RFID



Fonte: (RFID "Identificação por frequência de rádio", 2007)

RFID é a abreviatura de *Radio Frequency Identification* – Identificação por Radiofrequência. Esta tecnologia teve suas origens na segunda guerra mundial, onde era utilizada para identificação de aviões amigos ou inimigos (MOTA, 2012).

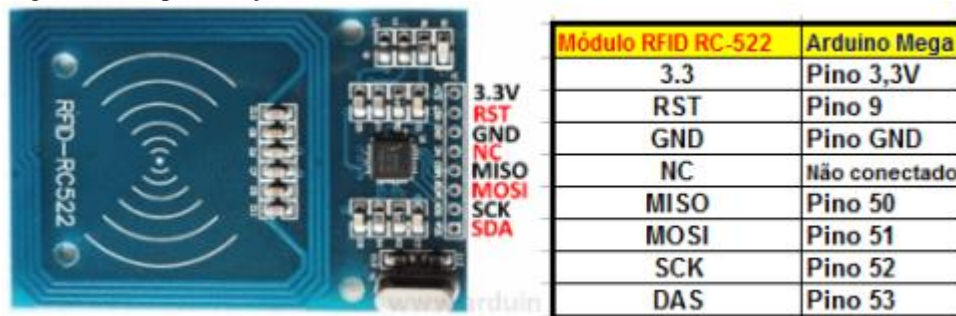
A tecnologia RFID possibilita a melhoria das práticas de reabastecimento, agilidade na leitura de itens sem proximidade do leitor, além da leitura simultânea de cerca de mil itens em

apenas um segundo, propiciando melhorias na produtividade, rastreabilidade, otimização de mão-de-obra e redução de custos.

A utilização da tecnologia RFID pode ser similar à tecnologia do código de barras, onde temos uma leitura rápida do código. Porém, no RFID tem a vantagem da velocidade na captura dos dados. Além dessa vantagem, ela permite a leitura de mais códigos ao mesmo tempo e através de alguns objetos físicos como madeira, papel, papelão, tecidos, plásticos, entre outros.

O módulo RFID é a tecnologia ligada ao Arduino MEGA que está mencionado no capítulo 4 da monografia onde tem o objetivo de fazer a comunicação ao leitor usando o RFID integrado ao microcontrolador. Esse módulo e suas conexões estão representados na Figura 24. a seguir.

Figura 24 - Representação do módulo RFID com suas conexões ao microcontrolador.



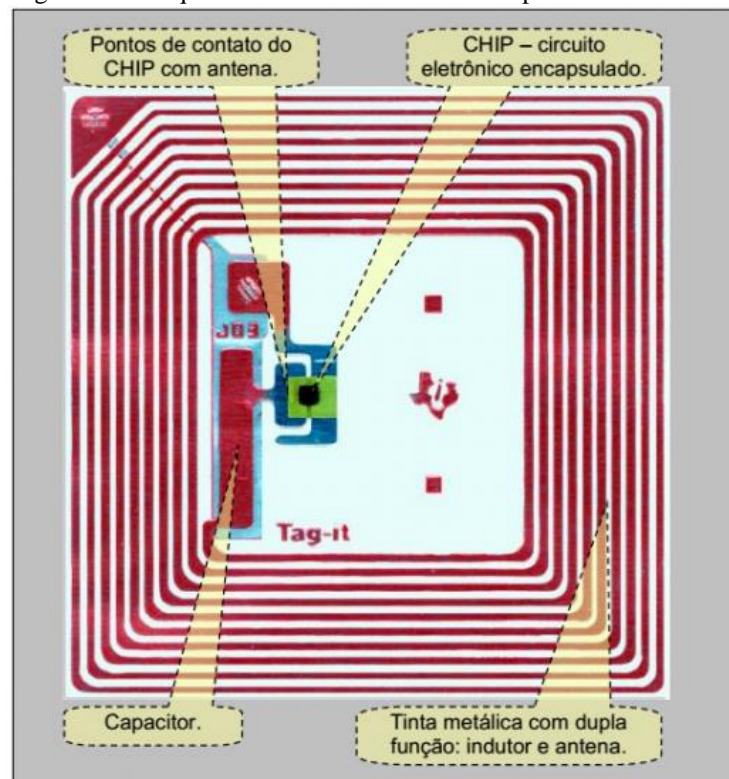
Fonte do autor.

3.9.2 Etiquetas Eletrônicas

O RFID é um sistema sem fio que utiliza ondas de rádio para atribuir identidade (sobre a forma de um código denominado EPC – *Electronic Product Code*) a uma etiqueta eletrônica (Tag). As etiquetas eletrônicas (Tags) conseguem armazenar muito mais informações que os códigos de barras, e os dados transmitidos pela etiqueta podem fornecer identificação ou localização de informações, ou informações específicas sobre um determinado produto, como o preço, cor, data de compra, entre outras (MOTA, 2012).

As etiquetas eletrônicas RFID são utilizadas na identificação de produtos. São fabricadas pelo processo automático de inserção de uma antena, no processo chamado de conversão de etiquetas. Essa etiqueta de radiofrequência são semicondutores que recebem uma pequena antena necessária para sinalização, com um adesivo que é incorporado a uma etiqueta de papel tradicional. De diversos tamanhos e diferentes frequências, pesando em média de 0,8 a 10 gramas e com espessura em média de 0,3 mm, são produzidas em várias versões. Um exemplo detalhado da etiqueta pode ser visto na Figura 25, a seguir.

Figura 25 – Etiqueta eletrônica RFID fabricada pela Texas Instruments



Fonte: (CUNHA, 2016)

As etiquetas eletrônicas antifurto são construídas com processos de laminação de uma antena ou encapsulada em um molde plástico rígido e podem ser classificadas em quatro modelos e, para cada tipo destas etiquetas e Tags, existe uma grande variedade de tamanhos, formatos e aplicações especiais.

- **Etiquetas de radiofrequência (RF):** mais utilizadas em livros, eletroeletrônicos e alimentos. Sua colocação é manual e elas são descartáveis.
- **Etiquetas eletromagnéticas (EM):** com utilização mais específicas em livros, revistas e periódicos. São finas e podem ser colocadas entre as páginas, tornando-as quase invisíveis. Sua colocação é manual e a etiqueta é descartável.
- **Etiquetas rígidas a custo-magnético (AM):** aplicadas em produtos de perfumaria, cartelas em geral ou produtos de higiene pessoal. Sua colocação pode ser manual ou automatizada na linha de produção e são descartáveis.
- **Tags rígidas de radiofrequência:** são fixados em peças de confecções, calçados e outros acessórios. Sua fixação é manual e reutilizável.

As principais aplicações mais visíveis incluem: identificação e rastreabilidade de ativos grandes ou pequenos de alto valor, embalagens reutilizáveis ou retornáveis, peças automotivas, ferroviárias ou de embarcações, contêineres aéreos e marítimos, cargas em geral, embalagens de transporte de uso único, veículos, cilindros de gás, tambores, prateleiras de lojas e armazéns, ativos de aluguel, ferramentas, tubulações, ativos de TI em data centers (computador de mesa e portáteis, como laptops, monitores, servidores, cabos, equipamentos de telecomunicações, racks e equipamentos em geral).

3.9.2.1 *Tags RFID*

As Tags RFID são um dos componentes mais importantes da tecnologia de um sistema de identificação por RFID. De acordo com Santini (2008) é por meio delas que os dados podem ser enviados, recebidos e transmitidos. Desta forma as Tags ficam subdivididas em três grandes grupos:

- **TAGS passivas:** Segundo IBM (2013) uma etiqueta passiva não contém uma bateria, sendo que a energia é fornecida pelo leitor. Quando as ondas de rádio do leitor são encontradas por uma etiqueta passiva, a antena em espiral dentro da etiqueta forma um campo magnético. A etiqueta retira a energia do leitor, transmitindo energia aos seus circuitos. A etiqueta então envia as informações codificadas na memória da etiqueta.
- **TAGS ativas:** Em Ibm (2013) define-se que, uma etiqueta RFID ativa é equipada com uma bateria que pode ser utilizada como uma fonte de energia parcial ou completa para o circuito e a antena da etiqueta. Algumas etiquetas ativas contêm baterias substituíveis para anos de uso, já outras são unidades seladas.
- **TAGS semi-passivas:** São uns elos entre os dois sistemas (ativas e passivas), mas que se classificam como as ativas, por terem bateria e possuírem a diferença de poderem ter seu código reescrito, ou seja, não é somente leitura. Nota-se que essas etiquetas se assemelham as ativas sinalizadoras. (CUNHA, 2006)

Segue na Figura 26, a seguir, uma representação de cada tipo de Tags mencionadas com detalhes vistos à acima.

Figura 26 – Representação dos tipos de Tags.

Etiquetas / Tags Pasivas



Etiquetas / Tags Semi Pasivas



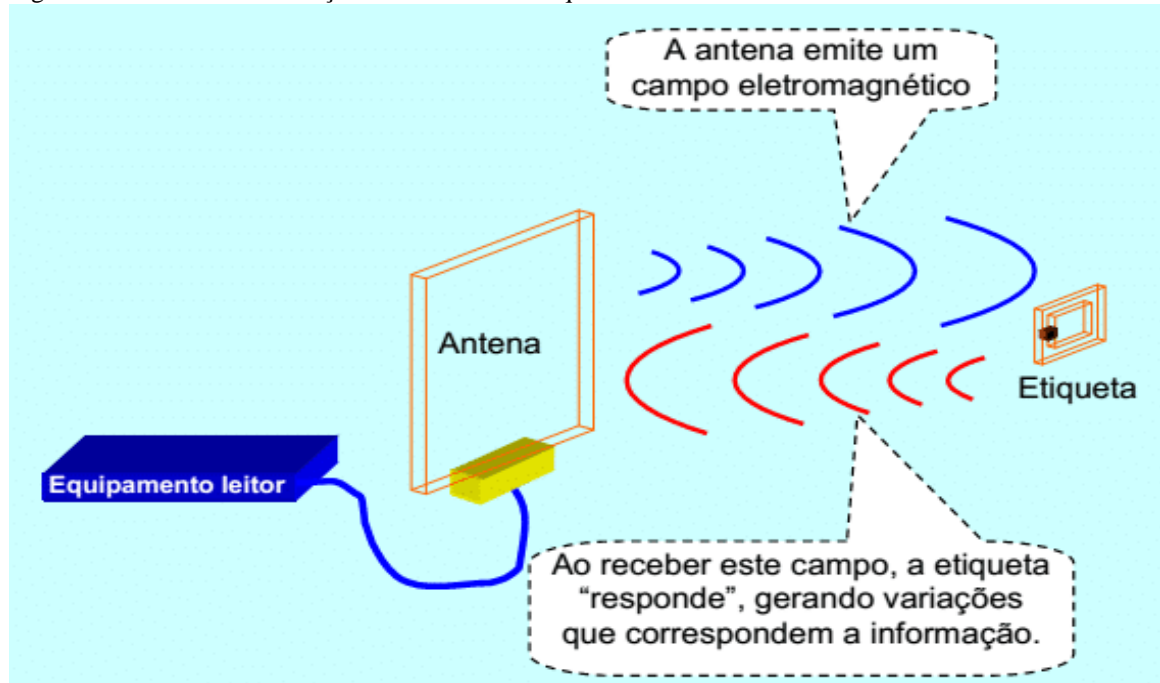
Etiquetas / Tags Activas



Fonte: (SERRANO. 2014)

Estes equipamentos segundo Laudo (2011), ficam interpretando sinais de rádio ininterruptamente, quando detectam o sinal de uma etiqueta, realizam a leitura dos dados e os decodificam, enviando o mesmo para um computador onde os mesmos são processados como esta mencionada com detalhes na Figura 27, a seguir.

Figura 27 – Troca de informações entre antena e etiqueta RFID



Fonte: (CUNHA, 2016)

3.9.2.2 Formas de Apresentação

Gerenciar o acesso a recursos, serviços e a locais está assumindo uma importância crescente para as organizações, sejam elas públicas ou privadas, de pequeno ou grande porte como multinacionais e governos de todos os níveis.

Desta forma se compreende que, para administrá-la o acesso aos recursos é preciso ter controle tanto do acesso físico como acesso lógico. O controle ao acesso físico protege bens tangíveis e intelectuais na instituição. E acesso lógico protege bens intangíveis, informações digitalizadas, sistemas de informação, banco de dados.

Portanto sabe-se da importância da integração e utilização de dispositivos, que incluam características que apoiem múltiplas aplicações, no processamento e identificação de pessoas. A

seguir estão listadas algumas das tecnologias utilizadas atualmente para a identificação de pessoas, dentre elas estão cartões inteligentes e cartões com códigos de barras.

3.9.2.3 Cartões Magnéticos

Os cartões magnéticos conforme Multilógica (2013), são utilizados como *Smart Cards*, trabalham na faixa de 125 Khz, tem um ID único e são reprogramáveis.

Segundo Gonçalves (2010), o cartão magnético, ou cartão de banda magnética, foi criado por um engenheiro da IBM chamado *Forrest Parry*, vinculado a um contrato com o governo do EUA, para um sistema de segurança, em meados dos anos 70 e tinha como intuito inicial utilização como cartão de identificação e cartão de crédito.

Podem-se verificar algumas características físicas, vinculadas aos cartões de tarja magnética representados na Figura 31. Tendo em cor preta uma tarja magnética, onde as informações ficam armazenadas, o restante do cartão é composto por plástico resistente, onde podem ser impressos descrições e imagens vinculadas à empresa que os utiliza, como nome do funcionário, nome da empresa e setor onde trabalha.

A tarja magnética pode processar dados, ou seja, ser inteligente. Ela é mais robusta e pode armazenar muito mais informações, como ler e gravar. Embora não se recomende tal procedimento, ela pode ser regravada. Pode provar a identidade, guardar e proteger informações e dados criptografados. Um exemplo de como é dividido as partes do *Smart Cards* esta apresentado na Figura 28.

Figura 28 - Anatomia do *Smart Card*.



Fonte: (ANATOMY of a Smart Card, 2016)

A leitura e comunicação podem ser feita com a utilização do código de barras e leitor ou através da comunicação direta via RFID. Como no projeto será utilizada a tecnologia com RFID, houve maior preocupação na exposição neste trabalho desta tecnologia. Para detalhes sobre a tecnologia do código de barras utilizadas nos cartões consultarem o que esta apresentada na Figura 29, a seguir.

Figura 29 – Representação do código de barras



Fonte: (COMO conseguir o número do código de barras GS1 EAN para seu produto?, 2012)

3.9.2.4 Leitor RFID

Segundo o RFID Journal, 2005 “um leitor típico, é um dispositivo que tem uma ou mais antenas que emitem ondas de rádio e recebe sinais de volta da etiqueta. Após repassa esses dados de forma digital para um computador. ”

O leitor é o componente de comunicação entre o sistema RFID e os sistemas externos de processamento de informações. A complexidade dos leitores depende do tipo de etiqueta e das funções a serem aplicadas. O leitor RFID é o sistema nervoso central do hardware de um sistema RFID Lahiri (2006).

Podem-se considerar os leitores como parte importante para o bom funcionamento dos sistemas que utilizam RFID em seu meio. Segundo Santini (2008), os leitores, tem a função de comunicar-se com as *Tags* RFID através de uma antena repassando a informação e em alguns casos processando-as para outros sistemas.

Segundo Santini (2008), todos os leitores, independentes de capacidade, funcionalidade ou tipo, têm como dispositivo de entrada uma antena. Os leitores podem ser fixos ou móveis, conforme se pode observar na Figura 30, na qual se pode observar um leitor do tipo móvel a esquerda e na direita um leitor do tipo fixo.

Figura 30 - Leitor móvel x fixo

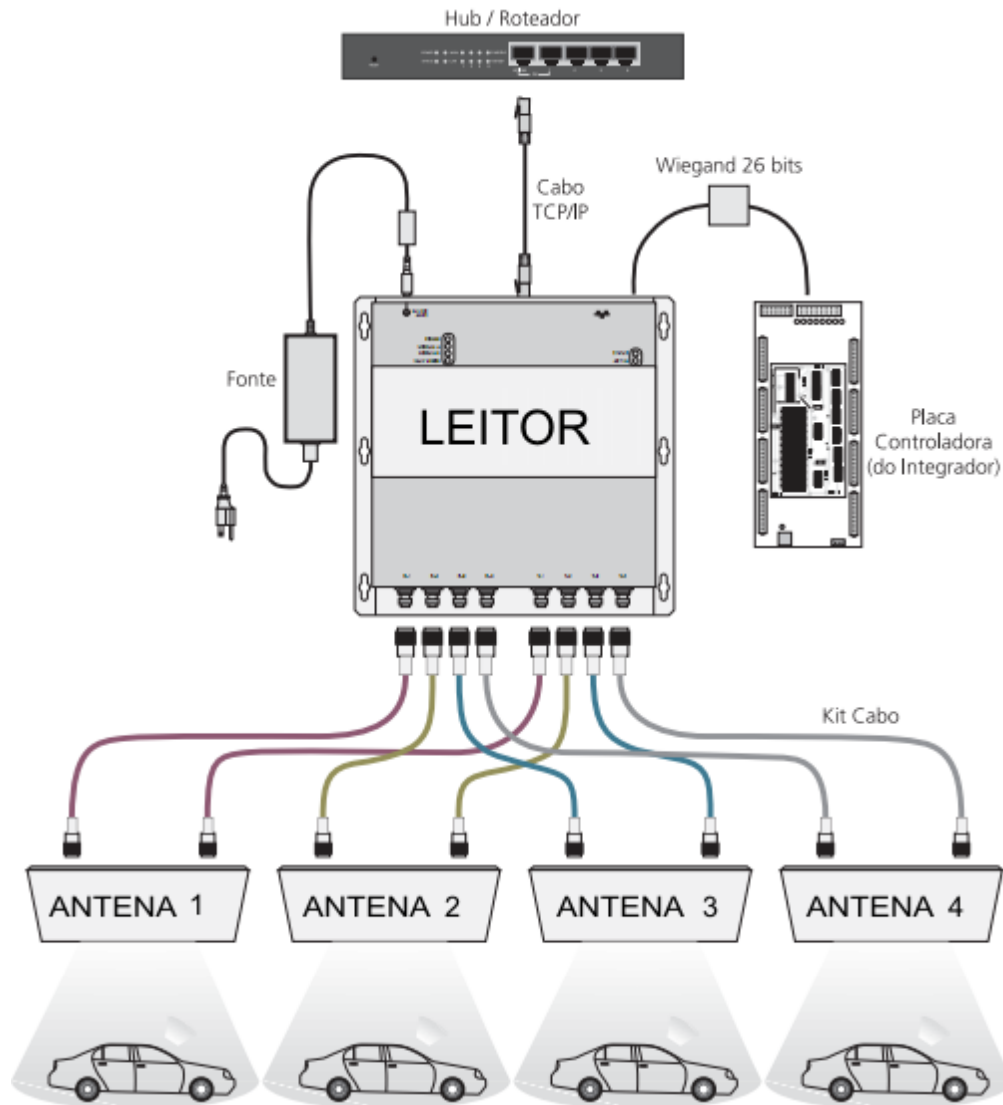


Fonte: (LUÍS, 2013)

Os softwares que exercem funções de leituras e escritas de dados em dispositivos sem fio, necessitam de um leitor como interface, pois a aplicação deve gerar esta interface de forma o mais transparente possível. Desta forma podemos visualizar uma *Tag* RFID, que transporta as informações que identificam o objeto. O leitor RFID pode ler ou até mesmo escrever informações na *Tag*. Segundo Rfidbr (2013), os leitores são elementos intermediários, que gerenciam eventos de baixo nível e os enviando aos softwares e controles.

Pode-se exemplificar o esquema de comunicação entre *Tag* e o leitor na figura 31 onde se caracteriza o papel do controlador, como uma ponte entre o leitor de *Tag* (antena) e o middleware (software da aplicação) RFID.

Figura 31 - Leitor UHF e Tag UHF se comunicando com o microcontrolador



Fonte: (QUANDO se utiliza leitor de proximidade UHF?, 2011)

O funcionamento do esquema da figura 31 pode ser resumido da seguinte forma: a Tag passa pela antena e o leitor obtém informações da mesma, constituindo uma interface entre os sinais de rádio frequência. Atualmente os leitores mais comuns possuem no máximo duas antenas, integradas e conectadas entre si, elas podem ser internas ou externas a este equipamento.

Outra maneira de ligar as antenas é configurando-as para que apenas uma receba o sinal e outra o transmita. Outro componente físico é o Controlador, que é o dispositivo responsável por controlar o leitor. Ele pode variar em complexidade, sendo desde um pequeno leitor embarcado em um PDA (computador de tamanho reduzido dotado de grande capacidade computacional) ou celular até um microcomputador com sistema servidor e várias funcionalidades. Por fim, a interface de rede necessária para fazer com que as informações saiam da leitora, pode ser uma simples porta Ethernet, USB, Serial ou outra. Um exemplo de PDA está retratado na Figura 32, a seguir.

Figura 32 - Representação do PDA (*Personal Digital Assistants*)



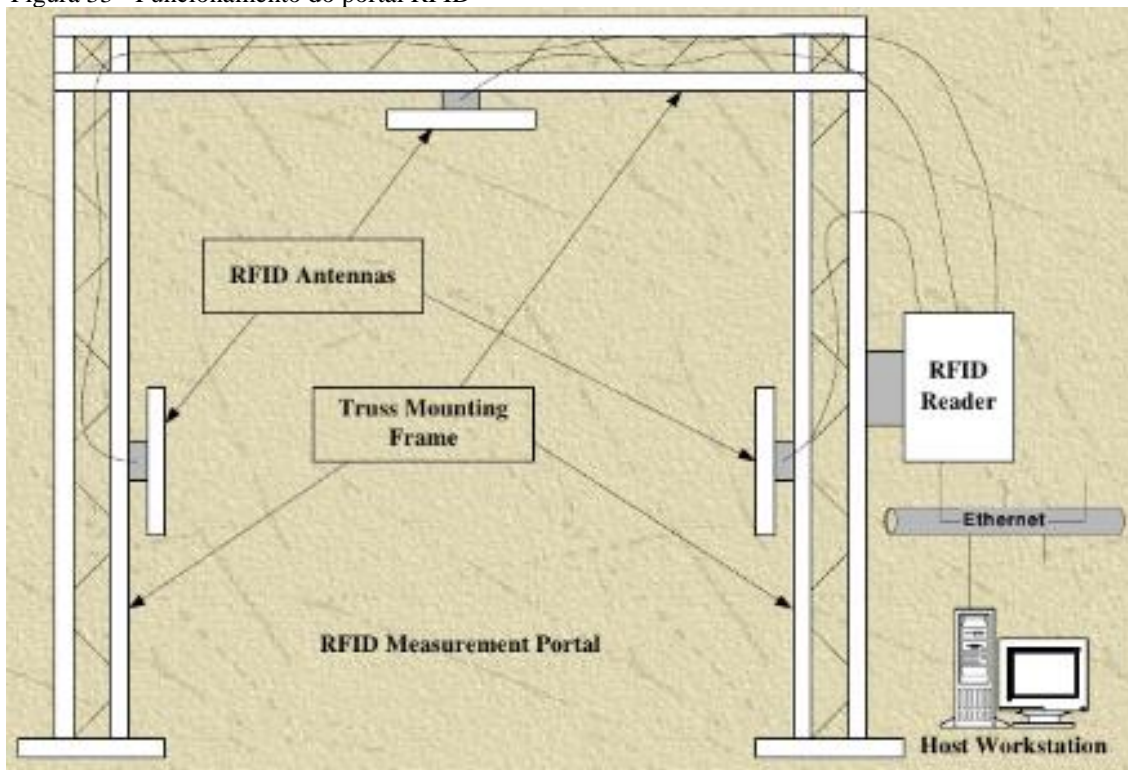
Fonte: (O PDA, 2012)

Segundo Santini (2008) a representação de um leitor é essencial para determinar qual tipo de sistema RFID será utilizado. Os mesmos são adequados conforme a necessidade de uso, variando em forma, tamanho e manuseio. Os principais são os portais (onde a *tag* passa por uma espécie de porta), os túneis (que oferecem uma blindagem para frequência utilizada), os leitores portáteis (disponíveis inclusive em celulares), as prateleiras inteligentes (permitindo monitorar a quantidade de produtos estocados) e as impressoras, que além de lerem as informações podem fazer a impressão de etiquetas com códigos de identificação RFID.

3.9.2.5 Portal RFID

As antenas são dispostas de maneira que o leitor possa reconhecer quando um objeto entra ou sai, conforme mostra a Figura 33, a seguir. É bastante utilizado em depósitos e nos sistemas antirroubo dos mercados (HECKEL, 2007).

Figura 33 - Funcionamento do portal RFID



Fonte: (PETERSAM67, 2010)

De acordo com Santini (2008), dentre as formas de leitores mais utilizados e conhecidos no mercado, encontra-se a de portal. Observa-se que neste tipo de antena a *Tag* precisa passar pela parte interna do portal para ser identificada. Este tipo de leitor é recomendado para liberação de cancelas, identificação de veículos, passagem de prateleiras ou contêineres.

São usados em sistemas EAS (*Vigilância Eletrônica de Produtos*) e quando os itens a serem inspecionados chegam ou vão através de docas de carregamento.

É um tipo de sistema de etiquetas e alarmes que previne o furto em lojas. Onde a etiqueta é presa ao artigo de roupa ou mercadoria a ser protegida. No ato da compra, essa etiqueta é removida ou desativada, dependendo do modelo de etiqueta escolhido. Se a etiqueta não tiver sido removida ou desativada quando o item for retirado da loja as antenas antifurtos colocadas na saída do estabelecimento emitem um alarme, notificando a área de segurança sobre um possível furto.

3.9.2.6 Energizando a Etiqueta

No caso das etiquetas passivas e semiativas, o leitor fornece a energia necessária para ativar ou energizar a etiqueta no campo eletromagnético dele. O alcance deste campo geralmente é determinado pelo tamanho da antena dos dois lados e pela potência do leitor.

Segundo (COMO-FUNCIONA, 2007) as etiquetas passivas são etiquetas que contém apenas o chip e uma bobina que funciona como antena. A energia para alimentar essas etiquetas é provida pelas ondas eletromagnéticas geradas pelo leitor no momento em que a tag entra a uma distância que corresponde ao seu campo eletromagnético.

Devido a sua constituição simples podem ser fabricados em massa a baixo custo e também tem dimensões reduzidas, algumas têm a espessura de uma folha de papel. (TAG-PASSIVA, 2009)

O tamanho da antena geralmente é definido pelos requisitos da aplicação. Todavia, a potência do leitor (através da antena), que define a intensidade e o alcance do campo eletromagnético produzido, geralmente é limitada por regulamentos, como aparece com detalhes sobre o processo de energização da etiqueta na Figura 34, a seguir.

Figura 34 - Processo da Energização da Etiqueta

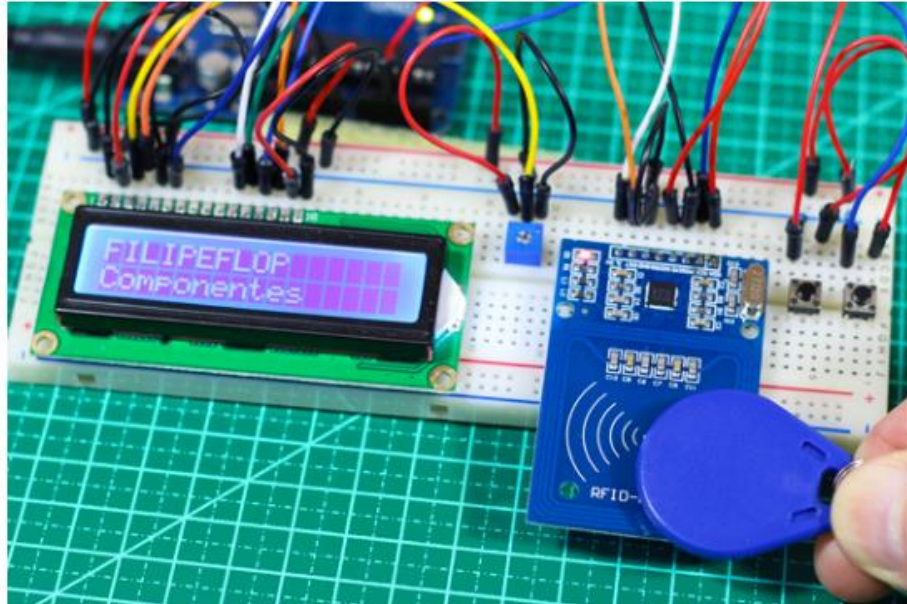


Fonte: (RFID, 2012)

3.9.2.7 Gravando os Dados na Etiqueta

Para os sistemas de RFID com capacidade de gravação, um leitor pode realizar uma função dupla também gravando dados em uma etiqueta. Com uma etiqueta de leitura/gravação, os dados podem ser alterados adicionados ou até mesmo eliminados a qualquer momento durante o seu ciclo de vida. A Figura 35, a seguir, mostra o funcionamento da composição microcontrolador e etiqueta RFID para gravar as informações no modo serial do arduino e informando para o usuário o que está gravado em um display LCD.

Figura 35 – Gravando informações da etiqueta e demonstrando em um display LCD

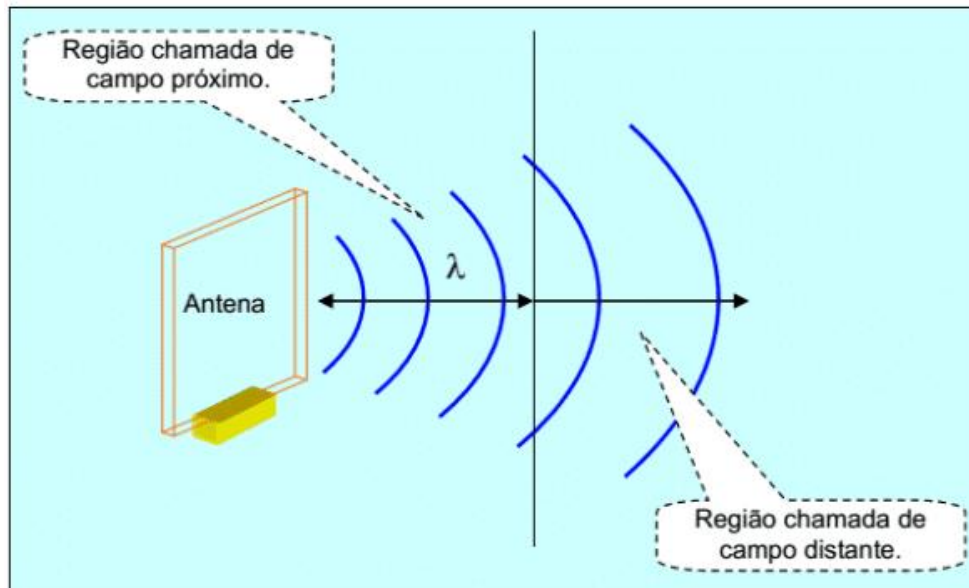


Fonte: (THOMSEM, 2015)

3.9.2.8 Antenas

As antenas são condutores da comunicação de dados entre a etiqueta e o leitor. O estilo da antena e o posicionamento representam um fator significativo na determinação da região de campo distante, alcance e precisão da comunicação como mostra a Figura 36. Segundo Lahiri (2005) um leitor se comunica com uma etiqueta por meio de antenas do leitor. Antenas são dispositivos separados, que estão fisicamente ligados ao leitor, ou acoplados nos mesmos.

Figura 36 – Relação entre campos e a distância da antena.



Fonte: (CUNHA, 2016)

A relação de campo e distância mencionados na Figura 36 apresenta uma relação de distâncias mencionadas por determinada frequência de operação, conforme pode ser visualizado na Figura 37, a seguir.

Figura 37 – Distâncias dos campos em função da frequência.

Frequência	Campo próximo	Campo distante
LF	< 120 m	> 12 km
HF	< 1 m	> 110 m
UHF	< 1,65 cm	> 1,65 m
microondas	< 0,25 cm	> 0,25 cm

Fonte: (CUNHA, 2016)

3.9.3 Frequência de Operação

Um dos aspectos mais importantes da conexão entre uma etiqueta e um leitor é a frequência em que ele opera. A frequência de operação pode variar com base na aplicação, nas

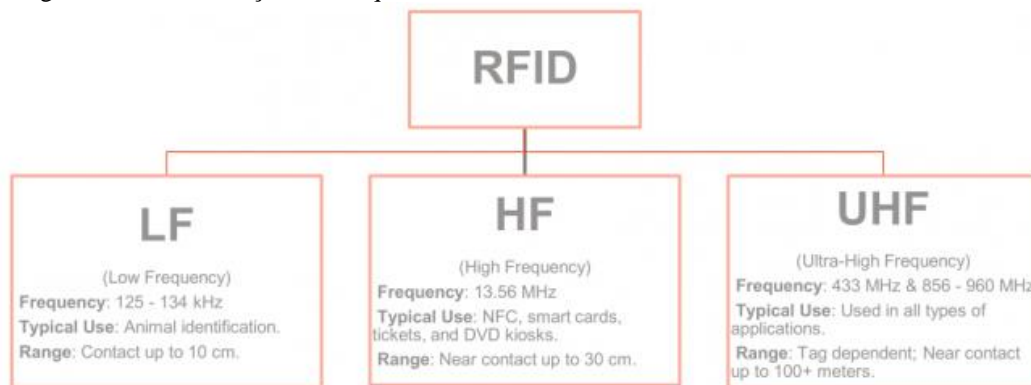
normas e nos regulamentos. Em geral, a frequência define a taxa de transferência de dados entre a etiqueta e o leitor.

Quanto menor a frequência, mais lenta a taxa de transferência. Todavia, a velocidade não é o único aspecto a ser analisado no planejamento de uma solução de RFID.

A frequência de operação é a frequência eletromagnética utilizada para comunicação e obtenção de alimentação. Atualmente há quatro faixas de frequência utilizadas pelos sistemas de RFID. Elas são divididas em baixa frequência (LF), alta frequência (HF), ultra-alta frequência (UHF) e micro-ondas. (COMO-FUNCIONA, 2007).

Os sistemas de RFID estão delimitados na sua grande maioria a três faixas de frequências como pode ser visualizado na Figura 38 logo abaixo.

Figura 38 – Classificação das frequências do sistema RFID



Fonte: (CUNHA, 2016)

3.9.4 Componentes Lógicos

Os componentes lógicos do sistema são softwares que realizam todo o controle de um sistema RFID, realizam atividades desde a camada de comunicação de um leitor com uma antena até o software instalado em um terminal que recebe estas informações (ALMEIDA, 2011).

Glover & Bhatt (2007 citados por MALTA, 2009) citam que há quatro componentes lógicos dentro de um controlador de leitor RFID, sendo eles: API do leitor, Comunicações, Gerenciamento de Eventos e Subsistema da Antena.

A API (Application Programming Interface) do leitor, o subsistema de comunicações, o subsistema de gerenciamento de evento e o subsistema da antena compõem as partes lógicas de um leitor (GLOVER, BHATT, 2007).

Segundo Santini (2008), é a API que possibilita que outras aplicações possam fazer a comunicação com o leitor, transformando as informações oriundas do middleware para as Tags e vice-versa. Glover e Bhatt (2007). O sistema de comunicação é responsável pela comunicação dos protocolos de transporte do leitor e implementação de um protocolo proprietário para enviar e receber as mensagens da API. Cabe ao Gerenciador de Eventos definirem o evento, filtrar esses eventos e, então, decidir qual seu destino, como ser enviado para um relatório ou uma aplicação externa (GLOVER; BHATT, 2007 citados por MALTA, 2009). Para concluir os quatro componentes lógicos de um leitor RFID, segundo (HECKEL, 2007 citado por MALTA, 2009) O subsistema de antena é a parte lógica da antena que controla a comunicação da antena física com a Tag (etiqueta).

3.9.5 **Middleware**

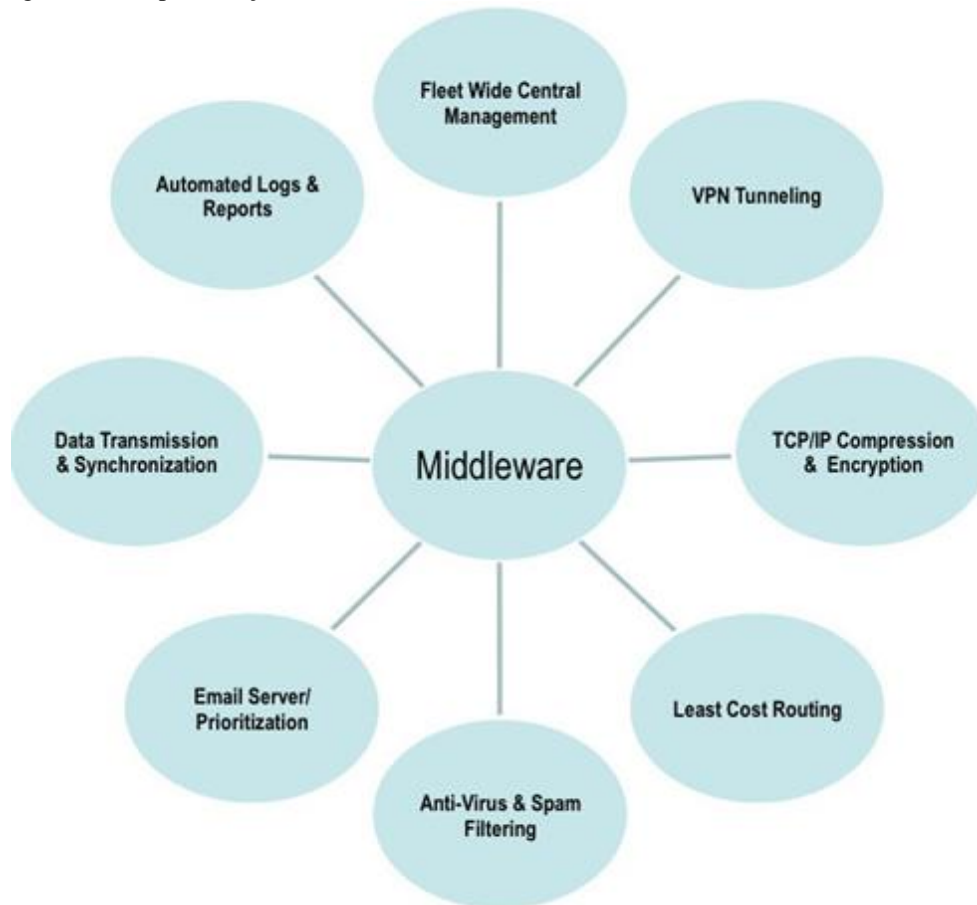
Um middleware pode ser visto como uma camada intermediária de abstração entre sistemas heterogêneos que passam a se comunicar de maneira transparente através de uma interface em comum. A inserção de um middleware em uma comunicação entre sistemas heterogêneos adiciona ao tempo total da comunicação o tempo de processamento do middleware, fator que pode ser prejudicial para a execução de sistemas que precisam de alto desempenho.

O middleware é o software que se encontra entre o sistema operacional e os aplicativos nele executados. Segundo Heckel (2007) o middleware é responsável pelo tratamento dos dados

obtidos pelos leitores, por isso de fundamental importância no processamento das informações. Muitas vezes o middleware é chamado de “**encanamento**”, uma vez que ele conecta dois aplicativos para que os dados e bancos de dados possam ser facilmente transportados através do “**cano**”. O uso do middleware permite que os usuários executem solicitações como enviar formulários em um navegador da web ou permitir que o servidor web apresente páginas dinâmicas da web com base no perfil de um usuário.

O middleware apresenta várias vantagens, pois tem um amplo nível de conexões com vários tipos de aplicações, o que lhe possibilita interagir com um grande número de sistemas tanto na nuvem como na própria máquina. A Figura 39, a seguir, mostra algumas das conexões que possam existir com o middleware.

Figura 39 – Representação do middleware e suas conexões.



Fonte: (MIDDLEWARE...so why is it important?, 2010)

Uma característica comum das implementações de middleware é que eles costumam ser baseado em XML (*Extensible Markup Language*), protocolo SOAP (*Simple Object Access Protocol*) e Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) (ORACLE, 2015). A utilização desses recursos se deve exatamente ao fato de ser orientado a serviços web, que visam amplo suporte aos mais variados sistemas e aplicações.

No contexto de redes de sistemas distribuídos, é a de que o middleware é uma camada de software empregada entre o sistema operacional e as aplicações, provendo abstração para o desenvolvimento de sistemas distribuídos. Dessa forma, serviços como concorrência, transações,

segurança e alta disponibilidade são ofertados pelo middleware e não pelos desenvolvedores das aplicações (BRUNEO; PULIAFITO; SCARPA, 2007).

No contexto da computação em nuvem, middlewares como a IBM *Altocumulus* (RANABAHU; MAXIMILIEN, 2009) são empregados como meio de se uniformizar a comunicação entre serviços na nuvem. Uma das vantagens de se utilizar um middleware para comunicar serviços na nuvem é a de se obter uma interface padrão independente da linguagem de programação adotada pelos diferentes provedores de serviço. Ou seja, obtêm-se uma comunicação transparente.

3.9.6 Vantagens e Desvantagens da tecnologia RFID

Como qualquer tecnologia emergente, deve-se analisar com cuidado e saber dos riscos e benefícios que a tecnologia de RFID pode trazer. Dentre as vantagens entre um sistema baseado em etiquetas de RFID comparado com um sistema de código de barras convencional, podemos citar (HODGES, 2005):

- A etiqueta RFID pode ser reaproveitada, enquanto que a etiqueta de código de barras uma vez definida é impressa e fixada no objeto que se deseja identificar;
- Alcance de leitura RFID é maior do que a do código de barras;
- Com a etiqueta RFID é possível verificar tempo de armazenagem ou associar informação ao processo de fabricação do item;
- É possível atualizar informação com os artigos em movimento, disponibilizando-as a qualquer ponto de consulta eletrônica, quando utilizado o sistema RFID;
- A leitura do código de barras precisa ser feita por uma pessoa, com a utilização de leitores, sendo mais complexa a automatização desta ação. Já na tecnologia RFID, como a

leitura pode ser feita sem o envolvimento humano e com a obtenção de dados continuamente, resulta em leituras mais precisas e menos caras, pois pode ser lida em grande quantidade, simultaneamente;

- A etiqueta de RFID pode ser lida em qualquer direção, desde que esteja dentro da amplitude de rádio frequência dos leitores, diferente do código de barras que exige uma linha de visão;
- Os leitores de RFID podem se comunicar ao mesmo tempo com diversas etiquetas inteligentes;
- Quando exposta a líquidos, corrosivos ou sujos que possam danificar o material da etiqueta de código de barras, esta não funciona;
- Os dados que a etiqueta inteligente pode armazenar são maiores do que a etiqueta de código de barras;

3.9.7 **Redes de Computadores**

As redes sem fio possuem vários formatos. Um exemplo desse tipo de rede é a tecnologia Bluetooth, usada para acesso sem fio em serviços de curtas distâncias. Segundo SOARES (1995), uma rede de computadores é formada por um conjunto de módulos processadores e por um sistema de comunicação, ou seja, é um conjunto de enlaces físicos e lógicos entre vários computadores (chamados hosts).

As redes de computadores permitem que as aplicações distribuídas utilizem login remoto, correio eletrônico, transmissão de áudio e vídeo em tempo real (como em uma videoconferência), jogos distribuídos, a *World Wide Web* e muito mais (KUROSE & ROSS, 2003).

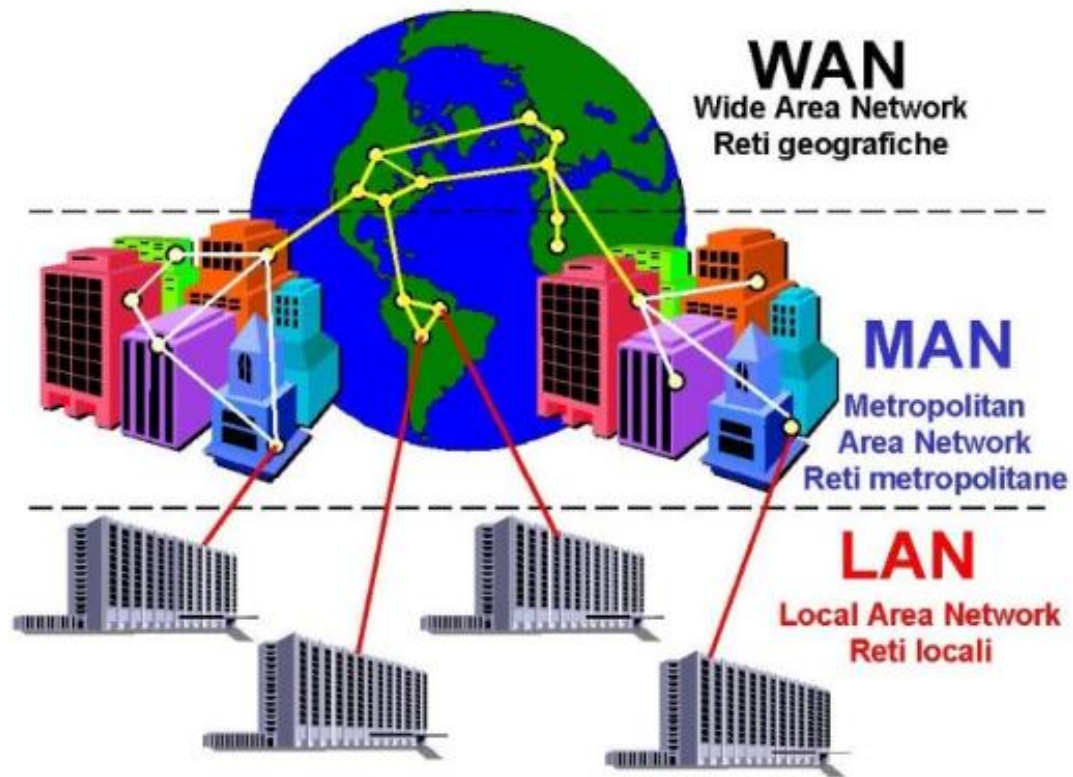
A possibilidade de mesclar informações, comunicação e entretenimento certamente dará origem a uma nova e avançada indústria baseada nas redes de computadores (TANENBAUM, 1997).

As redes de computadores podem ser classificadas em: LAN, MAN e WAN. Cada uma dessas classificações será explicada a seguir:

- **Local Área Network – LAN:** As redes locais, também chamadas de LANs, são redes privadas contidas em um prédio ou em um campus universitário que tem alguns quilômetros de extensão. Elas são amplamente usadas para conectar computadores pessoais e estações de trabalho em escritórios e instalações industriais (TANENBAUM, 1997).
- **Metropolitan Área Network – MAN:** TANENBAUM (1997) explica que uma rede metropolitana, ou MAN, é, na verdade, uma versão ampliada de uma LAN, pois basicamente os dois tipos de rede utilizam tecnologias semelhantes. Uma MAN pode abranger um grupo de escritórios vizinhos ou uma cidade inteira e pode ser privada ou pública. Esse tipo de rede é capaz de transportar dados e voz, podendo inclusive ser associado à rede de televisão a cabo local.
- **Wide Área Network – WAN:** Uma rede geograficamente distribuída, ou WAN, abrange uma ampla área geográfica (um país ou continente). Ela contém um conjunto de máquinas cuja finalidade é executar as aplicações do usuário (TANENBAUM, 1997).

As classificações das redes de computadores mencionadas acima estão todas interligadas como mostra a Figura 40, a seguir.

Figura 40 – Representação das redes WAN,MAN e LAN



Fonte: (HENRIQUE, 2014)

Os modelos de arquiteturas de rede que são considerados de referência para este trabalho são o Modelo OSI (*Open Systems Interconnection*) de sete níveis e o modelo TCP/IP, regulamentado no RFC 1180 (SOCOLOFSKY et al, 1991). Onde a topologia da Figura 40, tem suas redes sem fios equivalentes, que podem ser interligadas entre si e que hoje pode ser conectada através da rede internet que utilizam a pilha de protocolos IP, dando, portanto um enorme alcance de cobertura para a transmissão de dados referentes a qualquer aplicação, inclusive à proposta neste projeto. Maiores detalhes sobre a arquitetura TCP/IP e seus protocolos podem ser consultados em (KUROSE & ROSS, 2003) e (TANENBAUN, 1997).

Todos os conceitos e aspectos técnicos abordados neste capítulo, direta ou indiretamente, são fundamentais para o desenvolvimento do projeto aqui proposto, como pode ser visto nos próximos capítulos.

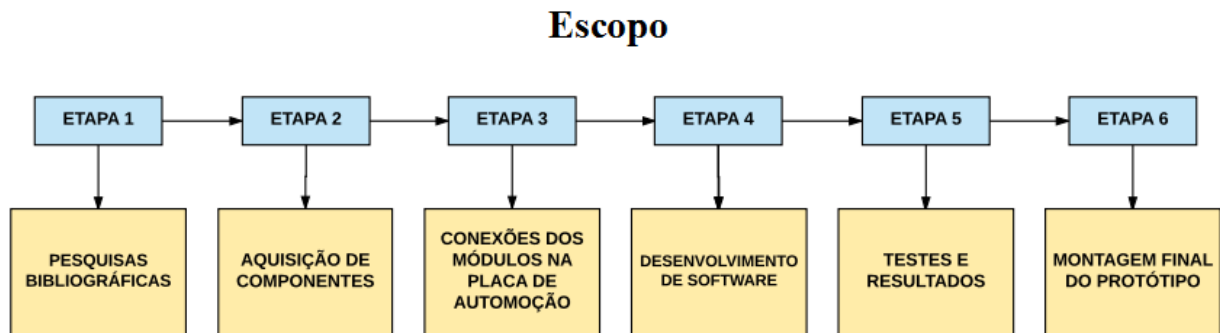
4 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Neste capítulo serão apresentadas às informações técnicas sobre a montagem dos circuitos, conexões das portas lógicas, apresentação do escopo mostrando as conexões em formato mais simplificado das sequências do projeto prático e diagrama macro relatando as etapas organizadas em semanas envolvendo os planejamentos desenvolvidos com a integração dos módulos referidos na monografia.

4.1 Escopo do Protótipo

A estrutura, com forma escopo de como foram executadas e organizadas as etapas para a produção do protótipo pode ser visualizada na Figura 41, a seguir.

Figura 41 – Escopo do Projeto.



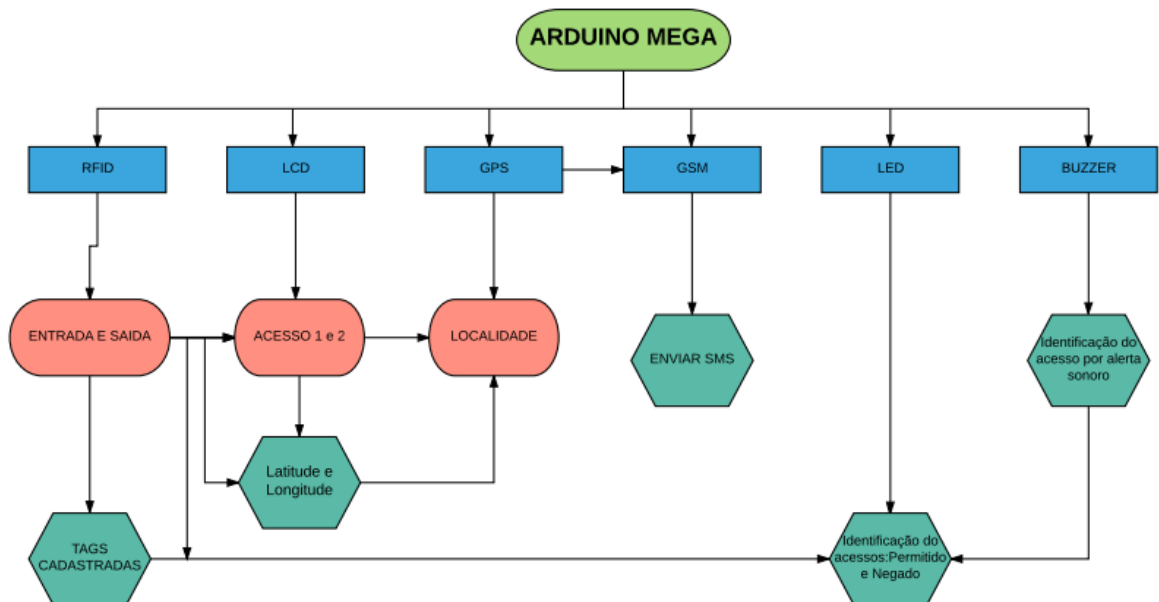
Fonte do autor.

4.2 Diagrama de fases

O escopo retratado na Figura 42, a seguir, mostra de uma forma resumida qual foram as fases de desenvolvimento de cada módulo que está apresentado no protótipo. A criação do diagrama é para facilitar a compreensão de como o projeto foi evoluindo e suas interações.

O projeto como pode ser visualizado na Figura 42, apresenta seis fases de criação, onde está relacionado com a programação e conexão de cada módulo separadamente. O Módulo RFID foi implantado no projeto para acionar os acessos de entrada e saída do sistema utilizando a função de Tags e cadastramentos em sua programação. O LCD apenas informa em seu visor a informação do RFID e seu cadastramento efetuado com sucesso junto com a integração do módulo GPS para localizar as latitudes e saídas do sistema. O GSM apenas esta programado para enviar um SMS da tarifa paga onde aparecerá em sua mensagem “Pagamento Efetuado Com Sucesso!!”. Os leds vermelho e azul para identificação da abertura da catraca e por ultimo o *buzzer* para o alerta sonoro do acesso a Tags cadastradas. O arduino Mega é a plataforma que esta sustentando como base toda parte de programação e hardware de conexão da integração de todos os módulos citados.

Figura 42 – Diagrama de fases.



Fonte do autor.

4.3 Planejamento do Protótipo

A Figura 43, a seguir, trata-se da visão geral do projeto, do levantamento de recursos, e da metodologia, das etapas do desenvolvimento, montagem e integração do protótipo e apresentação

do mesmo na sua forma funcional até a conclusão e os testes retratados no capítulo 05. O planejamento das etapas de construção do protótipo é importante, pois mostra de forma clara que a realização de um bom trabalho de monografia requer um compromisso pontual por dia.

Figura 43 - Planejamento do protótipo.

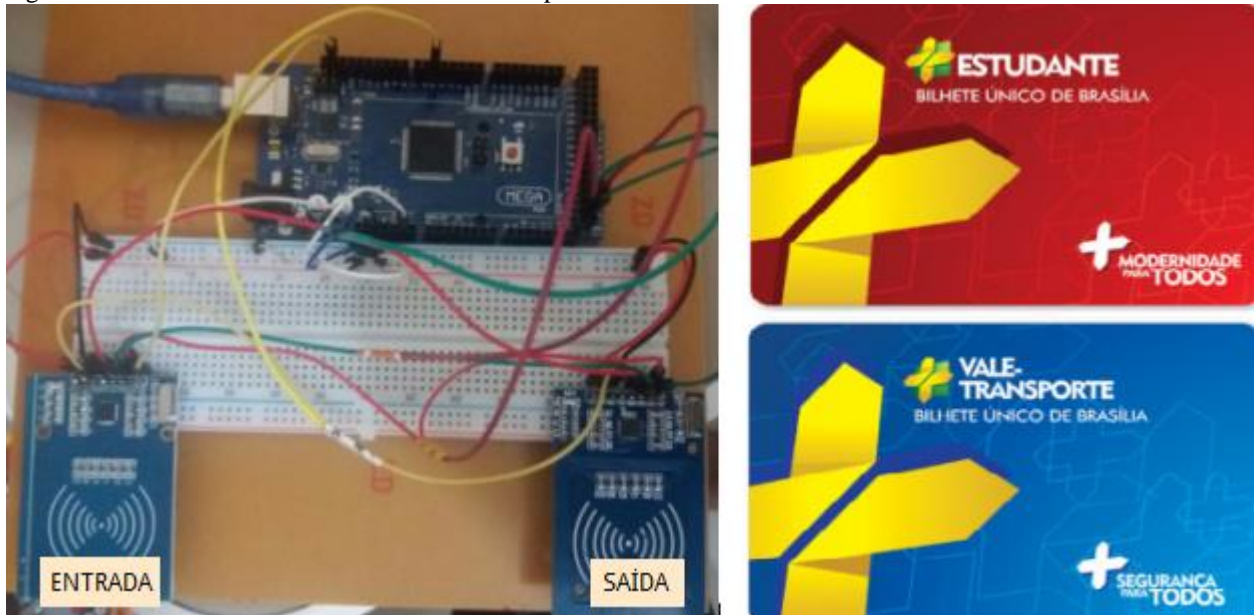
PLANEJAMENTO - PRÓTOTIPO TCC	
2 semanas	Referência Bibliográfica
5 semanas	Esquemático do Sistema / Especificações / Compras
6 semanas	Produção do texto (Monografia)
2 semanas	Estudo do Software e suas Conexões
3 semanas	Programação do Software na Plataforma Arduino Mega
2 semanas	Produção do Texto do Software (Programação)
3 semanas	Montagem do Hardware
2 semanas	Teste e Conclusões do Protótipo
2 semanas	Preparação dos Slides
2 semanas	Revisão da Monografia

Fonte do autor.

4.4 Apresentação dos Módulos

Os módulos RFID RC522 na Figura 44, foi instalado no sistema para a identificação da Tag e como pode ser visto o primeiro módulo simula a entrada e o segundo a saída. Através da configuração na plataforma de programação do Arduino encontra-se capacidade para interagir com dois módulos apresentando apenas uma Tag de entrada e saída como de exemplo os *smarts cards* estudante e vale-transporte.

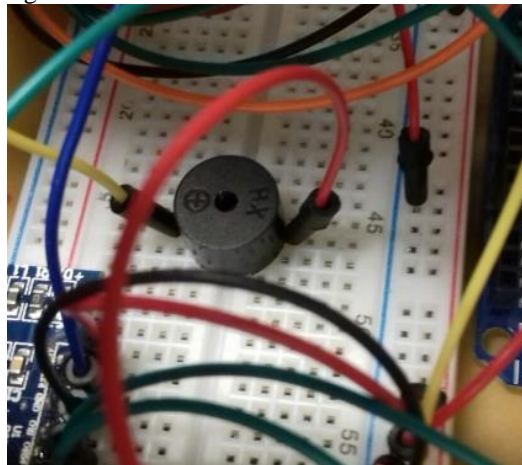
Figura 44 – Os dois Módulo RFID RC522 e exemplos de *smarts cards* usados em Brasília.



Fonte do autor.

O *buzzer* retratado na Figura 45, foi instalado no sistema de catraca eletrônica, para quando ocorre um erro no cartão, apresentando para o usuário a informação de acesso negado. O sistema do *buzzer* ao identificar o erro, tocará um sinal de alerta para informar a falta de valor da tarifa no cartão com o sensor RFID RC-522 mencionado, impossibilitando o usuário acessar a catraca.

Figura 45 – Buzzer



Fonte do autor.

O módulo GPRS/GSM-SIM800L representado na Figura 46 abaixo foi instalado com a finalidade de enviar uma mensagem mostrando em seu texto a localidade de entrada e a de destino ao acionar o sensor RFID RC-522. E também mencionar para o usuário se o pagamento foi efetuado com sucesso!!!.

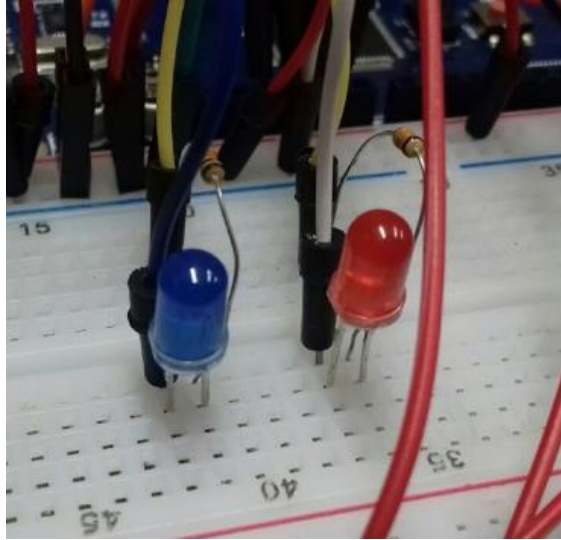
Figura 46 - Módulo GSM-SIM800L



Fonte do autor.

No sistema foram implantados dois LED,s convencionais como mostra a Figura 47, um da cor vermelha e outro da cor azul. A cor vermelha serve para identificar a catraca não acionada (acesso negado!!) e a cor azul para identificação de acesso liberado!!. No sistema da catraca.

Figura 47 - LED,s convencionais



Fonte do autor.

Na Figura 48, a seguir, apresenta-se o display LCD 20X4 que também foi instalado para mostrar em seu visor o local de entrada e saída do usuário ao acionar o sensor do modulo RFID RC-522 implantado nos *smart card* e identificados com precisão pelo GPS NEO-6M juntamente com seu valor a ser pago pelo percurso deslocado.

Figura 48 - Display LCD 20X4



Fonte do autor.

O módulo GPS NEO-6M da Figura 49, a seguir, está integrada no sistema da catraca pois é o módulo GPS que identificara a onde o usuário esta entrando e saído ao acionar o sistema da

catraca como vimos na descrição do tópico “Escopo do Protótipo” acima onde mostra a funcionalidade do GPS e a integração do mesmo com o módulo GPRS/GSM-SIM800L.

Figura 49 – Módulo GPS NEO-6M

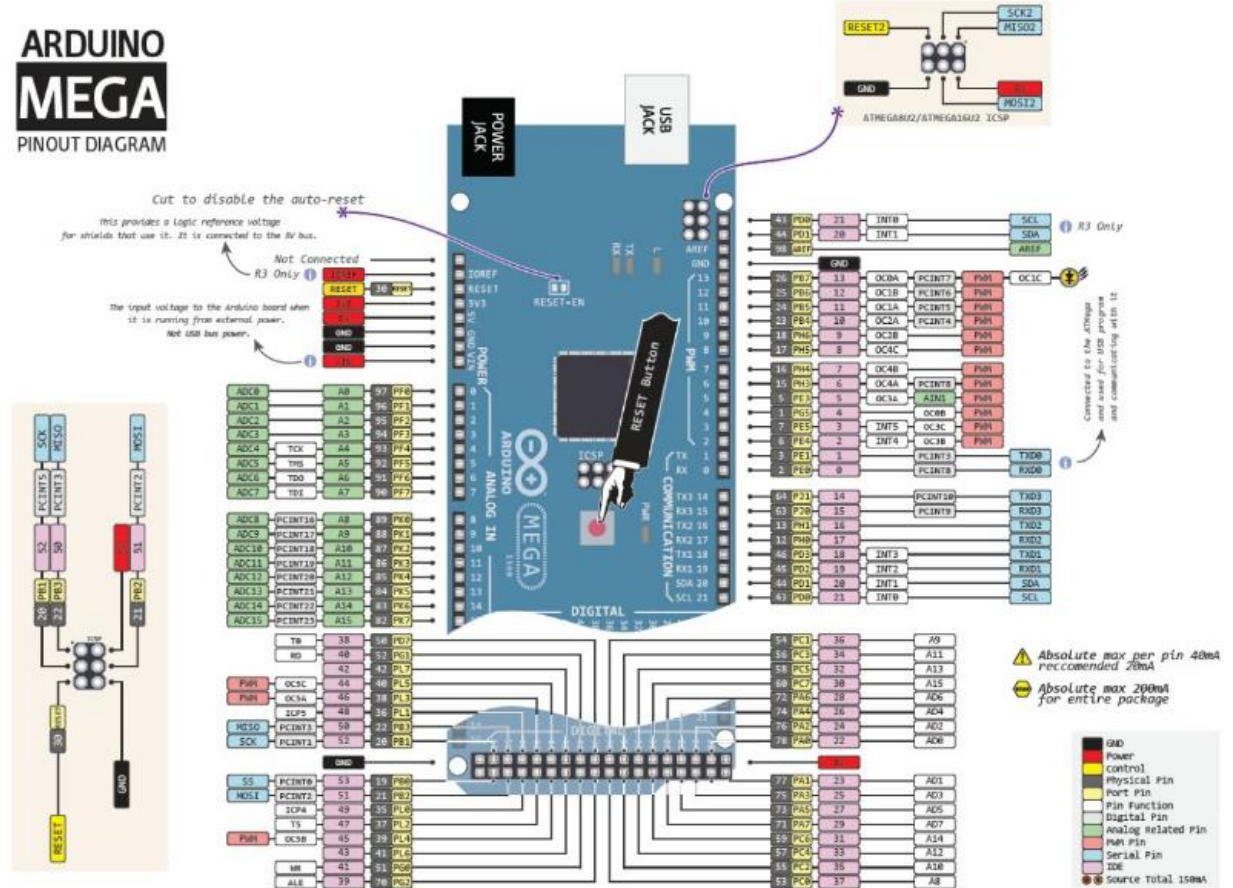


Fonte do autor.

4.5 Conexão dos Módulos na plataforma Arduino Mega.

Uma visão das conexões da plataforma Arduino Mega é apresentados no Diagrama de Pinagem mostrado na Figura 50, a seguir.

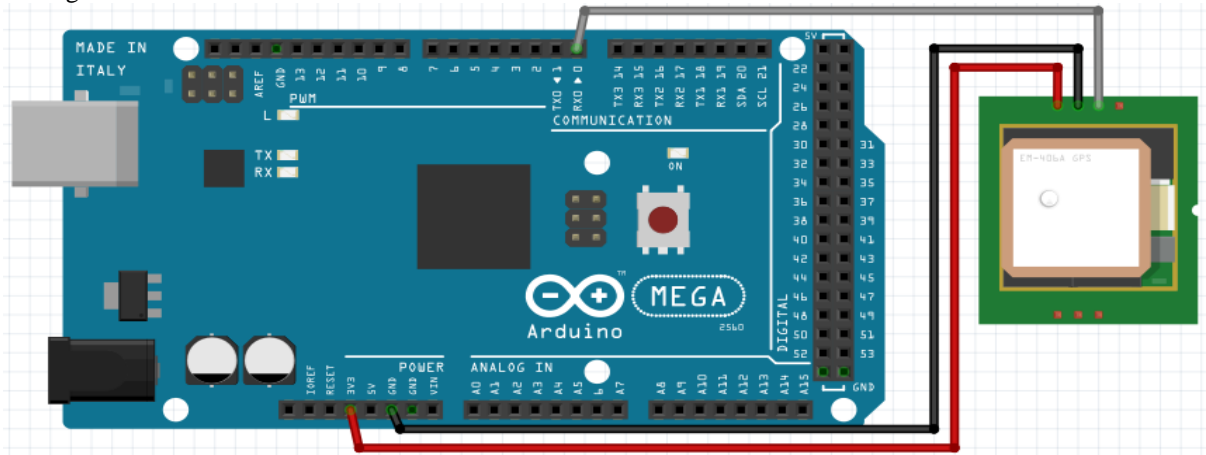
Figura 50 – Conexão da plataforma Arduino Mega.



Fonte (ADAFRUIT, 2013)

4.5.1 Conexão do GPS NEO-6M

Figura 51 – Conexões do GPS NEO-6M

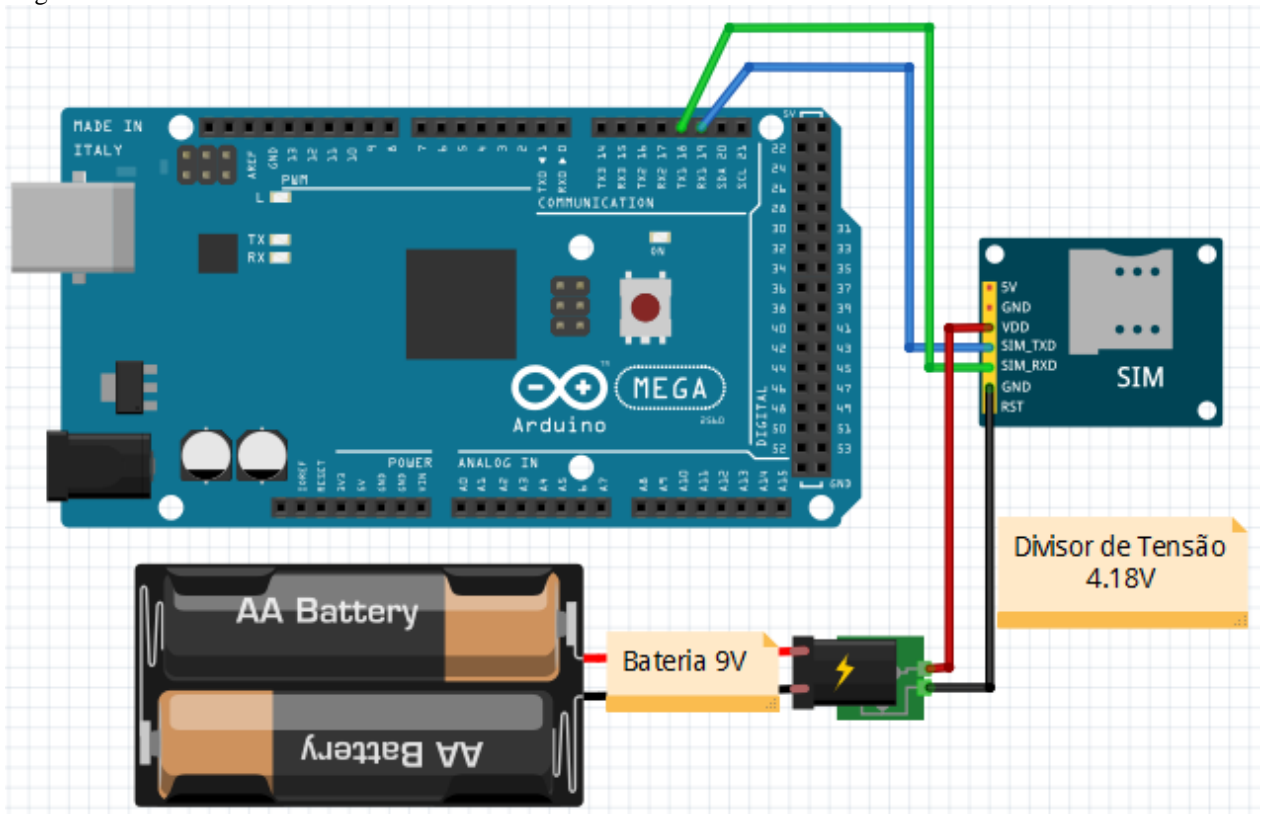


Fonte do autor.

O GPS NEO-6M está representado no sistema com uma conexão direta com o satélite pelo sistema interno do próprio módulo e programado em C pelo programa Arduino 1.8.3-windows. Esse módulo representado na Figura 51 apresenta a saída TX do módulo que está conectada na porta serial RX0-0, o GND que é o terra do microcontrolador e por último a saída VCC 3.3V. A interface serial é de 3,3 V e não é tolerante a 5 V, dessa forma para que o sistema elétrico funcione corretamente o microcontrolador tem que obter uma entrada de 3,3 V.

4.5.2 Conexão do GPRS/GSM-SIM800L

Figura 52 - Conexões do GPRS/GSM-SIM800L

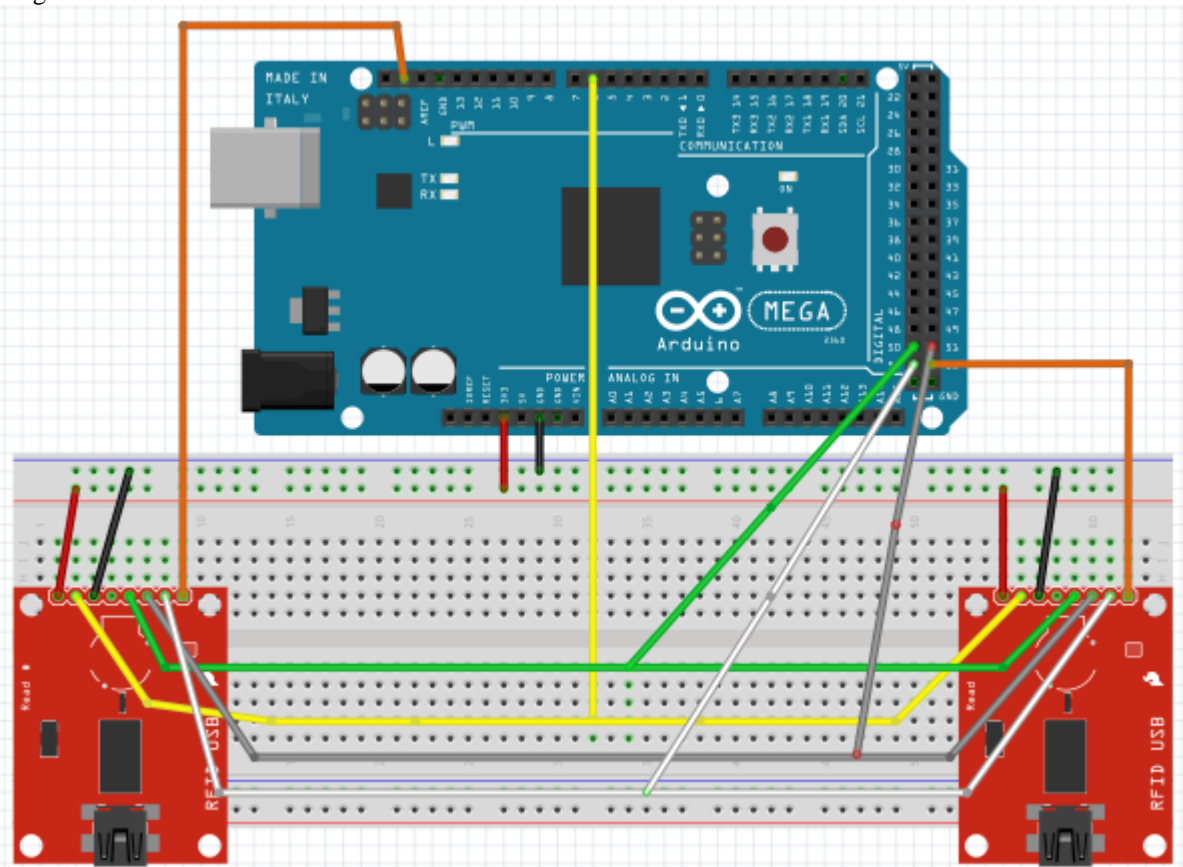


Fonte do autor.

O módulo GSM Arduino SIM800L GPRS/SMS Quad-Band com slot para SIM apresentado na Figura 52, representa no protótipo a tecnologia de envio da mensagem através do SMS para o celular. Onde mostra o pagamento efetuado com sucesso da passagem tarifária e o valor de cada tarifa cobrada. O módulo do GPRS/GMS-SIM800L foi instalado com a saída VDD que está conectada a um divisor de tensão transformando a voltagem de saída pro módulo para 4.18 V, que vem da bateria de 9 V. o GND que é o terra do Arduino MEGA 2560 R3, o SIM_TXD que está conectada na porta serial RX1-19 do Arduino e a saída SIM_RXD na porta serial TX1-18 do Arduino.

4.5.3 Conexão do RFID RC-522

Figura 53 - Conexões do RFID RC-522

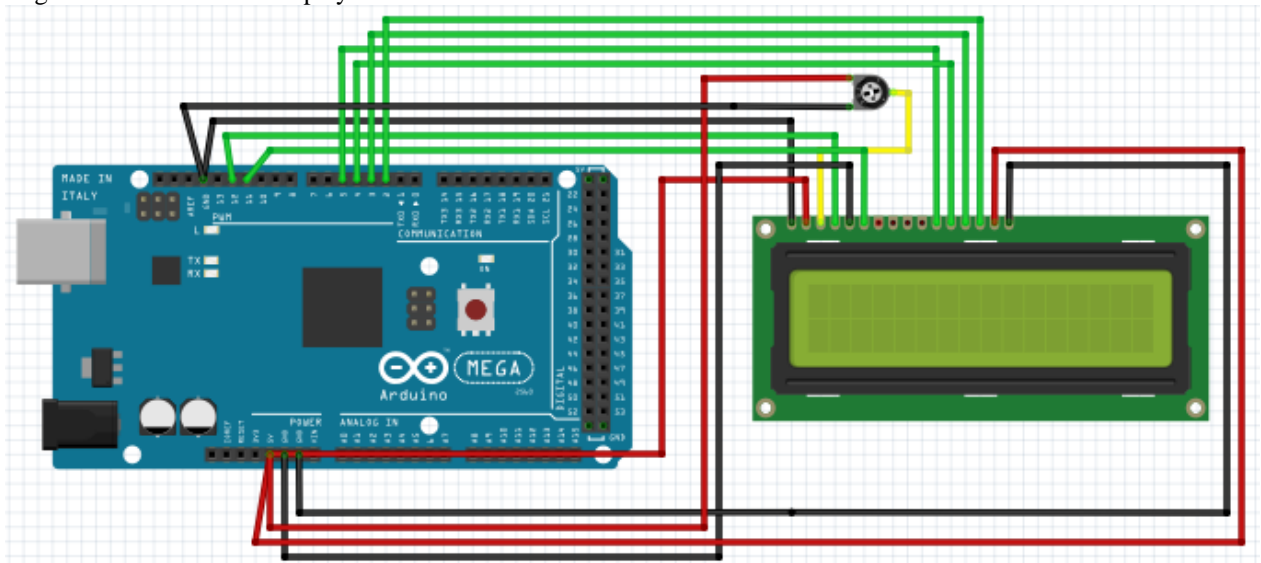


Fonte do autor.

O módulo RFID RC-522 retratado na Figura 53 está composto com dois RFID, pois no protótipo tem o papel de realizar a identificação através de um *smart card* com um chip interno que esta armazenado onde foi acionado o sistema na primeira vez (entrada) – RFID 1 e na segunda vez mostrando a (saída) – RFID 2. O sistema faz a identificação junto com o GPS NEO-6M dos locais e acessos executados pelo usuário. O módulo RFID RC-522 está conectado com as portas diferentes das entradas do Arduino UNO, pois com o Arduino MEGA 2560 R3 usa comunicação SPI –1 de (MISO = 50, MOSI = 51, SCK = 52 , SDA = INT1 e RST = 6). Observação da entrada INT1 número 44 da configuração de portas da plataforma vista na Figura 50. O SPI – 2 (MISO = 50, MOSI = 51, SCK = 52, SDA = 53 e RST = 6).

4.5.4 Conexão do display LCD 20X4

Figura 54 - Conexão do display LCD 20X4



Fonte do autor.

O Display LCD 20X4 da Figura 54, está conectado com suas portas como está retratado a seguir:

As portas (D0,D1,D2 e D3) = **NÃO SÃO CONECTADAS.**

VSS = GND,

VDD = 5V,

VO = POTENCIÔMETRO, ligado na voltagem de 5V,

RS = 12,

RW = GND,

E = 11,

D4 = 5,

D5 = 4,

D6 = 3,

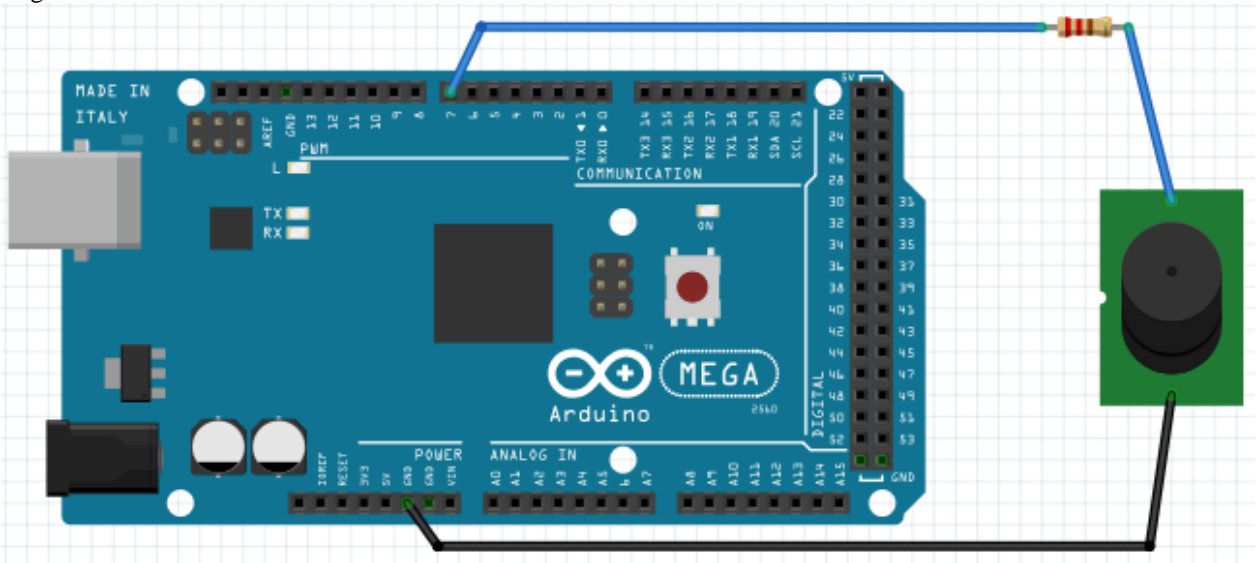
D7 = 2,

A = 5V,

K = GND,

4.5.5 Conexão do Buzzer

Figura 55 - Conexão do Buzzer com o Arduino MEGA 2560 R3

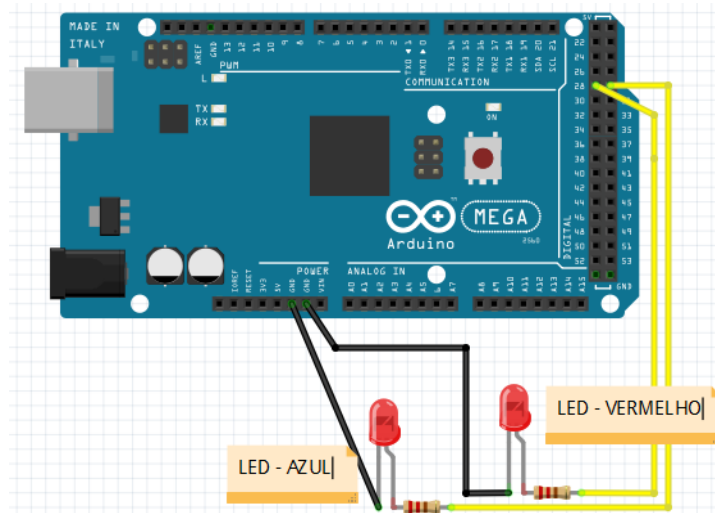


Fonte do autor.

A conexão do buzzer é bem simples como é retratada na Figura 55, onde a primeira saída é ligada no GND e a segunda saída está ligada na interface da porta serial número 7 do Arduino.

4.5.6 Conexão do LED convencional vermelho e azul

Figura 56 - Conexão do LED convencional vermelho e azul.

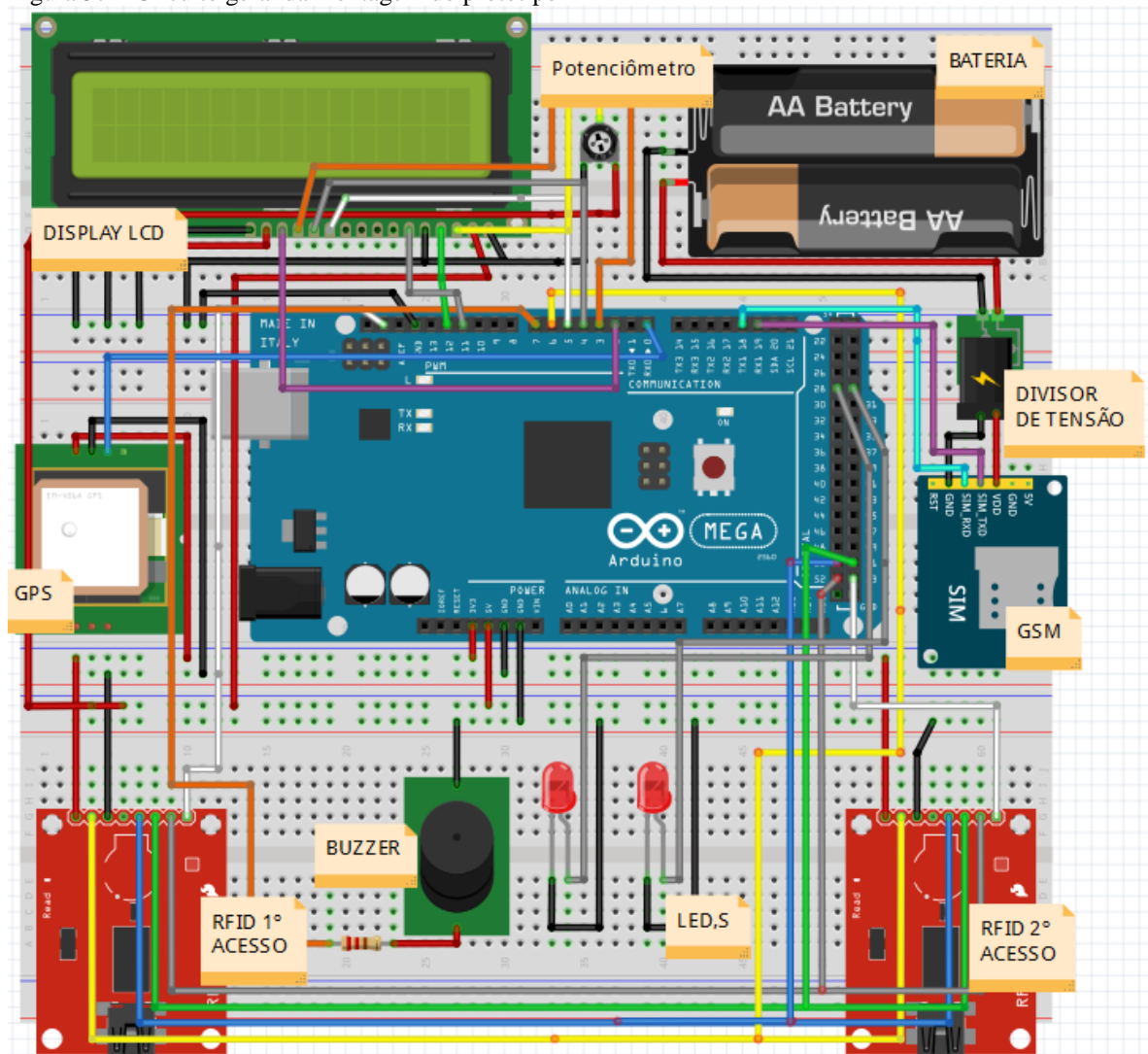


Fonte do autor.

As conexões da Figura 56, apresentam os LED,s convencionais tanto da cor azul como vermelha uma das pontas estão ligadas diretamente no GND e as outras pontas dos LED,s estão conectadas num resistor de 220Ω onde são ligadas as portas serial de número 28 e 29.

4.5.7 Conexão Geral do Sistema de Catraca Eletrônica

Figura 57 – Circuito geral da montagem do protótipo



Fonte do autor.

Na Figura 57 está retratado o protótipo completo com todas as conexões na plataforma Arduino Mega. O protótipo pode ser visualizado no programa *Fritzing* para uma melhor compreensão do sistema e onde se localiza suas conexões na placa perfurada. Com todos os módulos bem conectados, os componentes da catraca inteligente interagem com o sistema de programação enviado dados, e sinais para a memória do Arduino MEGA 2560 R3.

5 TESTE E RESULTADOS DO PROTÓTIPO

Neste capítulo será apresentado quais foram os testes realizados com a construção do protótipo. Pois esse capítulo é um passo muito importante para o entendimento do funcionamento do sistema e os registros obtidos em cada módulo apresentado no protótipo.

5.1 Teste do Módulo: RFID-RC522

1º O sistema do módulo RFID-RC522 ao ser acionado pela primeira vez avisa ao usuário para cadastrar a Tag no sistema e envia a mensagem “Aproxime o card Para registro”, que pode ser visualizado na Figura 58, a seguir.

Figura 58 – Cadastramento da TAG



Fonte do autor.

2º O visor LCD mostra a numeração do cartão identificado pelo módulo RFID-RC522 como mostra a Figura 59, a seguir.

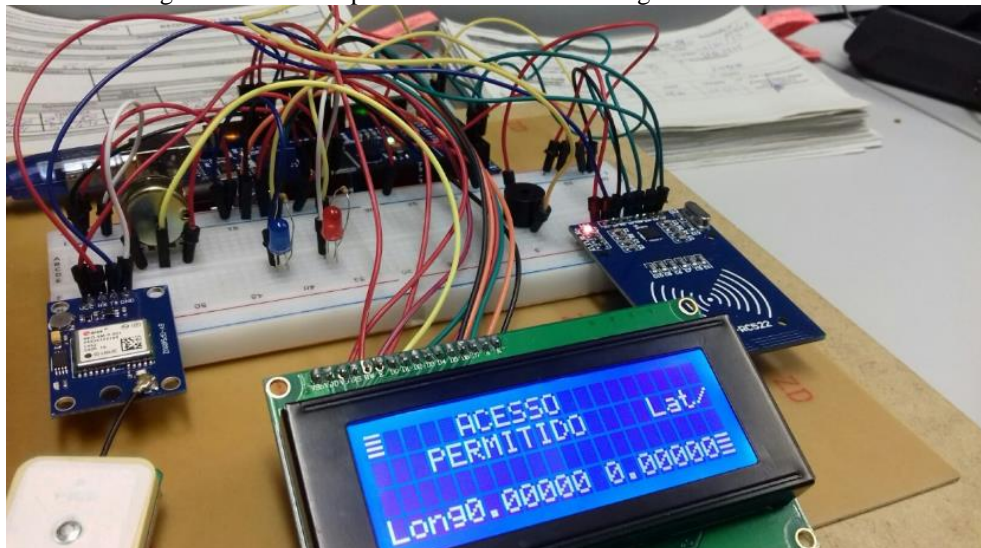
Figura 59 – Numeração da TAG visualizada no display LCD 20X4



Fonte do autor.

3º O sistema do módulo RFID-RC522 ao identificar a Tag, passa a registra-la no sistema. O acesso é permitido indicando as coordenadas da “Latitude, Longitude e o Local”, onde o sistema foi acionado do momento da entrada do usuário ate o registro da saída. Conforme ilustra Figura 60.

Figura 60 – Acesso permitido e a latitude e longitude

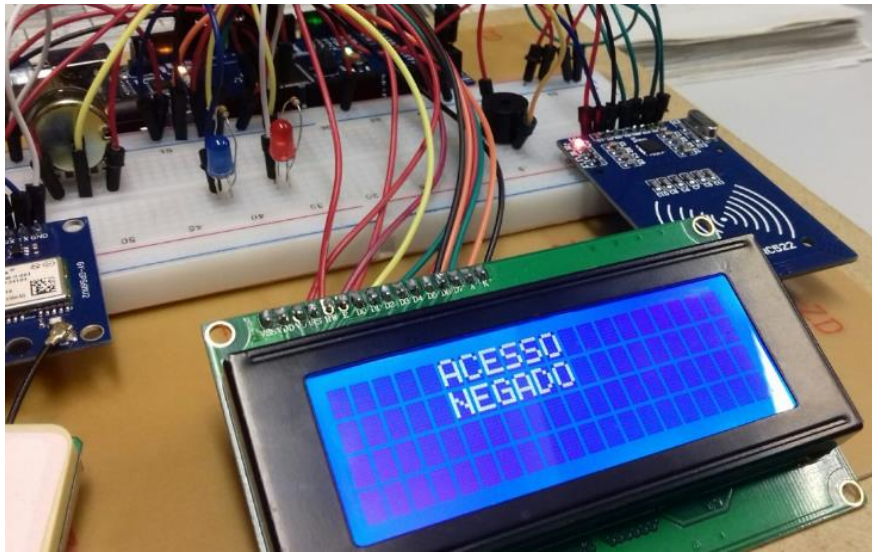


Fonte do autor.

4º O sistema ao identificar a Tag como não registrada como esta indicado na Figura 61, mostra no display LCD a mensagem de “ACESSO NEGADO”, não possibilitando a abertura da

catraca. Isto é simulado através dos LEDs vermelho = (ACESSO NEGADO), e azul = (ACESSO PERMITIDO).

Figura 61 – Acesso Negado tag não cadastrada



Fonte do autor.

5º A Figura 62, a seguir, mostra a conexão dos dois acessos com a Entrada 1 = (reader 0), Saída 2 = (reader 1) . Que o *smart -card* terá no acionamento com o sistema de catraca nos módulos RFID.

Figura 62 – Acesso do cartão identificado e permitido pelo sistema.



Fonte do autor.

5º A Figura 63, a seguir, mostra a configuração no monitor serial de como é registrado os acessos ao sistema.

Figura 63 – Visualização do monitor serial fazendo o sistema de acesso.

```

COM4 (Arduino/Genuino Mega or Mega 2560)

Reader 0: Firmware Version: 0x92 = v2.0
Reader 1: Firmware Version: 0x12 = (unknown)
Reader 1: Card UID: 30 BC D6 19
PICC type: MIFARE 1KB
Reader 0: Card UID: 30 BC D6 19
PICC type: MIFARE 1KB
Reader 1: Card UID: 30 BC D6 19
PICC type: MIFARE 1KB
Reader 0: Card UID: 30 BC D6 19
PICC type: MIFARE 1KB
Reader 0: Firmware Version: 0x92 = v2.0
Reader 1: Firmware Version: 0x12 = (unknown)
Reader 1: Card UID: 3B 26 E5 1F
PICC type: MIFARE 1KB
Reader 0: Card UID: 3B 26 E5 1F
PICC type: MIFARE 1KB
Reader 1: Card UID: 3B 26 E5 1F
PICC type: MIFARE 1KB
Reader 0: Card UID: 3B 26 E5 1F
PICC type: MIFARE 1KB
  
```

ACESSO TAG 01

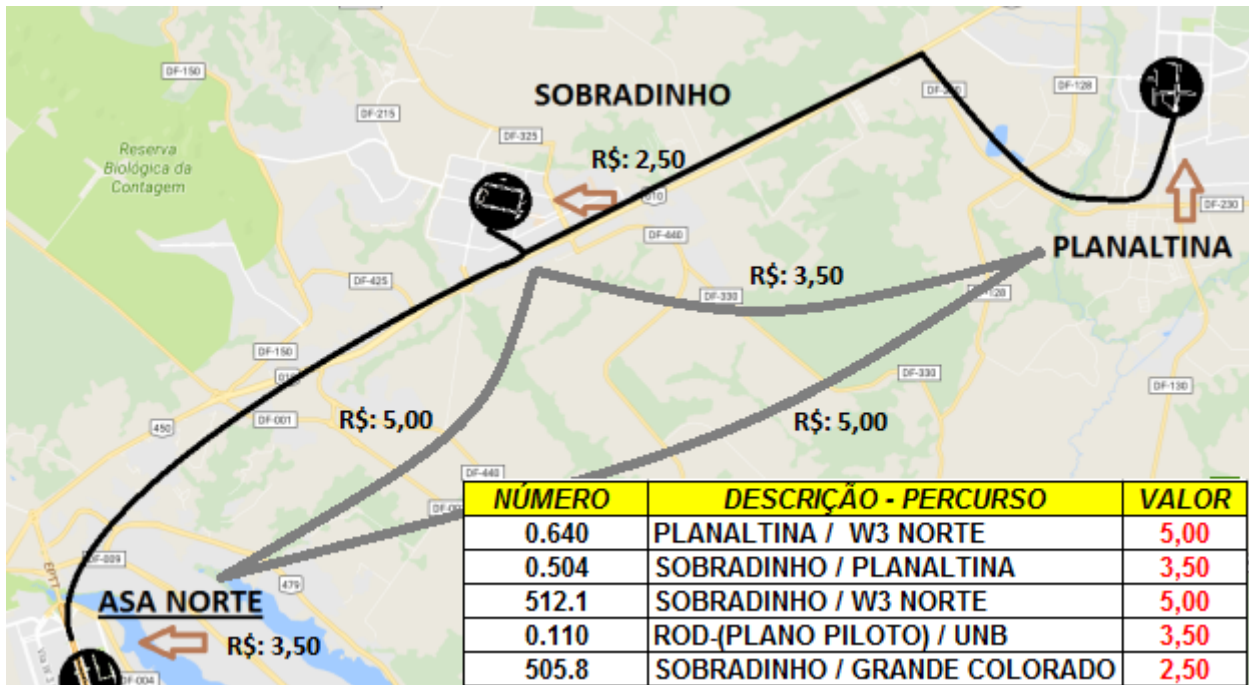
ACESSO TAG 02

Fonte do autor.

5.2 Teste do Módulo: GPS NEO 6M

1º Visão do trajeto simulado pelo sistema no *google maps* O mesmo é Monitorado pelo sinal de satélite mapeado pelo GPS e sua configuração com as tarifas impostas na planilha do DFTRANS. Isto pode ser visualizado na Figura 64, a seguir.

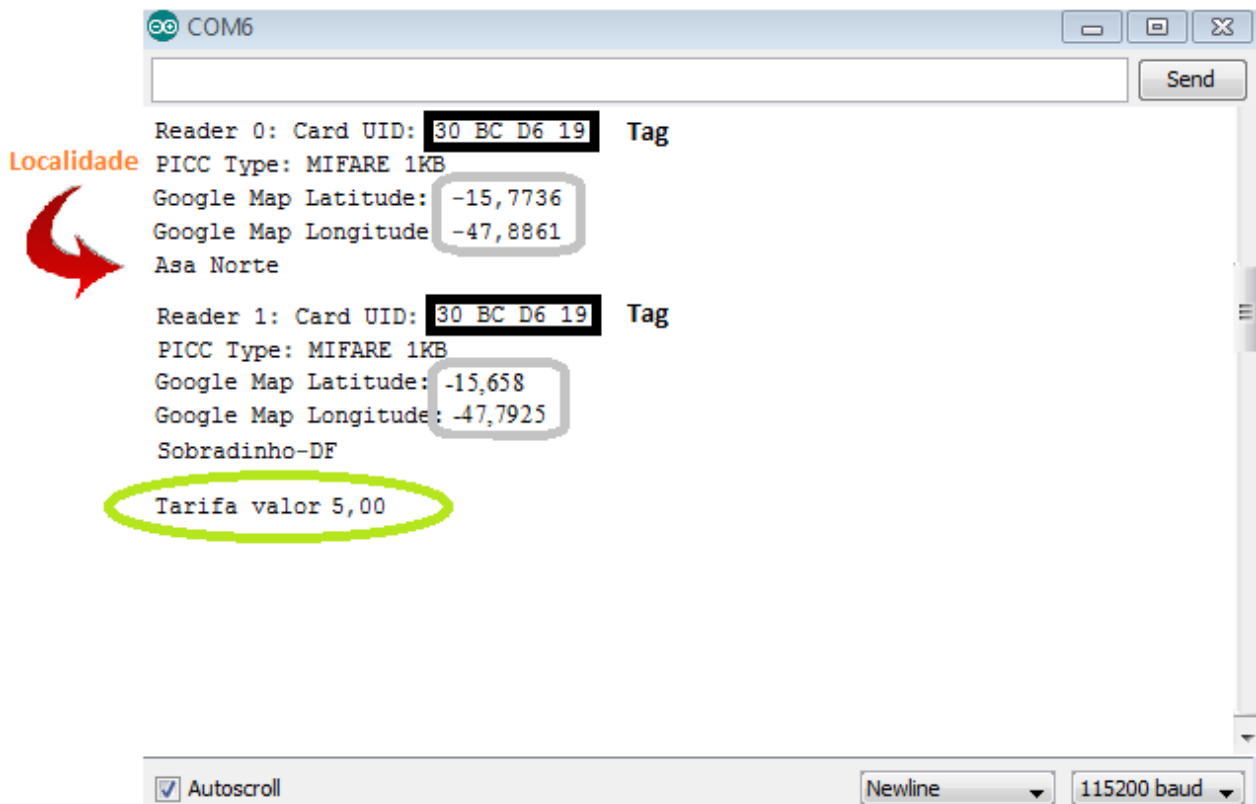
Figura 64 – Uma visão da simulação no *google maps*.



Fonte do autor.

2º Recebendo através do módulo GPS o comando do satélite e escrevendo no “Monitor Serial” a simulação dos acessos da asa norte para sobradinho e seu valor da tarifa percorrida, como pode ser visto na Figura 65, a seguir.

Figura 65 – Monitor Serial com informações do módulo GPS NEO 6M e sua tarifa.

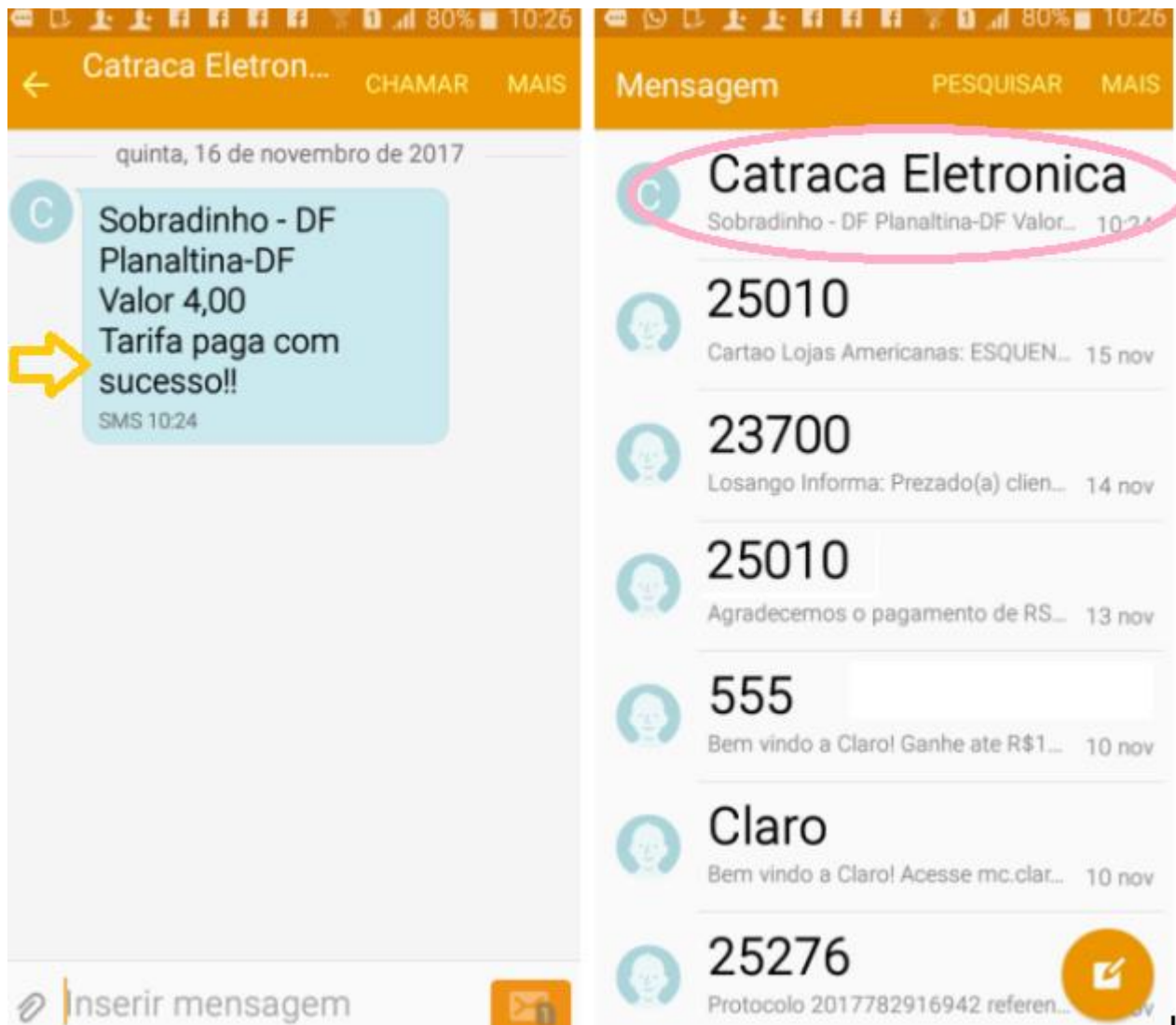


Fonte do autor.

5.3 Teste do Módulo: GSM SIM800L

1º Trata da identificação dos locais acionados através do celular com o módulo GPS NEO 6M integrado no módulo GSM SIM 800L e o envio da mensagem por SMS “Tarifa paga com sucesso!!”. Isto pode ser visto na Figura 66, a seguir.

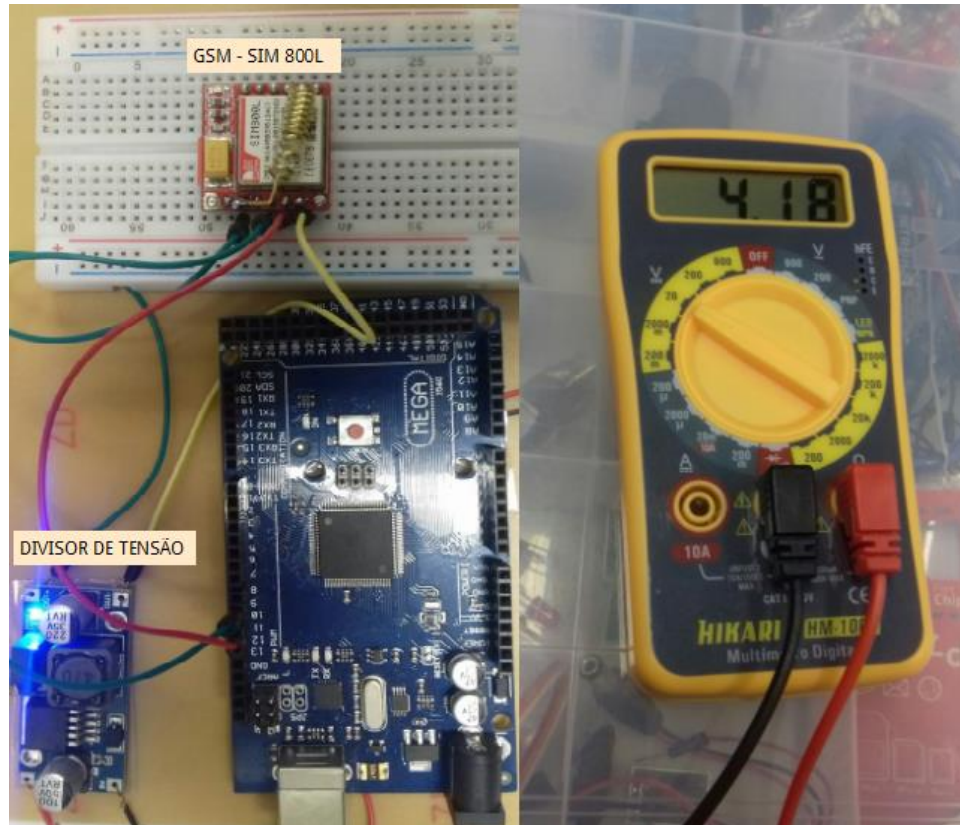
Figura 66 – SMS enviado do local de entrada e saída e o valor da tarifa paga.



Fonte do autor.

4º Trata da calibração do divisor de tensão de 6V para 4,18 V com a precisão do amperímetro como pode ser visto na Figura 67, a seguir. Esta calibração é necessária porque o módulo GSM não consegue ter um bom funcionamento se a voltagem for menor que 4.1V e também não pode ser 5V, porque pode ocorrer de queimar o módulo.

Figura 67 – Configurando o divisor de tensão.



Fonte do autor.

6 PROGRAMAÇÃO DOS MÓDULOS

A programação foi escrita de forma que cada módulo obedeça a uma ordem e funcionalidade. Na programação mostrada nas figuras abaixo, pode ser observado em suas imagens, que toda a escrita foi feita na plataforma do Arduino na versão 1.8.5. A integração dos módulos foi em tópicos para que a construção do projeto possa representar de forma construtiva uma programação para cada módulo. Os tópicos foram divididos em: Acessos do sistema utilizando módulo RFID, a latitude e longitude representando o local de entrada e saída do sistema com o módulo GPS e por ultimo a capacidade de mandar por opção do usuário o envio da mensagem pelo GSM dos dados que são mencionados no monitor serial.

6.1 – Os comandos necessários para os acessos do RFID para o controle das Tags e a conexão dos dois módulos podem ser visto na Figura 68, a seguir.

Figura 68 – Controle de Acesso do RFID

Acesso do RFID.

```

constexpr uint8_t RST_PIN = 5;    // Configurable, see typical pin layout above
constexpr uint8_t SS_1_PIN = 53;  // Configurable, take a unused pin, only HIGH/LOW requi
constexpr uint8_t SS_2_PIN = 20;  // Configurable, take a unused pin, only HIGH/LOW requi
constexpr uint8_t NR_OF_READERS = 2;

byte ssPins[] = {SS_1_PIN, SS_2_PIN};

MFRC522 mfrc522(NR_OF_READERS); // Create MFRC522 instance.
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

void setup() {

  Serial.begin(9600); // Initialize serial communications with the PC
  while (!Serial);   // Do nothing if no serial port is opened (added for Arduinos based

  SPI.begin();      // Init SPI bus

  for (uint8_t reader = 0; reader < NR_OF_READERS; reader++) {
    mfrc522[reader].PCD_Init(ssPins[reader], RST_PIN); // Init each MFRC522 card
    Serial.print(F("Reader "));
    Serial.print(reader);
    Serial.print(F(": "));
    mfrc522[reader].PCD_DumpVersionToSerial();
  }
}

void loop() {

  for (uint8_t reader = 0; reader < NR_OF_READERS; reader++) {
    // Look for new cards

    if (mfrc522[reader].PICC_IsNewCardPresent() && mfrc522[reader].PICC_ReadCardSerial()) {
      Serial.print(F("Reader "));
      Serial.print(reader); // Show some details of the PICC (that is: the tag/card)
      Serial.print(F(": Card UID:"));
      dump_byte_array(mfrc522[reader].uid.uidByte, mfrc522[reader].uid.size);
      Serial.println();
    }
  }
}

```

Fonte do autor.

6.2– A programação que mostra à identificação das localidades, latitudes e longitudes com o módulo GPS de acordo com a simulação registrada no sistema, pode ser visualiza o na Figura 69, a seguir.

Figura 69 – Controle das localidades com o módulo GPS.

```

float lat1, lat2, lat3, lon1, lon2, lon3;
char X, Y, Z;
char localidade;
void setup() {
  lcd.begin(20, 4);

  switch (localidade){

    case 1:
      localidade == ('lat1' & 'lon1');
      ('asa norte' && (lat1/lon1)) == X;
      lcd.print ("Asa Norte");
      break;

    case 2:
      localidade == ('lat2' & 'lon2');
      ('sobradinho' && (lat2/lon2)) == Y;
      lcd.print ("Sobradinho");
      break;

    case 3:
      localidade == ('lat3' & 'lon3');
      ('planaltina' && (lat3/lon3)) == Z;
      lcd.print ("Planaltina");
      break;

    default:

      lcd.print ("");
      break;
  }
}

```

Fonte do autor.

6.3 – A programação do GSM que mostra o local da identificação do número cadastrado e suas informações que serão visualizadas no SMS que serão enviadas para o celular, pode ser visualizada na Figura 70, a seguir.

Figura 70 – Controle das localidades com o módulo GSM.

```

void GSM()
{
    //Inicializa a serial
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Testando GSM shield...");

    //Inicia a configuracao do Shield
    if (gsm.begin(2400))
    {
        enviar = true;
    }
    if (sms.SendSMS("991888998", "Catraca"))
        Serial.println("catraca Eletronica");
    }

void SMS()
{
    if(enviar)
    {
        //Aguarda SMS e mostra o texto no serial monitor
        if(gsm.readSMS)
        {
            Serial.println(n);
            Serial.println(lat(float (latitude)), lon(float (longitude));
            Serial.println(localidade);
            Serial.println("Tarifa efetuada com sucesso", valor(int (valorTarifa));
            delay(5000);
        }
        delay(1000);
    }
}

```

Fonte do autor

7 CONCLUSÃO

7.1 Conclusões Gerais

No protótipo apresentado a integração e construção da montagem do GPS NEO 6M com o GSM SIM800L foi compartilhada com a mesma porta Serial. O sistema de catraca eletrônica mostrou ser bem eficiente no controle de tarifas, pois mostrou em seu funcionamento com a simulação resultados de localidades e envio de SMS em tempo real.

7.2 Conclusões Sobre o Hardware

Foram construídos dois protótipos para o hardware, um pra testes e outro pra apresentação da banca. A primeira construção do protótipo, foi concluído sem as conexões certas das portas TX e RX e os módulos GPS e GSM não poderiam se comunicar com o Arduino MEGA. Na segunda montagem foi conferida com mais precisão a ligação dos equipamentos e suas conexões, possibilitando a integração, comunicação e desempenho de suas funcionalidades.

7.3 Conclusões Sobre o Software

O maior aprendizado foi a interação na parte das portas RX, TX de cada módulo em suas determinadas programações. Cada um segue um tipo de porta serial e cada programação pra executar o comando mencionado para o funcionamento foi intensa devido as diversas pesquisas de como colocar em sua programação as conexões do “Arduino Mega”. Os programas rodam bem no “Arduino Uno” a dificuldade de rodá-los na plataforma do Mega é a capacidade de encontrar informações suficientes de preparo das portas lógicas para sua plataforma. A programação e suas bibliotecas são mais complexas e exigem uma atenção maior na interação e comunicação de cada módulo.

7.4 **Trabalhos Futuros**

Existem três tipos de ideias que podem ser realizadas como trabalhos futuros para esse projeto, são:

1º - Aumentar a capacidade de localização e programação de rastreamento do GPS.

2º - Integrar a tabela do DFTRANS.

3º - Implantar o sistema de catraca eletrônica também no metrô.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MORAES, Marcelo. **Sistema de segurança e controle de acesso com RFID e arduino**, 05 jun. 2013, Disponível em:< <https://arduinobymyself.blogspot.com.br/2013/06/sistema-de-seguranca-e-controle-de.html>>. Acesso em: 07 jul. 2017.

AUGUSTO, Rogério. *Microcontrolador Aplicado no Monitoramento de Consumo de Energia Elétrica*. 2012. 149 f. (Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Tecnologia em Banco de Dados). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. 2012.

PREDIGER; Daniel, PIGNATON; Edison, RENATO; Sidnei. *Modelo de Aplicabilidade de Sistema RFID para Rastreabilidade na Indústria Alimentícia*. 2014. 27 f. Dissertação (Bacharelado em Sistema de Informação). Universidade Federal de Santa Maria. 2014.

LUÍS, André. *Utilização de RFID na Identificação de Pessoas*. 2013. 83 f. (Monografia Apresentada ao Curso de Pós-Graduação Lato-Sensu em Gestão da Tecnologia da Informação). Universidade Federal de Santa Maria Colégio Agrícola de Frederico Westphalen Especialização Lato-sensu em Gestão de Tecnologia da Informação. 2013.

TORRES, Gabriel. **Como o Protocolo TCP/IP Funciona - Parte 1**, 16 abr. 2007. Disponível em: < <http://www.clubedohardware.com.br/artigos/redes/como-o-protocolo-tcp-ip-funciona-parte-1-r34823/>>. Acessado em: 10 jul. 2017.

MAIA; Flávia, VIRIATO; Ana. **Transporte público do DF**, 08 jan. 2017. Disponível em < http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2017/01/08/interna_cidadesdf,563968/quais-os-principais-problemas-do-transporte-publico-no-df.shtml>. Acessado em: 10 jul. 2017.

G1. Aumento Do Valor Das Passagens No Início Do Ano É Ilegal, Entende Justiça Do DF.

Decisão É Da 1ª Vara Da Fazenda Pública Desta Quinta. Decisão Só Passa A Valer Quando Não Couber Mais Recurso, 10 ago. 2017. Disponível em <

<https://www.brasiliaequi.com.br/noticia/2017/08/10/aumento-do-valor-das-passagens-no-inicio-do-ano-e-ilegal-entende-justica-do-df>>. Acessado em: 10 jul. 2017.

CARDOSO; Daniel. *Proposta de Otimização do Tráfego da Rede da Universidade Federal de Lavras Utilizando a Técnica de Spanning Tree Protocol*. 2005. 103 f. Dissertação (Graduado)- Universidade Federal de Lavras. 2005.

SOUZA, Welsander. *Um Modelo de Integração Entre Redes Bluetooth e a Pilha de Protocolos TCP/IP*. 2003. 69 f. (Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado ao Curso de Ciências da Computação). Universidade Presidente Antônio Carlos. 2003.

HENRIQUE; Pedro, BITTENCOURT; Francisco. *Reestruturação das Camadas 2 e 3 (Enlace e Rede) da UTFPR Câmpus Curitiba*. 2012. 98 f. Dissertação (Graduado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Informática Curso de Tecnologia em Desenvolvimento de Sistema Distribuído. 2012.

PISA, Pedro. **O que é e como usar o MySQL?.**, 14 abr. 2012, Disponível em:< <http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/04/o-que-e-e-como-usar-o-mysql.html>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

SAGULA, Ronald. **Entendendo as Etiquetas Eletrônicas**. 07 Jun. 2012, Disponível em:< <http://abflexo.org.br/artigo-tecnico/entendendo-as-etiquetas-eletronicas>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

SANTOS; Francisco, BERTOLETTI; Rodolfo. *Sistema RFID para Controle de Patrimônio*. 2014. 58 f. (Conclusão de Curso de Graduação, Apresentada à Disciplina de Trabalho de Diplomação do Curso de Tecnologia em Automação Industrial). Universidade Tecnológica Federal do Paraná Departamento Acadêmico de Elétrica Curso de Tecnologia em Automação Industrial. 2014.

LUÍS, André. *Utilização de RFID na Identidade de Pessoas*. 2013. 83 f. (Pós-Graduado). Universidade Federal de Santa Maria. 2013.

CAVALCANTE, Lucas. *Aplicações da Tecnologia de Identificação por Rádio Frequência - RFID*. 2011. 98 f. (Trabalho de Conclusão de Curso Submetido à Coordenação do Curso de Engenharia de Teleinformática). Universidade Federal do Ceará Centro de Tecnologia Departamento de Engenharia de Teleinformática. 2011.

PEREIRA, Emerson. *Estudo e Desenvolvimento de uma Plataforma de Coleta, Análise e Visualização de Dados Georreferenciados Aplicados ao Setor de Transporte Público: Módulo de Coleta de Dados*. 2010. 51 f. (Bacharel em Ciências da Computação). Universidade Federal de Lavras. 2010.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS-NTU.

Sistemas Inteligentes de Transporte. Disponível em <

<http://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub635889696401808391.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

Monteiro, André. **Câmera para flagrar fraude no transporte**. 31 jul. 2014. Disponível em <<http://m.folha.uol.com.br/cotidiano/2014/07/1493653-onibus-de-sp-terao-catraca-com-camera-para-flagrar-fraude-no-transporte.shtml>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

REINBOLD, Bruna. *Código de Barras e Identificação por Radiofrequência*. 2009. 81 f. (Trabalho de Conclusão de Curso com Requisito Parcial para a Obtenção do Título de Tecnólogo em Logística). Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC. 2009.

CARDCOM IDENTIFICAÇÃO E TECNOLOGIA. **Como funciona o cartão com a tarja magnética**. Disponível em <<http://www.cardcom.com.br/como-funciona-o-cartao-com-a-tarja-magnetica/>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

TADEU, Antonio. *Sistema Eletrônicos de Controle de Acesso*. 2011. 54 f. (Título de Bacharel em Engenharia Elétrica). Universidade São Francisco. 2011.

Segundo o Decreto na 31.311 de 09 de fev de 2010, **Aprova o Regulamento do Sistema de Bilhetagem Automática – SBA, do Sistema de Transporte Público Coletivo do Distrito Federal – STPC/DF, e dá Outras Providências**, Brasília, fev 2010.

BORGES, Leandro. *Sistema Antifurto Integrado ao Monitoramento de Presença de Crianças no Interior de Veículos utilizando GPRS*. 2010. 65 f. (Título de Bacharel em Engenharia da Computação). Centro Universitário de Brasília – UniCEUB Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas - FATECS. 2010.

LIBERALQUINO, Diego. *Desenvolvimento de Plataforma de Comunicação GSM/GPRS para Sistema Embarcados*. 2011. 53 f. (Título de Bacharel em Engenharia da Computação). Centro Universitário de Brasília – UniCEUB Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas - FATECS. 2010.

CARLOS; José, PIRES; Jorge. **Sabe como funciona o GSM e GPRS**. 2014, Disponível em: <<http://www.smartinstec.com.br/sabe-como-funciona-o-sistema-gsm-e-gprs>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

FOSCHETTI, Gleidy. *Sistema de Posicionamento Global (GPS) Aplicabilidade no Monitoramento do Transporte Coletivo de Passageiros*. 2008. 60 f. (Trabalho de Conclusão de Curso Como Requisito Parcial à Obtenção do Título de Especialista). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG. 2008.

FRANCO; Larissa, DELMANTO; Osmar. *Implantação de Sistema de Rastreamento e Monitoramento de Frata e Simulação de Rota de uma Empresa de Bebidas*. 2012. 27 f. (Graduação em Tecnologia em Logística e Transporte). Faculdade de Tecnologia de Botucatu. 2012.

FABIANO, Erick. **Rede GSM: Conceitos**. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialredeghsm/default.asp>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

ANTENAS DE RÁDIO FREQUÊNCIA RF. **Frequência RF**. Disponível em <<http://www.advanceseguranca.com.br/index.php?pg=produto&id=56>>. Acesso em: 23 jul. 2017.

CASTRO. Rafael. *Projeto de Controlador de Temperatura para Mantas Termoelétricas*. 2012. 129 f. (Bacharel em Engenharia Elétrica). Universidade São Francisco. 2012.

STALLINGS, William. 2003. *Arquitetura e Organização de Computadores*. São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.ncdd.com.br/livros/Arquitetura-e-Organizacao-de-Com-Put-Adores-5-Ed-William-Stallings.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2017.

SANTANA, Osvaldo. *Qualidade de Transporte Público Urbano do Sistema Integrado de Transporte (SIT) na UEFS, Sob Ótica dos Estudantes Universitários*. 2009. 97 f. (Graduação em Engenharia Civil). Departamento de Tecnologia da Universidade Estadual de Feira de Santana. 2009.

MORAES, Danyela. *Sistema Inteligente no Transporte Público Coletivo por Ônibus*. 2000. 144 f. (Pós-Graduação em Engenharia de Produção como Requisito Parcial à Obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul Escola de Engenharia Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. 2000.

ROSANA; Marley, MELO; Jonatham, SANTOS; Maísa, REZENDE; Nelma, ARAÚJO; Párbata, CAVALCANTE; Thiago. *Transporte Público Coletivo: Discutido Acessibilidade, Mobilidade e Qualidade de Vida*. 2009. 9 f. (Título de Graduação). Universidade Federal de Sergipe. 2009.

GONÇALVES; Julliana, AGUIAR; Tamiris, SILVA; Darlan. **GPS a antiga matemática na atual tecnologia**, ago. 2012. Disponível em http://facos.edu.br/publicacoes/revistas/modelos/agosto_2012/pdf/gps_-_a_antiga_matematica_na_atual_tecnologia.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2017.

ESDRAS; Marcos, NARCISO; Simone, FERREIRA; Narciso, ANICETO; Daniela. **SIG Aplicado a Roteirização do Transporte Público Exclusivo para Pessoas Portadoras de Necessidades Especiais**. Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, 10 jan. 2012.

NUNES, Marinalva. *Aplicação do Geoprocessamento para gestão de Vias Públicas no Município de Itabira MG*. 2004. 43 f. (Graduação em Geoprocessamento, Departamento de Cartografia). Universidade Federal de Minas Gerais. 2004.

NASCIMENTO, Edson. *Curso Técnico em Manutenção e Suporte em Informática: Introdução à Computação*. Manaus, 2009.

PEREIRA, Castro. Estudo e Desenvolvimento de uma Plataforma de Coleta, Análise e Visualização de Dados Georreferenciais Aplicados ao Setor de Transporte Público: Módulo de Coleta de Dados. 2010. 51 f. (Bacharel em Ciências da Computação). Universidade Federal de Lavras. 2010.

SILVA, Marília. *Relatório do Projeto de Extensão em Manutenção e Suporte em Informática*. 2016. 40 f. (Técnico em Manutenção e Suporte em Informática). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. 2016.

TEIXEIRA, Tiago. *Controle de Fluxo de Pessoas Usando RFID*. 2011. 73 f. (Tecnólogo em Sistema de Telecomunicações). Instituto Federal de Santa Catarina. 2011.

CHAN, Cristina. *Cestudo Sobre a Utilização de Mapas em Android para Itinerário de Ônibus*. 2012. 47 f. (Requisito Parcial Para a Obtenção do Título de Especialista em Tecnologia Java). Universidade Tecnológica Federal do Paraná Departamento Acadêmico de Informática Curso de Especialização em Tecnologia Java. 2012.

FERREIRA, Gustavo. *Simulador de Análise de Desempenho para Banco de Dados MYSQL*. 2012. 84 f. (Conclusão do Curso de Ciências da Computação). Universidade do Vale do Itajaí Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar. 2012.

SANTANA, Osvaldo. *Qualidade do Transporte Público Urbano do Sistema Integrado de Transporte (SIT) na UEFS, Sob Ótica dos Estudantes Universitários*. 2009. 97 f. (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Feira de Santana. 2009.

HOEPERS, Rodrigo. *Veículo Autônomo Usando Arduino*. 2012. 86 f. (Conclusão do Curso de Ciências da Computação Para Análise e Aprovação). Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar. 2012.

AGAZETA DO ACRE. 2014. *A segurança e o Transporte Coletivo*. *Agazeta*, 2014. Disponível em: < <http://agazetadoacre.com/a-seguranca-e-o-transporte-coletivo/>>. Acesso em: 04 ago. 2017.

GUIA DO ARDUINO. **Arduino Software (IDE)**, set. 2015. Disponível em < <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment#toc12> />. Acesso em: 07 ago. 2017.

APOSTILA DE ACOMPANHAMENTO PARA O ALUNO. **Estudo do Ambiente de Programação Arduino Software (IDE) com Intel Galileo Gen2**, fev. 2016. Disponível em < <http://wordpress.ft.unicamp.br/lapet/wp-content/uploads/sites/23/2016/02/Estudo-do-Ambiente-de-Programa%C3%A7%C3%A3o-Arduino-Software-IDE-com-Intel-Galileo-Gen2.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2017.

BRASIL. Decreto n. 9.503, de 23 de set. de 1997, **Da Segurança dos Veículos**, Brasília,DF, set 1997.

MAYCON; Emanuel, YGO; Magalhães, ALEXANDRE; Rômulo. *Automação Residencial de Baixo Custo com Arduino Mega e Ethernet Shield*. (Graduando do Curso de Sistema de Informação). Centro Universitário Estácio do Ceará. 2015.

SOUZA, Fábio. **Arduino MEGA 2560**, abr. 2014. Disponível em < <https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/#Caracteristicas-fisicas>>. Acesso em: 09 ago. 2017.

GIL, Paulo. **Ônibus metropolitanos começam a ser preparados para nova bilhetagem.** mai. 2015. Disponível em < <https://diariodotransporte.com.br/2015/05/08/onibus-metropolitanos-comecam-a-ser-preparados-para-nova-bilhetagem/>>. Acesso em: 09 ago. 2017.

BILHETE. **Bilhete Único de Brasília.** 2017. Disponível em <<http://www.bilheteunicobrasilia.df.gov.br/bilhete-unico-de-brasilia-2/>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

8.1 Ilustrações

Figura 1

FREITAS, Daniel. *Sistema Inteligente Tarifário para Veículos Públicos.* 2017. 126 f. (Graduação no Curso de Engenharia da Computação). Centro Universitário de Brasília – UniCEUB, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS

Figura 2

ARANTES, Fabio. **Tarifas de transporte público são reajustadas em nove capitais brasileiras.** 05 jan. 2016. Disponível em: < <http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/tarifas-de-transporte-publico-sao-reajustadas-em-nove-capitais-brasileiras-35vwe5664pkcph115fjiq4ye7>> Acessado em: 07 jul. 2017.

Figura 3

SISTEMA de reconhecimento facial é instalado em ônibus de Fortaleza para controlar o uso do Bilhete Único. 31 jul. 2013. Disponível em: < <http://www.sindionibus.com.br/site/tag/biometria-facial/>> Acessado em: 07 jul. 2017.

Figura 4

COMO Funciona o GPS?. 2014. Disponível em:

<<http://www.culturamix.com/tecnologia/como-funciona-o-gps/>> Acessado em: 07 jul. 2017

Figura 5

PINTO, Inés. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG)**. 11 dez. 2009.

Disponível em: <http://www2.iict.pt/archive/doc/georrefIntroducaoSIG_InesPinto.pdf> Acessado em: 09 jul. 2017.

Figura 6

SIGT Sistema de gestão e monitoramento. 2017. Disponível em:

<<https://www.sagamedicao.com.br/produtos/telemetria/sgi-sigt-curvas/>> Acessado em: 10 jul. 2017.

Figura 7

VANTAGENS do CEGAT. 2017. Disponível em: <<http://www.cegat.com.br/>> Acessado em:

10 jul. 2017.

Figura 8

FABIANO, Erick. **Rede GSM: Conceitos**. Teleco.com. 08 dez. 2008. Disponível em:

<<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialredeghsm/default.asp>> Acessado em: 10 jul. 2017.

Figura 9

GENERAL Packet Radio Service. 2017. Disponível em

<<https://www.technologyuk.net/telecommunications/communication-technologies/gprs.shtml>>

Acessado em: 10 jul. 2017.

Figura 10

MADUREIRA, Janiel. **Desenvolvimento de aplicativo móvel para automação da força de vendas**. Portalsis.wordpress.com. **24 out. 2011**. Disponível em:

<<https://portalsis.wordpress.com/category/artigos-cientifico/>> Acessado em: 10 jul. 2017.

Figura 11

ALVES, Renato. **Unidade Central de Processamento**. mcupicarm.blogspot.com. 10 mar. 2015.

Disponível em: < <http://mcupicarm.blogspot.com.br> > Acessado em 14 jul. 2017.

Figura 12

ATMEGA2560 In Production. 2 jan. 2014. Disponível em:

<<http://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega2560>> Acessado em: 14 jul. 2017.

Figura 13

CECÍLIA, Elaine. **Arquitetura de John Von Neumann**. Embarcados.com. 18 jul. 2016.

Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arquitetura-de-john-von-neumann/>> Acessado em: 14 jul. 2017.

Figura 14

SOUZA, Fábio. **Arduino MEGA 2560**. Embarcados.com. 28 abr. 2014. Disponível em:

<<https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>> Acessado em: 14 jul. 2017.

Figura 15

SOUZA, Fábio. **Arduino MEGA 2560**. Embarcados.com. 28 abr. 2014. Disponível em:

<<https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>> Acessado em: 14 jul. 2017.

Figura 16

SOUZA, Fábio. **Arduino MEGA 2560**. Embarcados.com. 28 abr. 2014. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>> Acessado em: 17 jul. 2017.

Figura 17

SOUZA, Fábio. **Arduino MEGA 2560**. Embarcados.com. 28 abr. 2014. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>> Acessado em: 17 jul. 2017.

Figura 18

ESTUDO do Ambiente de Programação Arduino Software (IDE) com Intel Galileo Gen2.
23 fev. 2016. Disponível em: <<http://wordpress.ft.unicamp.br/lapet/wp-content/uploads/sites/23/2016/02/Estudo-do-Ambiente-de-Programa%C3%A7%C3%A3o-Arduino-Software-IDE-com-Intel-Galileo-Gen2.pdf>> Acessado em: 20 jul. 2017.

Figura 19

ESTUDO do Ambiente de Programação Arduino Software (IDE) com Intel Galileo Gen2.
23 fev. 2016. Disponível em: <<http://wordpress.ft.unicamp.br/lapet/wp-content/uploads/sites/23/2016/02/Estudo-do-Ambiente-de-Programa%C3%A7%C3%A3o-Arduino-Software-IDE-com-Intel-Galileo-Gen2.pdf>> Acessado em: 20 jul. 2017.

Figura 20

ESTUDO do Ambiente de Programação Arduino Software (IDE) com Intel Galileo Gen2.
23 fev. 2016. Disponível em: <<http://wordpress.ft.unicamp.br/lapet/wp-content/uploads/sites/23/2016/02/Estudo-do-Ambiente-de-Programa%C3%A7%C3%A3o-Arduino-Software-IDE-com-Intel-Galileo-Gen2.pdf>> Acessado em: 20 jul. 2017.

Figura 21

ESTUDO do Ambiente de Programação Arduino Software (IDE) com Intel Galileo Gen2.

23 fev. 2016. Disponível em: <<http://wordpress.ft.unicamp.br/lapet/wp-content/uploads/sites/23/2016/02/Estudo-do-Ambiente-de-Programa%C3%A7%C3%A3o-Arduino-Software-IDE-com-Intel-Galileo-Gen2.pdf>> Acessado em: 20 jul. 2017.

Figura 22

ESTUDO do Ambiente de Programação Arduino Software (IDE) com Intel Galileo Gen2.

23 fev. 2016. Disponível em: <<http://wordpress.ft.unicamp.br/lapet/wp-content/uploads/sites/23/2016/02/Estudo-do-Ambiente-de-Programa%C3%A7%C3%A3o-Arduino-Software-IDE-com-Intel-Galileo-Gen2.pdf>> Acessado em: 20 jul. 2017.

Figura 23

RFID: "Identificação por frequência de rádio". 2007. Disponível em: <<http://www.rfid.ind.br/o-que-e-rfid%20-%20.WaA0qT6GMdU#.WaAui2fXsdU>> Acessado em: 20 jul. 2017.

Figura 24

FREITAS, Daniel. *Sistema Inteligente Tarifário para Veículos Públicos*. 2017. 126 f. (Graduação no Curso de Engenharia da Computação). Centro Universitário de Brasília – UniCEUB, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas - FATECS

Figura 25

CUNHA, Alessandro. **Etiquetas com eletrônica de ponta**. Embarcados.com. 4 mai. 2016. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/rfid-etiquetas-com-eletronica-de-ponta/>> Acessado em: 22 jul. 2017.

Figura 26

SERRANO, Leandro. *Vip label s.r.l. - RFID*. 4º Slide. Pt.slideshare.net. 23 abr. 2014. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/LeandroSerrano/vip-label-srl-rfid>> Acessado em: 22 jul. 2017.

Figura 27

CUNHA, Alessandro. **Etiquetas com eletrônica de ponta**. Embarcados.com. 4 mai. 2016. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/rfid-etiquetas-com-eletronica-de-ponta/>> Acessado em: 22 jul. 2017.

Figura 28

ANATOMY of a Smart Card. 2016. Disponível em: <<https://openedgepayments.com/emv/smartcard.html>> Acessado em: 24 jul. 2017.

Figura 29

COMO conseguir o número do código de barras GS1 EAN para seu produto?. 19 jun. 2012. Disponível em: <<http://gbnet.com.br/blog/index.php/page/15/>> Acessado em: 24 jul. 2017.

Figura 30

LUÍS, André. *Utilização de RFID na Identificação de Pessoas*. (Graduação Lato –Sensu em Gestão da Tecnologia da Informação). Universidade Federal de Santa Maria. 2013.

Figura 31

QUANDO se utiliza leitor de proximidade UHF?. 24 jan. 2011. Disponível em: <<http://flashcard.inf.br/artigos/>> Acessado em: 25 jul. 2017.

Figura 32

O PDA. 04 jan. 2012. Disponível em: <<https://analysistecnologia.wordpress.com/tipos-de-computadores/o-pda/#comments>> Acessado em: 25 jul. 2017.

Figura 33

RFID Research and Development Laboratory. Slideshare.net. 5ºslide. 28 mai. 2010. Disponível em: <<https://www.slideshare.net/PeterSam67/rfid-research-and-development-laboratory>> Acessado em: 25 jul. 2017.

Figura 34

RFID. 2012. Disponível em: <<http://seal.com.br/varejo/rfid-varejo/>> Acessado em: 26 jul. 2017.

Figura 35

THOMSEM, Adilson. **Como gravar dados no cartão RFID**. Filipeflop.com. 21 set. 2015. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/como-gravar-dados-no-cartao-rfid/>> Acessado em: 26 jul. 2017.

Figura 36

CUNHA, Alessandro. **Etiquetas com eletrônica de ponta**. Embarcados.com. 04 mai. 2016. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/rfid-etiquetas-com-eletronica-de-ponta/>> Acessado em: 26 jul. 2017.

Figura 37

CUNHA, Alessandro. **Etiquetas com eletrônica de ponta**. Embarcados.com. 04 mai. 2016. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/rfid-etiquetas-com-eletronica-de-ponta/>> Acessado em: 26 jul. 2017.

Figura 38

CUNHA, Alessandro. **Etiquetas com eletrônica de ponta**. Embarcados.com. 04 mai. 2016. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/rfid-etiquetas-com-eletronica-de-ponta/>> Acessado em: 26 jul. 2017.

Figura 39

MIDDLEWARE...so why is it important?. 14 set. 2010. Disponível em:

<<http://www.kvh.com/Press-Room/KVH-Blogs/Blog/2010/Importance-of-Middleware.aspx>>

Acessado em: 27 jul. 2017.

Figura 40

HENRIQUE, Marcio. **TIPOS DE REDES (WAN, LAN, MAN)**.

Marrciohenrique.wordpress.com. 22 mar. 2014. Disponível em:

<<https://marrciohenrique.wordpress.com/2014/03/22/tipos-de-redes-wan-lan-man/>> Acessado

em: 27 jul. 2017.

