

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Humberto Luiz Furini Júnior

TEMPORIZADOR PARA TOMADAS DE USO GERAL E
ESPECÍFICO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
DIRECIONADO AOS CONSUMIDORES DA TARIFA
BRANCA

Passo Fundo

2019

Humberto Luiz Furini Júnior

TEMPORIZADOR PARA TOMADAS DE USO GERAL E
ESPECÍFICO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
DIRECIONADO AOS CONSUMIDORES DA TARIFA
BRANCA

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Elétrica, da Faculdade de Engenharia e Arquitetura, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista, sob orientação do professor Me. Sérgio Bordignon.

Passo Fundo

2019

Humberto Luiz Furini Júnior

**TEMPORIZADOR PARA TOMADAS DE USO GERAL E ESPECÍFICO EM
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DIRECIONADO AOS CONSUMIDORES DA TARIFA
BRANCA**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Elétrica, da Faculdade de Engenharia e Arquitetura, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista, sob orientação do professor Me. Sérgio Bordignon.

Aprovado em ____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Sérgio Bordignon - UPF

Prof. Dr. Carlos Alberto Ramirez Behaine - UPF

Prof. Dr. Fernando Passold - UPF

Este trabalho é dedicado a meus pais Humberto (in memoriam) e Noemia (in memoriam) e também vó Liunilda e tia Vera.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe Noemia Binotto Furini pelos momentos que tive oportunidade de desfrutar ao seu lado.

Ao meu pai Humberto Luiz Furini por todos os ensinamentos e valores repassados, por todo seu esforço e dedicação que proporcionou toda esta minha caminhada.

A vó Liunilda e tia Vera por estarem sempre ao meu lado, por todo o tempo que abdicaram de suas vidas para dedicar a minha educação sendo minhas referências maternas.

Ao Prof. Me. Sérgio Bordignon por todo apoio e suporte, permitindo o desenvolvimento deste trabalho.

A todos que de uma forma direta ou indireta tiveram participação deste processo.

“Ninguém baterá tão forte quanto a vida...Na vida não importa o quanto você bate, mas sim o quanto aguenta apanhar e continuar. O quanto pode suportar e seguir em frente...”

Autor Desconhecido

RESUMO

A automação residencial e internet das coisas (IoT) possuem conceitos básicos semelhantes a possibilidade de programação e utilização de equipamentos a fim de possibilitar mais conforto e acessibilidade ao usuário. Este presente trabalho, visa a economia de energia elétrica, baseando-se na tarifa branca vinculada a Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL, e aos valores cobrados de acordo com os horários de uso. O protótipo do projeto visa controlar o funcionamento de tomadas através de um acesso remoto, que envia as informações a estas tomadas, que irão funcionar em horários na qual a tarifa de energia é mais barata, previamente analisados estabelecidos de acordo com a distribuidora. Para o desenvolvimento deste projeto foi utilizado os serviços da plataforma da IBM que possibilita a comunicação entre usuário e microcontrolador, este último sendo o equipamento que realiza o acionamento das tomadas através de relés de estado sólido, programados através de uma página web que pode ser acessado através de equipamento celular, computador ou qualquer outra plataforma que tenha acesso à internet. Dessa forma, o trabalho visa ofertar uma possibilidade de controle no gasto de energia ao consumidor e uma consequente redução na tarifa a ser paga, aliando economia de energia e economia monetária, introduzindo o conceito de *smart house*.

Palavras-Chave: Automação residencial, IoT, Economia de energia, Tarifa Branca, Engenharia Elétrica.

ABSTRACT

A home automation and internet of things (IoT) has basic concepts with the possibility of programming and use of equipment for the purpose of providing more comfort and accessibility to the user. This paper aims to save electricity, basic tariff linked to the National Electricity Agency, ANEEL and amounts charged according to the hours of use. The prototype of the visa project controls or executes access control via a remote control, which sends as information to these captures, which performs at cheaper energy tariff times, analyzed according to a distributor with distribution. For the development of this project, IBM platform services were used, which allow the communication between user and microcontroller, the latter being the equipment that drives machines using solid state relay performance, programmed through a web page. which can be accessed through cellular equipment, computer or any other platform that has internet access. Thus, the work visa offers a possibility to control energy consumption to the consumer and a consequent reduction in the tariff to be paid, combining energy saving and money saving, introducing the concept of smart home.

Keywords: Home Automation, IoT, Energy Saving, White Tariff, Electrical Engineering.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - COMPARATIVO ENTRE TARIFA BRANCA E A TARIFA CONVENCIONAL.....	19
FIGURA 2 - PERFIL 1 DE CONSUMO	20
FIGURA 3 - PERFIL 2 DE CONSUMO	21
FIGURA 4 - PERFIL 1 DE CONSUMO	22
FIGURA 5 - PERFIL 2 DE CONSUMO	22
FIGURA 6 - PROTOCOLO MQTT	26
FIGURA 7 - SOLICITAÇÃO E RESPOSTA PARA O SERVIDOR.....	27
FIGURA 8 - DIAGRAMA DE FUNCIONAMENTO	30
FIGURA 9 - ESP-01.....	31
FIGURA 10 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS ESP-01	32
FIGURA 11 - MÓDULO RELÉ	33
FIGURA 12 - CONTATOR TOMZN	33
FIGURA 13 - FONTE CHAVEADA.....	34
FIGURA 14 - PROCESSO DE SOLICITAÇÃO DA PÁGINA WEB	35
FIGURA 15 - LISTA DE RECURSOS IBM CLOUD.....	36
FIGURA 16 - DISPOSITIVOS CADASTRADOS.....	36
FIGURA 17 - FLUXOGRAMA DE ACIONAMENTOS.....	38
FIGURA 18 - TELA DE LOGIN	39
FIGURA 19 - TELA PRINCIPAL	39
FIGURA 20 - TELA DE CONFIGURAÇÕES.....	39
FIGURA 21 - FLUXOGRAMA DE RECONEXÃO COM A INTERNET	41
FIGURA 22 - CASE TUE.....	42
FIGURA 23 - CASE TUG	43
FIGURA 24 - QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	43
FIGURA 25 - MONTAGEM FINAL	44

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RANKING DE TARIFAS NO RIO GRANDE DO SUL.....	23
---	----

LISTA DE SIGLAS

ADC – Conversores Analógico/Digitais

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

DAC – Conversores Digitais/Analógicos

EEPROM – Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory

GPIO – General Purpose Input/Output

HTTP – Hyper Text Transfer Protocol

IOT - Internet of Things (Internet das coisas)

IP – Internet Protocol

LED – Diodo Emissor de Luz

MQTT - *Message Queue Telemetry Transport*

NA – Normalmente Aberto

NF – Normalmente Fechado

SCADA - *Supervisory Control and Data Acquisition* (Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados)

TCP - Protocolo de Controle de Transmissão

TUE – Tomada de Uso Especifica

TUG – Tomada de Uso Geral

URL – Uniform Resource Locator

USB – Universal Serial Bus

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVO GERAL.....	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3 JUSTIFICATIVA	14
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 CASA INTELIGENTE (<i>SMART HOUSE</i>)	15
2.2 TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	17
2.2.1 Tarifas Monômia, Binômia e Branca.....	17
2.2.2 Grupo A.....	17
2.2.3 Grupo B	18
2.3 TARIFA BRANCA	18
2.3.1 Variações da tarifa pelo horário	18
2.3.2 Benefícios da Tarifa Branca	19
2.3.3 Comparativo Tarifa Branca e a Convencional.....	19
<i>2.3.3.1 Custo das Tarifa Branca e Convencional no Rio Grande do Sul.....</i>	<i>23</i>
2.4 TOMADAS DE USO GERAL E ESPECIFICO (TUG E TUE).....	23
2.5 SOFTWARE.....	24
2.5.1 Aplicativo.....	24
2.6 SISTEMAS EMBARCADOS	25
2.6.1 Microcontroladores	25
2.7 PROTOCOLO MQTT.....	26
2.8 SERVIDOR WEB	27
2.9 HARDWARE	28
2.9.1 Fontes.....	28

2.9.2 Relés	29
2.9.3 Contator.....	29
3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	30
3.1 HARDWARE.....	30
3.1.1 Microcontrolador.....	31
3.1.2 Acionamento	32
<i>3.1.2.1 Contator.....</i>	<i>33</i>
3.1.3 Fonte	34
3.2 PLATAFORMA IBM	34
3.2.1 Servidor Web	35
3.2.2 Node Red	37
<i>3.2.2.1 Programação de acionamento</i>	<i>37</i>
<i>3.2.2.2 Página web</i>	<i>38</i>
<i>3.2.2.3 Banco de dados.....</i>	<i>40</i>
<i>3.2.2.4 Segurança</i>	<i>40</i>
3.3 FIRMWARE ESP-01	40
3.3.1 Wifi Manager	40
3.4 APLICATIVO	41
3.5 CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
4.1 ALCANCE DO SINAL WIFI	44
4.2 AQUECIMENTO.....	46
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia está em constante evolução e uma das provas disso é que ao realizar uma análise de uma ou até duas décadas atrás, os equipamentos existentes nas residências tinham apenas funções básicas, a fim de prover energia, fontes de calor, abastecimento. Com o avanço tecnológico outras necessidades foram se incorporando e ao analisar o uso de energia elétrica como facilitador de ações e usos de equipamentos no cotidiano surgiu um novo conceito, as casas inteligentes (*smart house*).

A tarifação para o uso da energia elétrica constantemente sofre alterações conforme a necessidade do setor e adequações energéticas nacionais. Recentemente a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) lançou uma nova forma de tarifação no Brasil, para consumidores de Baixa Tensão, Grupo B, denominada Tarifa Branca, na qual há três variações de custo baseada nos horários em que a demanda solicitada pelo sistema é menor, intermediária ou maior, denominadas respectivamente de fora de ponta, intermediária e ponta, visando a possibilidade de redução nos custos da fatura de energia elétrica para o consumidor.

Dessa forma, com atenção voltada para a necessidade de aliar funções básicas e a evolução do mercado, contextualiza-se a ideia que envolve a realização do presente projeto. O desenvolvimento de um sistema no qual controle as tomadas, objetivando otimizar o uso e trazer economia no consumo de energia elétrica com conseqüente decréscimo na fatura a ser paga pelo consumidor. Dessa forma o sistema irá possibilitar que seja acessado remotamente através de um software, para que as configurações de uso sejam utilizadas nos horários com tarifas mais baratas, ou seja, horários fora de ponta e dessa forma possibilitará uma fatura de energia menor para o usuário. Ainda, cabe ressaltar que a programação dos horários poderá ser feita através do celular, computador ou algum outro equipamento que possua compatibilidade e conexão com a internet.

1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um protótipo que através de um navegador web ou aplicativo possibilite ao usuário as opções de programar os horários e dias da semana na qual as tomadas irão se desligar e ligar, baseado nas definições que concessionária de energia estabelece para Tarifa Branca, além de possibilitar seus acionamentos manuais, a fim de conseguir um sistema que auxilie na economia na fatura de energia elétrica.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar pesquisas bibliográficas para o desenvolvimento do projeto;
- Programar um sistema que possibilite realizar os acionamentos desejados;
- Projetar uma página Web;
- Possibilitar o uso do sistema através de um aplicativo para celular;
- Desenvolver um protótipo para aplicação do projeto;
- Realizar testes do protótipo;

1.3 JUSTIFICATIVA

O custo das faturas de energia elétrica é uma constante preocupação, principalmente quando esse valor se eleva e pesa no bolso do usuário e a geração própria de energia ainda custa caro a curto prazo, o que faz com que muitos ainda não a escolham como uma opção na redução da tarifa de energia elétrica.

Recentemente entrou em vigor a Tarifa Branca apresentada pela ANEEL possibilita uma redução de custos na fatura, através da distinção de valores em horários específicos de uso. No entanto, na prática essa redução só ocorrerá se a energia for utilizada fora dos horários de ponta, ou seja, nos horários com menor demanda, onde a energia elétrica é mais barata.

Sendo assim, a criação de um sistema que gerencie as tomadas para que estejam ativas nos períodos mais baratos vem a proporcionar ao consumidor uma opção de controle e real economia no pagamento da fatura de energia elétrica.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está organizado da seguinte forma, o presente capítulo trata da introdução, com objeto de explicar ao leitor sobre o projeto.

No capítulo 2 podemos encontrar a revisão da literatura, no qual traz os conceitos das pesquisas realizadas para uma melhor compreensão do trabalho.

O capítulo 3 encontrasse todo desenvolvimento detalhado do projeto. Serão apresentadas as soluções de acordo com o que foi proposto neste trabalho.

No capítulo 4 é possível observar os resultados alcançados pelo projeto.

Por fim, o capítulo 5 que se refere as considerações e avaliações referente a execução do projeto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

No presente capítulo será apresentado os conceitos e fundamentos que servem de base para o desenvolvimento do trabalho. De forma a auxiliar e facilitar o entendimento para os demais capítulos.

2.1 CASA INTELIGENTE (*SMART HOUSE*)

Podemos definir *smart house*, ou casa inteligente, como uma residência com computadores e tecnologias da informação instalados com função de antecipar e responder às necessidades do usuário.

No século passado vivemos uma drástica revolução na automação residencial que ao seu final culminou em um novo conceito, surgindo assim a *smart house*, na qual já soa mais familiar o termo IoT (internet das coisas) do que a própria automação residencial. Da mesma forma ocorreu quando os equipamentos domésticos começaram a utilizar a energia elétrica como forma de funcionamento, como por exemplo, os ferros de passar que antes eram aquecidos a carvão enquanto os modelos elétricos necessitavam nada mais que uma tomada para ter a mesma função. Sendo assim, a introdução da eletricidade foi o primeiro impulso que estimulou a introdução de novos equipamentos dentro de um lar (ALDRICH, 2003).

Podemos destacar alguns das principais características que levam os usuários adotar o conceito de *smart house*:

- Conforto: Um dos maiores atrativos, pois quem não gostaria de ter um controle da própria casa na palma da mão, de modo que possibilite realizar ou programar tarefas sem sair do lugar.
- Gestão energética: Possibilita que sua casa gerencie o consumo de eletricidade, de forma que quando algo está ligado sem necessidade o sistema detecta e o desliga, como por exemplo iluminação que possui sensores de presença e luminosidade.
- Segurança: Um bom sistema de segurança vai além de câmeras e cercas elétricas, se faz presente nesses sistemas inteligente que pode reconhecer moradores através de dispositivos biométricos, identificar visitantes e até mesmo chamar a polícia em caso de invasões.
- Conectividade: Sistema que pode ser acessado de qualquer lugar, utilizando diferentes interfaces tal como celulares, computadores, painéis de aceso e controle remoto disponibilizando informações relevantes da casa (LIMA e WAGNER, 2017).

Durante esta constante evolução é possível observar que algumas prioridades vão se alterando dentro dos conceitos característicos da *smart house*, nos últimos anos se fala muito sobre a economia de energia dos equipamentos. Para que isso seja possível aparelhos domésticos, dispositivos móveis e redes de informação tem tornado a área da automação residencial e comercial cada vez mais diversificada, abrangente e acessível economicamente ao público em geral. O avanço de tecnologias está diretamente relacionado à internet e aos dispositivos móveis, proporcionando a comunicação e interação com ambientes automatizados a distância, alavancando o conceito de automação residencial (MONTEIRO, 2010).

Essa tecnologia por muito tempo ficou muito distante, prova disso que único contato que um cidadão tinha com a casa inteligente, era apenas através de feiras e eventos de tecnologia, na qual as empresas exibem suas inovações. Porém, ao decorrer dos anos a tecnologia foi ficando cada vez mais acessível e barata, de modo que já podemos criar excelentes expectativas pois é um mercado que está em grande crescente proporcionando um novo padrão de conforto (LIMA e WAGNER, 2017).

Mas mesmo com essa tecnologia mais acessível os consumidores ainda não possuem um grande conhecimento dos dispositivos, desta maneira a procura ainda não atingiu o seu nível mais alto. Além disso existe uma grande confusão que ocorre entre os conceitos de *smart* (inteligente) com *connected* (conectado). Muitas vezes é denominado erroneamente *smart* um equipamento que simplesmente é ligado ou desligado manualmente pelo usuário através da internet. A definição de *smart* vai muito além disso, refere-se que o aparelho tem a capacidade de analisar os dados e tomar uma decisão para controlar ou ativar um dispositivo em casa, sem necessidade de interação humana. Por exemplo, se existir uma fuga de gás, o aparelho é capaz de a detectar e alertar o proprietário da casa e, até mesmo (DANOVA, 2015).

Nesse contexto é possível identificar que a casa inteligente entra dentro de um conceito de automação residencial e essa definição a compreende como sendo um conjunto de serviços equilibrados por sistemas tecnológicos integrados com finalidade de satisfazer as necessidades básicas de segurança, comunicação, gestão energética e conforto de uma habitação (MURATORI e BÓ, 2011).

2.2 TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A tarifa de energia elétrica possui valores que representam a parcela das aplicações e operações técnicas realizadas pelos agentes da linha de produção e da estrutura necessária para que a energia possa ser utilizada pelo consumidor. Todos esses componentes do processo industrial de geração, transporte (transmissão e distribuição) e comercialização de energia elétrica se somam e representam os valores presentes na tarifa. Também são adicionadas as despesas referentes ao custeio da aplicação de políticas públicas e os impostos e encargos estão relacionados na conta de luz (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA).

Os clientes da concessionária de energia pagam o valor equivalente a quantidade de energia que foi utilizada no mês anterior, estipulado em quilowatt-hora (kWh) e multiplicada pela tarifa, medida em reais por quilowatt-hora (R\$/kWh). Esses valores variam entre as distribuidoras de forma em que uma série de fatores influenciam para o valor final. Se fizer parte do grupo A (média e alta tensão) o custo é um, porém dentro deste grupo possuem subgrupos que se dividem pela demanda solicitada no qual cada um deles possuem valores diferente, além dos valores do grupo e do subgrupo precisa escolher modalidade tarifária a ser usada entre as duas opções disponíveis sendo elas Monômnia e Binômnia só assim conseguimos saber o valor da tarifa a ser paga. Da mesma forma existe o grupo B (baixa tensão), na qual segue a mesma linha com seus subgrupos, porém os subgrupos neste caso não se baseiam pela demanda e sim por classe de consumo, para esse grupo a modalidade tarifária disponível é a Monômnia e a Branca (SOLSTÍCIO ENERGIA, 2016).

2.2.1 Tarifas Monômnia, Binômnia e Branca

- Tarifa Monômnia: É a tarifa aplicada ao consumo de energia, ou seja, o consumidor paga somente o que consumir de fato.
- Tarifa Binômnia: Tarifa que é uma união de consumo e demanda em que o cliente precisa informar a concessionária o quanto de demanda que irá consumir.
- Tarifa Branca: Possui valores de tarifa diferenciados de acordo com os horários do dia e demanda.

2.2.2 Grupo A

Fazem parte do grupo A consumidores atendidos em tensão acima de 2300 volts, e ficam distribuídos nos seguintes subgrupos:

- Subgrupo A1 tensão igual ou acima de 230kV;

- Subgrupo A2 tensão entre 88 e 138kV;
- Subgrupo A3 tensão de 69kV;
- Subgrupo A3a tensão entre 30 e 44kV;
- Subgrupo A4 tensão entre 2,3 e 25kV;

2.2.3 Grupo B

Fazem parte do grupo B consumidores atendidos em tensão abaixo de 2300 volts, e ficam distribuídos nos seguintes subgrupos:

- Subgrupo B1 – residências;
- Subgrupo B2 – rural;
- Subgrupo B3 – demais classes;
- Subgrupo B4 – iluminação pública;

2.3 TARIFA BRANCA

A tarifa branca é a nova opção para o grupo B que mostra aos consumidores a diferenciação do valor da energia conforme o dia e o horário do consumo. Ela será oferecida para as unidades consumidoras que são atendidas em baixa tensão. Em 1º de janeiro de 2018, as concessionárias e permissionárias do país começaram a atender aos pedidos de adesão à tarifa branca das novas ligações e dos consumidores com média mensal superior a 500 kWh. Em 2019, atender unidades com consumo médio superior a 250 kWh/mês e a partir de 2020, terá também que atender os consumidores de baixa tensão, qualquer que seja o consumo (ANEEL, 2017).

2.3.1 Variações da tarifa pelo horário

A tarifa branca é composta de três variações de valores nos dias úteis que estão atreladas aos horários onde a solicitação de maior ou menor demanda.

- Ponta: São três horas consecutivas diárias, em que há maior solicitação de demanda, desta forma, o horário de ponta pode variar entre as distribuidoras das 17h e 21h ou 18h e 22h.
- Intermediário: Está definido uma hora antes e uma hora depois do horário de ponta.
- Fora de ponta: É o restante das horas do dia onde a concessionária estabelece que a uma menor solicitação de demanda.

2.3.2 Benefícios da Tarifa Branca

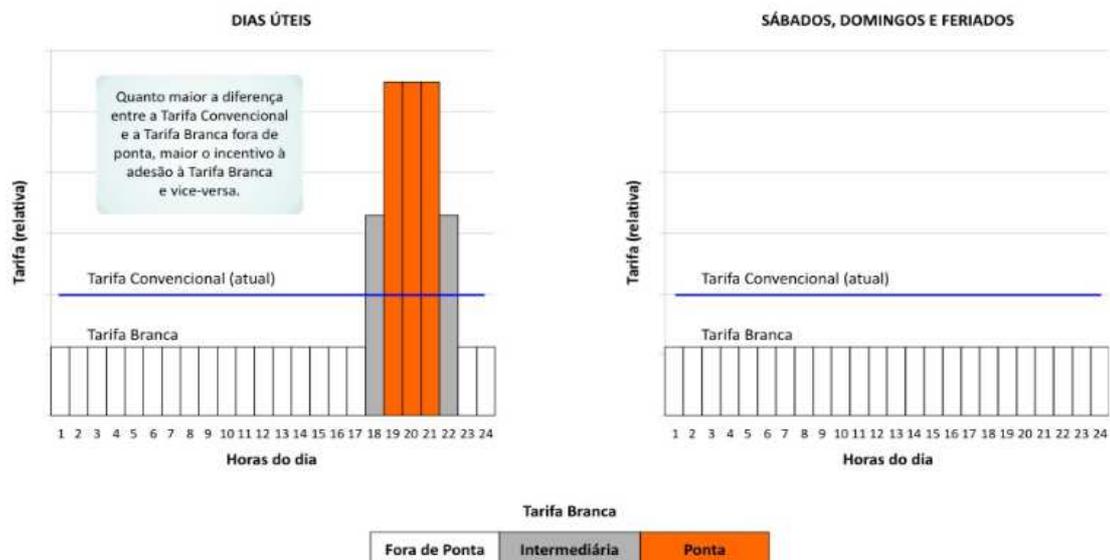
Se o consumidor aderir por hábitos que optem pelo uso da energia fora do período de ponta, assim tendo uma grande diminuição no consumo nesse horário e no intermediário, a escolha pela tarifa branca oferece a oportunidade de reduzir o valor pago pela energia consumida.

Porém, a tarifa branca não é recomendada quando o consumo for maior nos períodos de ponta e intermediário e não houver possibilidade de transferência do uso dessa energia elétrica para o período fora de ponta. Sendo assim, a tarifa branca irá resultar em uma conta maior, sendo aconselhável a continuação na tarifa convencional (ANEEL, 2019).

2.3.3 Comparativo Tarifa Branca e a Convencional

Para que o cliente consiga ter uma economia na sua conta de energia elétrica ele precisa conhecer seu perfil de consumo e também a relação entre a Tarifa Branca e a Convencional. A Figura 1 traz um comparativo entre os postos horários tarifários com Tarifa Branca em relação a convencional, na qual é possível observar que das 24 horas do dia, 19 horas delas possui uma tarifação na qual o valor é abaixo do que pagamos hoje em relação a tarifa convencional, as outras cinco se dividem, duas horas de tarifa intermediária que possui um valor um pouco mais elevado e três horas de ponta que tem seu valor de tarifa quase dobrado em relação ao valor atual. É importante ressaltar que além dos sábados e domingos, os feriados também possuem valor de tarifa fora de ponta durante todo o dia, sendo assim sem diferença de valores.

Figura 1 - Comparativo entre Tarifa Branca e a Tarifa Convencional



Fonte: ANEEL (2019)

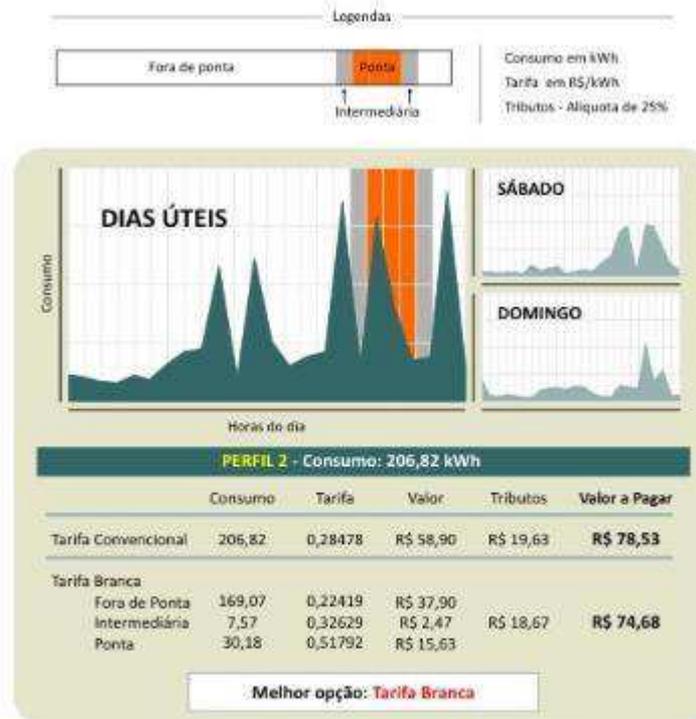
A Figura 2 e Figura 3 trazem um comparativo de dois perfis consumidores que em um mês tiveram exatamente o mesmo consumo de energia elétrica (206,82 kWh), porém a Figura 2 trata do perfil 1 que traz o consumo com picos maiores precisamente nos horas considerada intermediária e de ponta pela Tarifa Branca, isso significa que se o cliente do perfil 1 optar pela tarifação branca ele ia acabar tendo acréscimos na sua fatura de energia devido ao alto consumo nos horários inadequados. Sendo que perfil 2 mostrado na Figura 3 possui um consumo mais equilibrado, portanto se o consumidor do perfil 2 optar pela Tarifa Branca ele vai conseguir ter economia na sua conta de energia.

Figura 2 - Perfil 1 de consumo



Fonte: ANEEL (2019).

Figura 3 - Perfil 2 de consumo



Fonte: ANEEL (2019).

Sendo assim, quanto menor for o consumo dentro dos horários intermediários e de ponta, maior é a vantagem de aderir a novo método de tarifação e maior será a economia na fatura de energia.

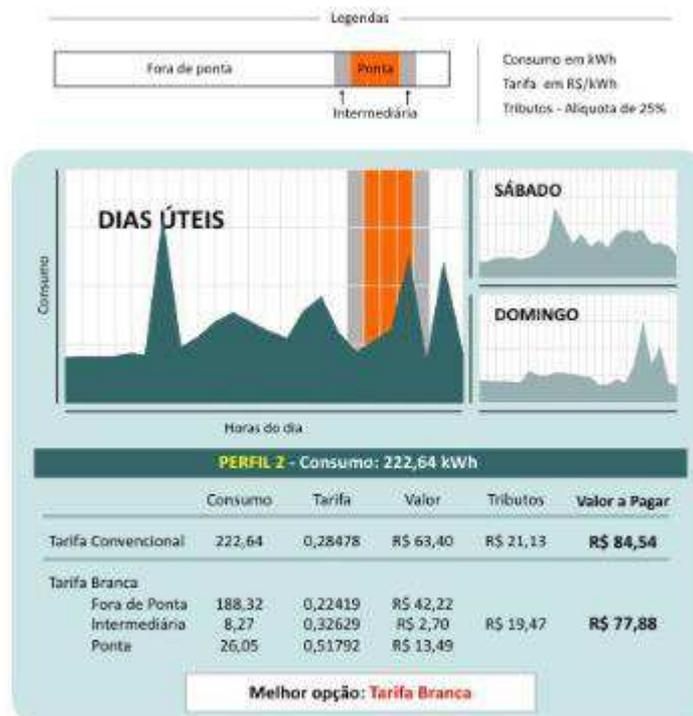
A Figura 4 e a Figura 5, trazem consumos que já são benéficos a adesão pela Tarifa Branca. O perfil 1 (Figura 4) mostra um pico de consumo de aproximadamente uma hora no período intermediário nos dias úteis, desta forma a uma maior distribuição no consumo nos períodos fora de ponta, também pode ser observar que aos domingos existe picos nos horários mais caros, porém como sábados domingos e feriados o valor da tarifa é fora de ponta durante todo o dia não tem nenhum prejuízo com esses picos nestes períodos. No perfil 2 (Figura 5), o consumidor é ainda mais adequado aos conceitos desta tarifa agregando uma maior economia, aparecendo somente um leve e rápido pico no período de ponta.

Figura 4 - Perfil 1 de consumo



Fonte: ANEEL (2019).

Figura 5 - Perfil 2 de consumo



Fonte: ANEEL (2019).

Essas comparações servem como fundamentação do presente projeto, no qual tem como intuito auxiliar que os consumidores atenuem ao máximo o consumo de energia nos horários intermediários e de ponta, de modo que as tomadas temporizadas vão evitar que equipamentos que possuem um consumo de energia mais elevado, como por exemplo fornos, torneiras e chaleiras elétricas, máquinas de lavar e afins, possam ser ligados nos horários indesejáveis.

2.3.3.1 Custo das Tarifa Branca e Convencional no Rio Grande do Sul

A Tabela 1 refere a informações relacionadas ao custo das tarifas que as distribuidoras de energia cobram de seus consumidores, possível de se observar uma grande variação nos valores apresentadas pelas mesmas. Desta forma deve ser feita uma análise detalhada antes de escolher a tarifa mais adequada.

Tabela 1 - Ranking de Tarifas no Rio Grande do Sul

Distribuidora	UF	Ranking	Tarifa Convencional	Tarifa Branca - Ponta	Tarifa Branca - Intermediária	Tarifa Branca - Fora ponta	Resolução Homologatória	Início de vigência
Certel	RS	20	0,423	0,773	0,540	0,306	2425/2018	30/07/18
Cooperluz	RS	19	0,452	0,611	0,504	0,396	2426/2018	30/07/18
Ceriluz	RS	18	0,455	0,747	0,548	0,349	2423/2018	30/07/18
CERTHIL	RS	17	0,499	0,830	0,606	0,382	2467/2018	01/11/18
MuxEnergia	RS	16	0,518	0,954	0,612	0,395	2417/2018	22/07/18
Coprel	RS	15	0,526	0,899	0,647	0,395	2427/2018	30/07/18
RGE	RS	14	0,528	0,932	0,601	0,422	2401/2018	19/06/18
CERFOX	RS	13	0,528	0,834	0,627	0,420	2473/2018	01/11/18
Creluz-D	RS	12	0,539	0,965	0,676	0,386	2428/2018	30/07/18
Uhenpal	RS	11	0,545	1,086	0,693	0,419	2397/2018	22/05/18
RGE SUL	RS	10	0,547	0,958	0,618	0,448	2528/2019	19/04/19
CEEE-D	RS	8	0,548	0,987	0,642	0,475	2484/2018	22/11/18
COOPERSUL	RS	8	0,548	1,050	0,746	0,442	2515/2019	01/03/19
Creral	RS	7	0,551	1,044	0,709	0,375	2429/2018	30/07/18
Demei	RS	6	0,558	1,148	0,719	0,452	2420/2018	22/07/18
Cermissões	RS	5	0,569	0,942	0,690	0,437	2424/2018	30/07/18
Hidropan	RS	4	0,571	1,241	0,711	0,396	2416/2018	22/07/18
Eletrocar	RS	3	0,583	1,422	0,796	0,442	2418/2018	22/07/18
Certaja	RS	2	0,596	1,042	0,623	0,455	2398/2018	29/05/18
COOPERNORTE	RS	1	0,679	1,519	1,011	0,502	2516/2019	01/03/19

Fonte: ANEEL (2019).

2.4 TOMADAS DE USO GERAL E ESPECIFICO (TUG E TUE)

Tomadas de uso geral (TUG) não podem consumir uma corrente igual ou superior a 10A e segundo a normativa NBR-5410 define uma potência mínima para suas atribuições:

a) em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de

tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente;

b) nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por ponto de tomada.

Essas tomadas são utilizadas para ligar a maioria dos equipamentos que temos em nossas residências tais como, geladeira, notebook, carregador de celular entre outros.

Desta forma tomada de uso específico (TUE) é definida pela mesma normativa da seguinte forma:

Todo ponto de utilização previsto para alimentar, de modo exclusivo ou virtualmente dedicado, equipamento com corrente nominal superior a 10 A deve constituir um circuito independente (NBR 5410, 2004, p. 184).

Podemos citar como exemplo, chuveiros, torneiras elétricas, ar-condicionado.

2.5 SOFTWARE

Definido por um grupo de instruções arranjadas de maneira organizada por um programador, com o intuito de sinalizar ao sistema o que deve ser realizado, ou seja, o programa informa ao sistema quais as tarefas que devem ser executadas ao longo do tempo. Existem várias classificações de programas: os programas básicos (softwares básicos), os utilitários e os aplicativos. O programa sempre deve estar armazenado em uma unidade específica de informações, ou seja, em uma memória (GIMENEZ, 2002).

Seguindo esta ideia é possível observar a relação direta entre a pessoa e o computador é intermediada através da interface homem-máquina e é por meio dela que concedemos os comandos de entrada e recebemos as informações de saída por sua vez o software mediante a uma série de outras interfaces até chegar a linguagem máquina baseada em códigos binários. O software funciona executando algoritmos de modo que os mesmos são uma série de instruções que devem ser seguidas em sequência para que uma função seja atendida (GALLOTTI, 2016).

2.5.1 Aplicativo

Aplicativos são softwares com funções específicas instalados, quando desejamos enviar um *e-mail* abrimos o aplicativo específico para esta função no sistema operacional do dispositivo. Em um modo geral os aplicativos buscam focar em uma única função, em vez de terem um agregado de funções maiores. Isso os torna mais leves e deixa as configurações do dispositivo mais flexíveis para o usuário, que pode escolher o seu aplicativo favorito para cada

uma dessas funções. Os aplicativos são desenvolvidos especificamente para sistemas operacionais, ou seja, é preciso criar um diferente para cada sistema (SILVA, 2016).

2.6 SISTEMAS EMBARCADOS

O sistema embarcado ou sistema embutido é um sistema microprocessado em que um computador está inserido ao sistema que ele controla, podendo realizar um agregado de tarefas que foram pré-definidas. O sistema é utilizado para tarefas específicas, e assim, com os recursos de engenharia é possível otimizar reduzindo tamanho e custos. No geral, os sistemas são utilizados para aplicações sem muitas exigências. Os sistemas embarcados costumam ser projetados embasados em uma aplicação. O controle remoto é um bom exemplo, dentro dele há processador, memória, software, enfim, todos os itens que compõem um computador convencional. O sistema pode ainda ser executado com recursos computacionais bastante limitados, ou seja, sem a necessidade de teclado, tela ou até mesmo com pouca memória. (POZZEBOM, 2014).

2.6.1 Microcontroladores

Microcontroladores são circuitos integrados que possuem em seu interior todos os componentes necessários ao seu funcionamento dependendo unicamente da fonte de alimentação externa. (KERSCHBAUMER).

Desta forma os microcontroladores se diferenciam dos processadores, pois além dos componentes lógicos e aritméticos usuais de um microprocessador de uso geral, o microcontrolador integra elementos adicionais em sua estrutura interna, como memória de leitura e escrita para armazenamento de dados, memória somente de leitura para armazenamento de programas, *Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory* (EEPROM) para armazenamento permanente de dados, dispositivos periféricos como conversores analógico/digitais (ADC), conversores digitais/analógicos (DAC), Portas de entrada e Saída digitais(I/O) para propósito geral (FORESTI, 2013).

Existe uma grande variedade de microcontroladores no mercado, além de possuir várias marcas existe também vários modelos, cada uma delas com suas características específicas, tais como tamanho, quantidades de pinos I/O, velocidade de processamento entre outras muitas.

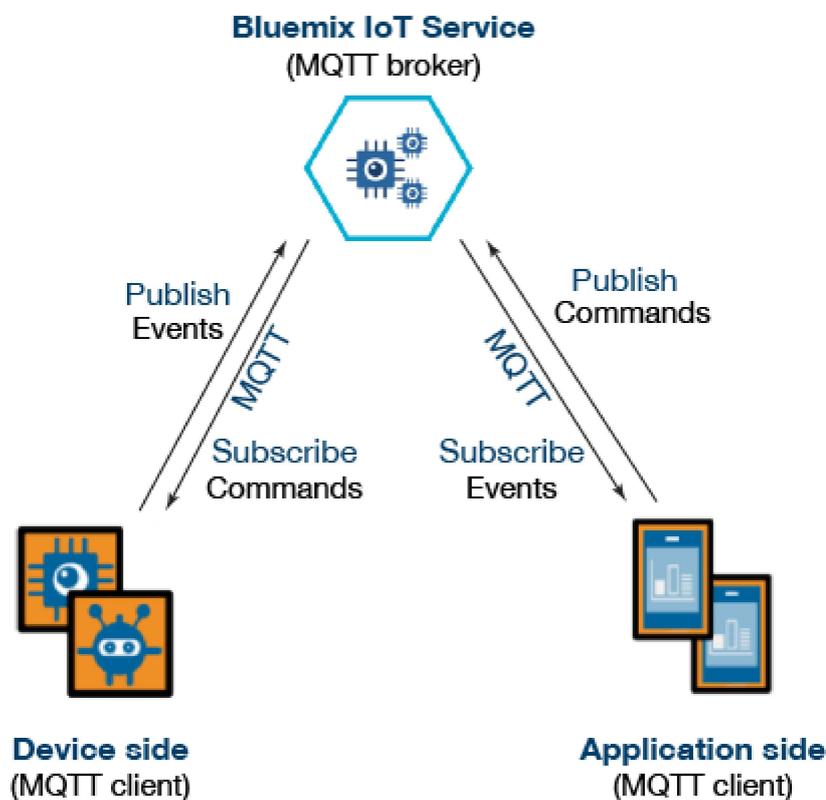
2.7 PROTOCOLO MQTT

O protocolo MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) é descrito como um protocolo de comunicação utilizado em IoT. Destaca-se em sua característica a extrema leveza no projeto de transporte de mensagens. MQTT foi criado pela IBM nos anos 90 para ser utilizado em sistemas de supervisão e aquisição de dados num panorama industrial, o SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition* ou em português Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados). A partir do sucesso neste tipo de aplicação, foi migrado também para o mundo IoT (Sanchez, 2019).

Para esses sistemas a conexão com a Internet é um requisito fundamental. Na qual possibilita que os dispositivos trabalhem entre si. O protocolo é baseado no TCP/IP, e ambos (cliente e broker) necessitam da pilha TCP/IP (Yuan, 2017).

Basicamente o conceito do protocolo MQTT é definido por seu modelo de publicação e assinatura (ou *publish/subscribe*) que se restringe a dois tipos básicos de entidades: um broker de mensagens e os clientes (Figura 6). O broker é um grande servidor no qual recebe todas as mensagens dos seus clientes e encaminha as mesmas aos clientes de destino (Sanchez, 2019).

Figura 6 - Protocolo MQTT



Fonte: IBM (2015).

2.8 SERVIDOR WEB

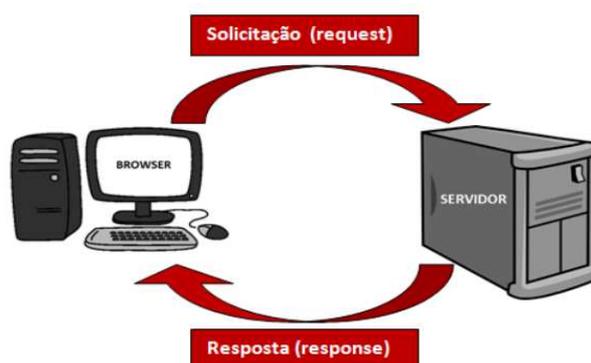
Os Servidores Web, na explicação mais básica que pode ser dada, existem com a função de apresentar páginas web ou outros serviços, conforme sejam requisitadas por um usuário num computador ligado à internet. Esta é a função mais básica dos Servidores. Eles ficam ligados 24 horas por dia na internet aguardando as solicitações (LINUXANDO).

Com isso armazenam e trocam informações com outras máquinas. Deste modo se faz necessário pelo menos dois participantes em cada troca de informações: um cliente, que solicita informações, e um servidor, que atende a esses pedidos. Destaca-se que em cada lado possui um programa especializado para negociar a troca de dados. No caso do cliente, é usado um navegador, tais como Internet Explore ou Firefox. No lado do servidor, porém se torna uma questão mais complexa, pois existem diversas opções de software disponível, mais todos têm uma tarefa em comum: negociar transferência de dados entre clientes e servidores via HTTP (Protocolo de Transferência de Hipertexto), o protocolo de comunicações da Web (FERREIRA).

Com isso a função do servidor web é receber uma solicitação (requisição) e devolver (resposta) algo para o cliente. O navegador possibilita que o usuário solicite um recurso de modo que o servidor responde está solicitação (THIAGO, 2012).

A Figura 7 mostra de forma ilustrativa a solicitação do navegador e a devida resposta do servidor com o conteúdo solicitado.

Figura 7 - Solicitação e resposta para o servidor



Fonte: Devmidia (2012).

2.9 HARDWARE

Usamos o termo Hardware para designar as peças e circuitos eletrônicos em geral, muito comum utilizar o termo na informática, para definir as peças do computador (PACIEVITCH).

É possível definir também qualquer equipamento físico como Hardware, tanto dentro quanto fora da tecnologia da informação. De um modo geral, máquina, ferramenta ou utensílio, de uma máquina de fresa a uma chave inglesa, chegando até celular ou computador é um hardware. Talheres, peças, dobradiças, engrenagens, parafusos, chips, processadores, de um grosso modo tudo isso pode ser considerado Hardware. Porém é mais comum ouvirmos esse termo para se referir aos componentes internos de um computador, celular, tablet e outros dispositivos (GOGONI, 2019).

2.9.1 Fontes

No ramo dos equipamentos eletrônicos quase todos possuem transistores. Seja uma televisão, rádio, computadores, não importa. Toda a eletrônica moderna está fundamentada na tecnologia dos transistores que precisam de uma tensão contínua para poder operar. Porém é mais viável para as concessionárias de energia transmitir em tensão alternada. Então temos de um lado a tensão alternada da rede e de outro a necessidade de uma tensão contínua. E são as fontes que intermediam essa transformação (CABRAL, 2012).

Existem dois tipos básicos de fonte de alimentação, as fontes de alimentação lineares possuem basicamente quatro etapas, pegam rede elétrica (220/110V) e reduz passando por um transformando, retificação, filtragem e regulação, após essas etapas temos uma tensão DC (MILHORIM).

Em fontes de alimentação chaveadas, a tensão de entrada tem sua frequência aumentada para faixa de KHz antes de ir para o transformador. Aumentando está frequência conseguimos reduzir o tamanho do transformador e os capacitores eletrolíticos. Fonte de alimentação usada nos PCs e em muitos outros equipamentos eletrônicos. Porém o terno chaveada não está relacionada ao fato da fonte ter uma chave liga/desliga e sim por possuir um chaveamento em alta frequência (MILHORIM).

A fonte chaveada possuem vantagens em relação a linear, tais como um pequeno volume e peso, além do rendimento bem maior que chega a 89%, enquanto a linear não ultrapassa os 50% (CEBRA, 2017).

2.9.2 Relés

O relé é um componente em que você consegue ligar e desligar um sinal com base em outro sinal, isso ocorre de modo que se envia um sinal para a bobina do relé, normalmente 5 volts (V) deste modo ocorre a comutação trocando o estado de normalmente fechado (NF) para normalmente aberto (NA) e vice e versa (ATHOS ELETRONICS).

Muito utilizado nos processos de automação em geral os relés possuem uma variação grande de modelos e características. Por muitas vezes, o profissional responsável pela especificação destes sistemas se depara com situações na qual ele deve optar por relés eletromecânicos ou relés de estado sólido e nem sempre são claros os limites que devem nortear esta decisão (COZZO, 2009).

2.9.3 Contator

Contator na área de comandos elétricos e eletromecânicos se apresenta como um dos principais componentes. Comum para acionamentos e proteção, geralmente atuando simultaneamente com outros acessórios e componentes (BENFICA).

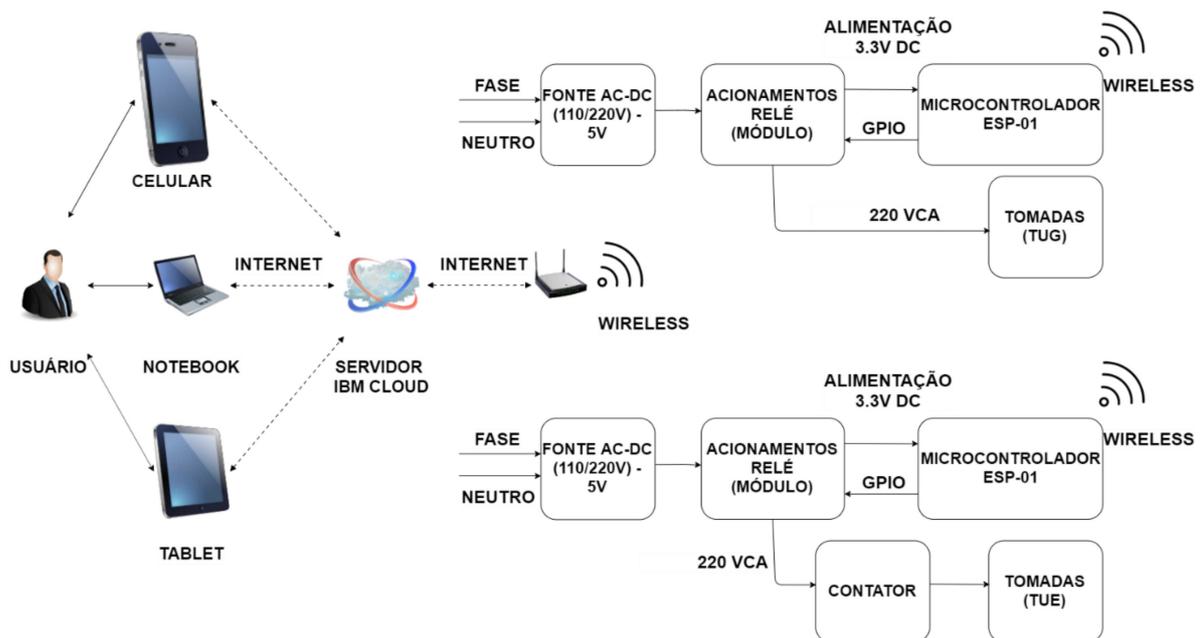
São dispositivos que permitem o acionamento de cargas que exigem correntes maiores, tais como motores trifásicos e resistências industriais. De um modo muito semelhante aos relés, os contadores também possuem uma bobina, um núcleo e um conjunto de contatos de força e de comando. Esse conjunto devido ao eletromagnetismo no qual é responsável pelo acionamento dos contatos, os quais ligam e desligam os equipamentos elétricos a eles conectados (DUARTE).

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O referido capítulo tem como finalidade especificar cada etapa da construção e desenvolvimento compõem o projeto. A Figura 8 se refere ao diagrama final de funcionamento do protótipo. No qual o usuário remotamente irá acessar a interface do sistema, para que por meio desta faça todas as definições necessárias, tais como horários e dias da semana no qual o sistema deve atuar, em seguida essas informações ficam salvas no software e também é enviada para um banco de dados, ambos estão rodando juntamente com o servidor web na mesma plataforma na nuvem. Quando chegar nos dias e horários programados o software envia para o microcontrolador que irá efetuar o comando solicitado, seja ele ligar ou desligar as tomadas.

No decorrer do capítulo cada etapa presente será aprofundada e explicada mais detalhadamente.

Figura 8 - Diagrama de funcionamento



Fonte: O autor (2019).

3.1 HARDWARE

Os subtítulos abaixo citados trazem a definição da função de cada parte e suas respectivas especificações técnicas. Vale ressaltar que todas as definições estabelecidas nesse presente capítulo estão fundamentalmente baseadas em minimizar ao máximo o tamanho final do projeto, de modo que possibilitou a instalação juntamente com a caixa de tomada (4x2) nas

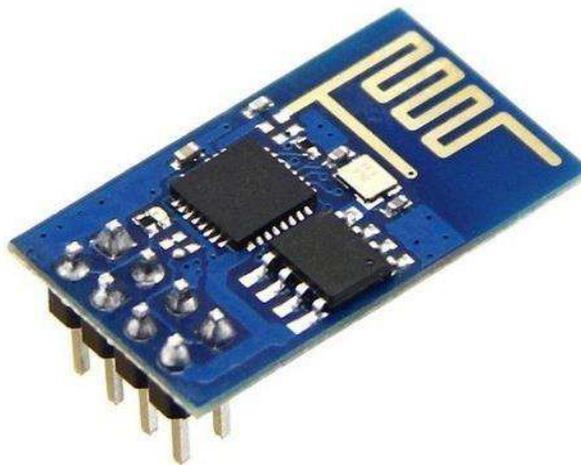
TUG's já para as TUE's não há viabilidade para embutir, pois devido alta corrente utilizada por esses circuitos seria necessário um sistema mais robusto, porém como essas tomadas necessitam de um circuito exclusivo se adiciona um contator que suporte uma corrente mais elevada e se faz a instalação próximo ao quadro de distribuição.

3.1.1 Microcontrolador

O microcontrolador será responsável por receber as publicações do software no qual está rodando o programa, para que isto ocorra é preciso de uma conexão constante com a internet e a mesma precisa ser sem fio, pois o microcontrolador não terá a possibilidade de permitir conexões físicas. Sendo assim com uma conexão estabelecida e através do protocolo MQTT as publicações são recebidas, em seguida atualizada sua GPIO para estado que foi recebido zero ou um.

Para atender essas necessidades foi escolhido um ESP-01 (Figura 9) no qual possui um tamanho muito reduzido, possui conexão sem fio, pinos de GPIO necessários e um ótimo custo benefício.

Figura 9 - ESP-01



Fonte: Eletrogate (2019).

A Figura 10 mostra as especificações do microcontrolador, na qual algumas delas chamam a atenção tais como tensão de alimentação, alcance, temperatura de trabalho e dimensões.

Figura 10 - Especificações técnicas ESP-01

ESPECIFICAÇÕES:	
Modelo	ESP-01
Chip Principal	ESP8266
Tensão de alimentação	3.3V
Potência de saída	+20dBm no modo 802.11b
Alcance	~90 metros
Taxa de dados	250kbps a 2mbit
Suporte à redes	802.11 b/g/n
Consumo em Standby	<1.0mW
Processador	32-bit CPU de baixa potência
Comunicação	Serial (TX/RX)
Comunicação	TCP e UDP
Segurança	OPEN/WEP/WPA_PSK/WPA2_PSK/WPA_WPA2_PSK
Temperatura de trabalho	-40 a 125°C
Dimensões	25x14x3mm
Peso	7g

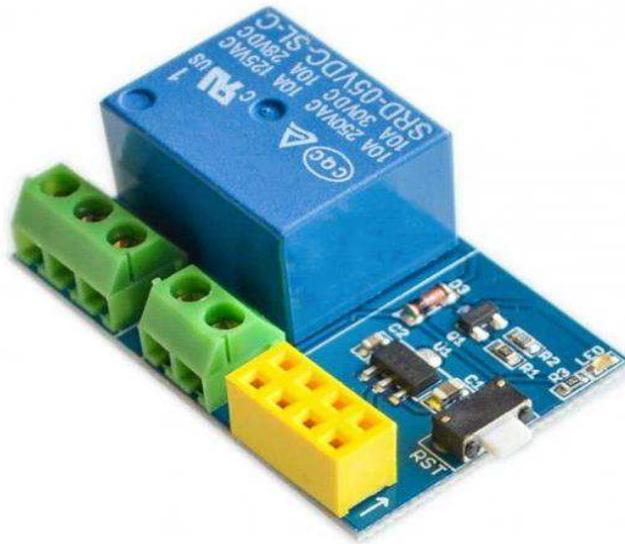
Fonte: Adaptado de Filipe Flop (2019).

3.1.2 Acionamento

Para comandar as tomadas é utilizado um módulo relé (Figura 11), pois o mesmo já possui espaço para acoplar o microcontrolador, além de possuir opto acoplador que servem para proteção do mesmo e também regulador de tensão para garantir alimentação de 3,3V para o microcontrolador, já que o módulo é alimentado com 5V. A bobina do relé está conectada ao pino de GPIO zero do ESP.

É importante salientar que o relé vai estar ligado diretamente somente para tomadas de uso geral pelo fato que a corrente de operação do relé não pode ultrapassar os 10 A, sendo assim para as tomadas de uso específico que solicitam uma maior corrente, o relé vai ser ligado a bobina de um contator e essa sim vai estar ligada a tomada de uso específico.

Figura 11 - Módulo relé



Fonte: Eletrogate (2019).

3.1.2.1 Contator

Como foi citado no item anterior para as TUE's será necessário o incremento de um contator, para esse fim optou pela utilização de um contador de potência auxiliar da TOMZN modelo TOCT1-25 2P 2NO (Figura 12), que possuem uma grande semelhança com a estrutura de um disjuntor DIN. Sendo assim como o intuito é acoplar esse contator juntamente aos disjuntores este modelo se mostrou muito adequado. Este modelo possui uma bobina de 220V, dois contatos normalmente aberto e uma corrente máxima nesses contatos de 25A.

Figura 12 - Contator TOMZN



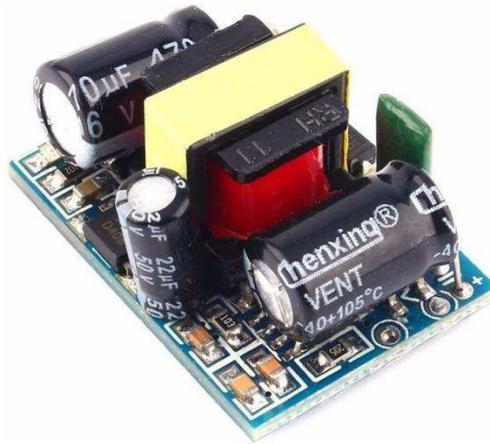
Fonte: Mercado Livre (2019).

3.1.3 Fonte

Como estamos trabalhando com tensões de 110/220V é preciso utilizar uma fonte na qual faça a conversão da tensão AC para os 5 VDC, para que possamos alimentar o módulo.

No item 2.9.1 foi citado que fontes chaveadas conseguem tem um tamanho mais reduzindo e também um rendimento maior em relação as lineares, por isso se fez a escolha por utilizar uma mini fonte chaveada conforme mostra a Figura 13.

Figura 13 - Fonte chaveada



Fonte: Eletrogate (2019).

3.2 PLATAFORMA IBM

Pensando sempre na viabilidade financeira e tamanho final do projeto, fomos buscando soluções alternativas para esse fim, no qual conhecemos a plataforma da IBM, na qual tem seus servidores alocados na nuvem dispensando a utilização de um Hardware a mais no projeto para desempenhar a função de servidor, também dispõem da utilização grátis, com recursos limitados nessa situação, porém atendendo muito bem nossas necessidades, assim evitamos um gasto a mais com outro equipamento e reduzimos o tamanho final do protótipo.

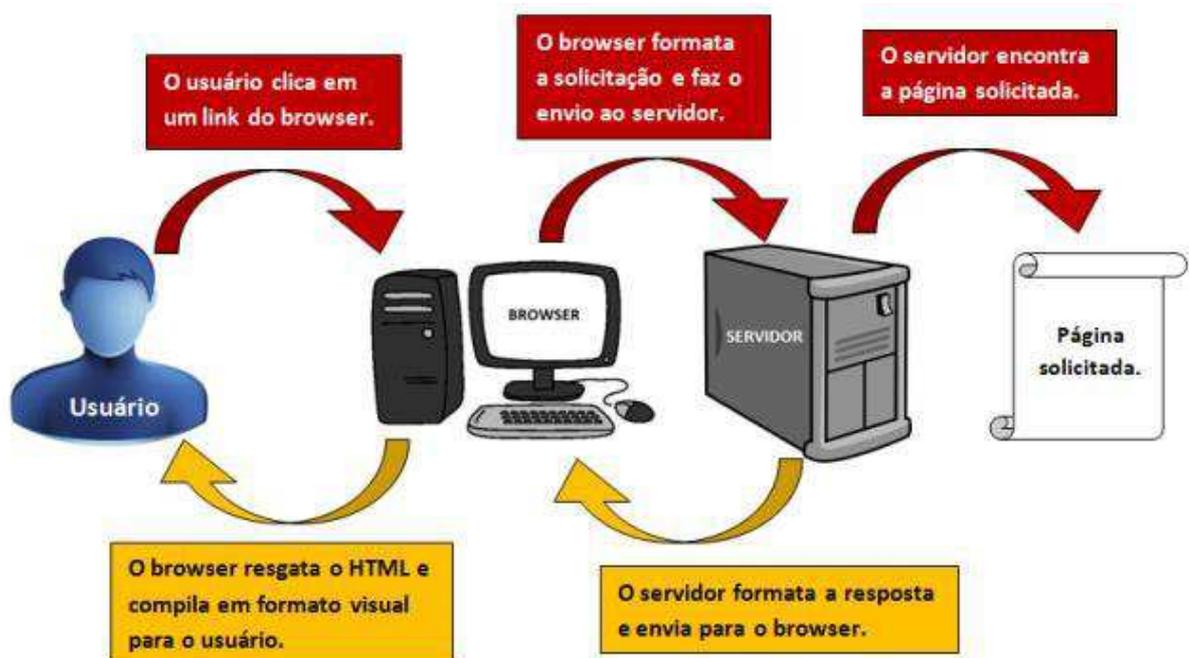
A plataforma vai muito além somente de ser um servidor, pois a mesma fornece vários softwares para aplicação conjunta na nuvem e será através de um desses softwares que realizamos todo o desenvolvimento lógico do projeto, utilizando os serviços fornecidos pelo Node Red.

3.2.1 Servidor Web

O servidor tem como objetivo de servir como intermediário entre o usuário e microcontrolador de modo a possibilitar o acesso ao sistema de qualquer lugar que disponha de conexão com a internet. Desta forma o usuário faz a solicitação de acesso ao servidor que responde

A Figura 13 representa o processo de solicitação e resposta do servidor desde o usuário até a página requerida.

Figura 14 - Processo de solicitação da página web



Fonte: Devmidia (2012).

Inicialmente criamos uma conta na plataforma da IBM para poder ter acesso aos seus recursos, feito isso fomos em busca da página de recursos do IBM Cloud (Figura 15), na qual foi responsável por todo o gerenciamento durante o desenvolvimento, pois através dela, vamos selecionar os serviços, adicionar e remover recursos, dispositivos entre outros.

Figura 15 - Lista de recursos IBM Cloud

Lista de recursos

Reduzir tudo | Expandir todos

Nome	Grupo	Localização	Status	Tags
Dispositivos (0)				
VPC Infrastructure (0)				
Clusters (0)				
Apps do Cloud Foundry (1)				
Serviços do Cloud Foundry (2)				
Serviços (3)				
Armazenamento (0)				
Rede (0)				
Cloud Foundry Enterprise Environments (0)				
Functions Namespaces (0)				

Fonte: IBM Cloud (2019).

O primeiro recurso adicionado foi a plataforma Watson IoT, isso já nos possibilita criar uma conexão, controlar, gerenciar e adicionar dispositivos, desta maneira incluímos os dois microcontroladores que utilizamos para o desenvolvimento do protótipo (Figura 16), ao final desta etapa cada um deles recebe um *token* de autenticação para que futuramente utilizaremos para sua comunicação.

Figura 16 - Dispositivos cadastrados

IBM Watson IoT Platform

Procurar Dispositivos

Todos os dispositivos | Diagnosticar

Esta tabela mostra um resumo de todos os dispositivos incluídos. Ela pode ser filtrada, organizada e procurada com o uso de critérios diferentes. Para iniciar a utilização, é possível incluir dispositivos usando o botão Incluir dispositivo ou usando a API.

ID de dispositivo	Status	Tipo de dispositivo	ID de classe	Data de inclusão	Localização descritiva	Incluído por	Classe de dispositivo
001	Desconectado	ESP-01	Dispositivo	10 de Out de 2019 às 16:08		humberto_furini@hotmail.com	
002	Desconectado	ESP-02	Dispositivo	10 de Out de 2019 às 16:10		humberto_furini@hotmail.com	

Itens por Página 50 | 1-2 de 2 itens

1 de 1 páginas

Fonte: IBM Cloud (2019).

Ainda se beneficiando dessa plataforma, solicitamos que o sistema nos gere uma chave de API, que também será usada futuramente para que consigamos realizar todas as comunicações necessárias com segurança

3.2.2 Node Red

Este software é desenvolvido pela própria IBM é peça fundamental deste projeto, pois é através dele que foi desenvolvida a parte de programação de acionamento, criação da página web e seu respectivo layout, segurança de acesso e a utilização do banco de dados.

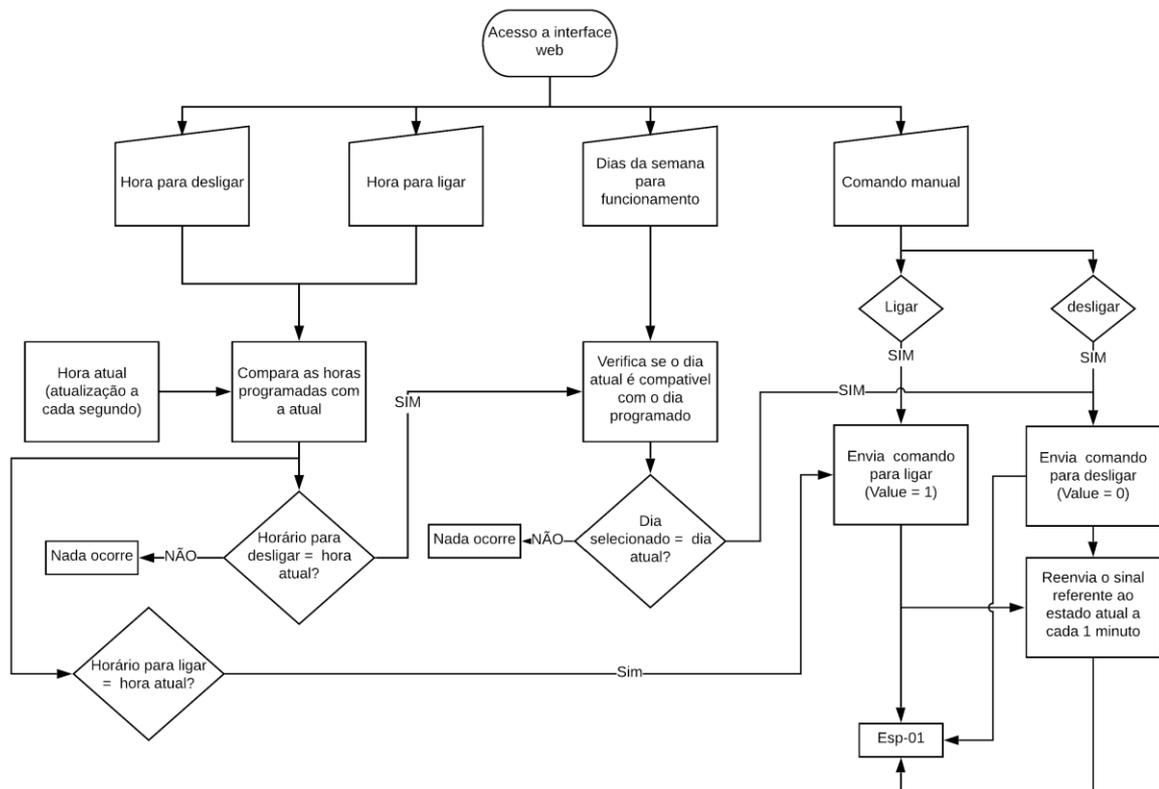
A ferramenta traz uma forma muito didática de trabalho, na qual não necessita milhares de linhas de códigos para desenvolver uma aplicação, a forma de trabalho se faz pela criação de um fluxograma, na qual vamos elaborando os códigos aos poucos, cada um em seus respectivos blocos, em seguida interligado e os conectando, conforme nossas necessidades e aplicações, é possível observar o fluxograma completo do projeto no Apêndice A.

Após agregarmos este recurso ao projeto já é disponibilizado pela plataforma, um link, no qual este irá permitir o acesso via internet a página web, de qualquer lugar que o usuário estiver.

3.2.2.1 Programação de acionamento

Esta etapa do código tem como função receber, tratar e tomar decisões conforme é mostrado no fluxograma da Figura 17 referente as informações de hora e dias da semana em que o sistema deve atuar, na qual o usuário irá selecionar os mesmos remotamente na interface, sendo assim o sistema a cada um segundo atualiza o sistema, no momento que ocorrer alguma igualdade na comparação das informações das horas é enviado ao um outro bloco para que ocorra a verificação se o presente dia foi posteriormente selecionado, assim todas as comparações estando aprovadas o sistema envia o sinal para as chaves de acionamento manuais, para que as mesma estejam sempre em sincronia com o sistema e em seguida encaminha para o bloco que é responsável pela comunicação com o microcontrolador. Neste bloco final é o qual incluímos os dados que registramos no item 3.2.1, dados esses que permitem uma comunicação segura entre software e aplicação. Os códigos referentes a está etapa do processo pode ser visualizado nos Apêndices de B e C

Figura 17 - Fluxograma de acionamentos



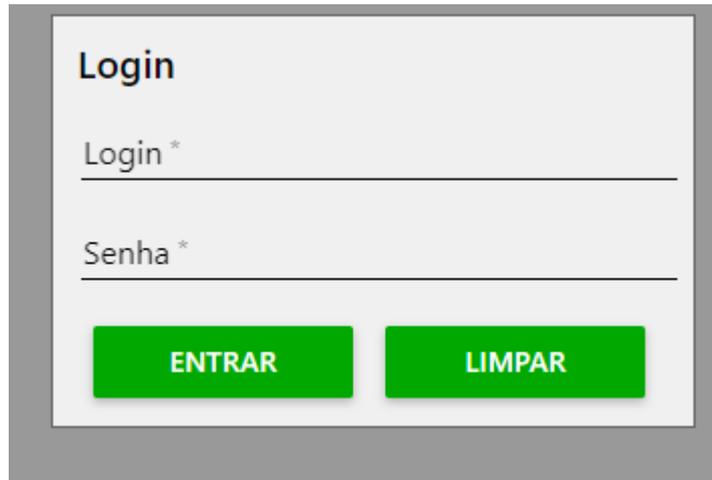
Fonte: O Autor (2019).

3.2.2.2 Página web

Parte responsável pela interação com o usuário, definimos por fazer a utilização de três telas, a inicial (Figura 18) onde o usuário irá obter a permissão de acesso utilizando seu login e senha, sendo esse aprovado pelo sistema, somos encaminhados para a tela principal (Figura 19), na qual permitirá observar os horários e dias da semana que foram selecionados, alterá-los conforme a necessidade e também permite visualizar o estado atual em que a tomada se encontra e alterar manualmente.

Por fim temos a tela de configurações (Figura 20), através delas podemos alterar tanto usuário como a senha de acesso além da possibilidade de renomear os pontos de tomadas que estamos controlando.

Figura 18 - Tela de Login



Login

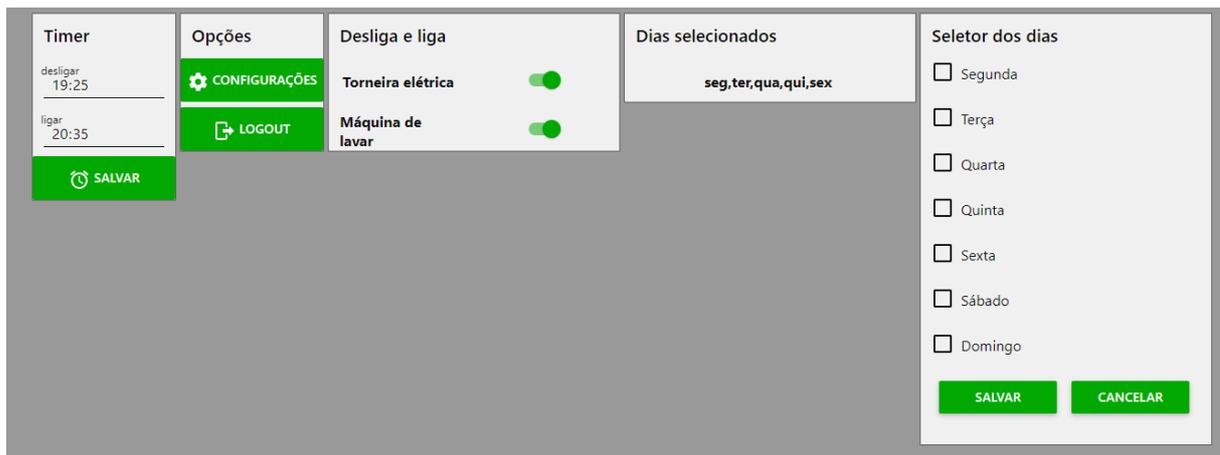
Login *

Senha *

ENTRAR **LIMPAR**

Fonte: O Autor (2019).

Figura 19 - Tela principal



Timer

desligar 19:25

ligar 20:35

SALVAR

Opções

CONFIGURAÇÕES

LOGOUT

Desliga e liga

Torneira elétrica

Máquina de lavar

Dias selecionados

seg,ter,qua,qui,sex

Seletor dos dias

Segunda

Terça

Quarta

Quinta

Sexta

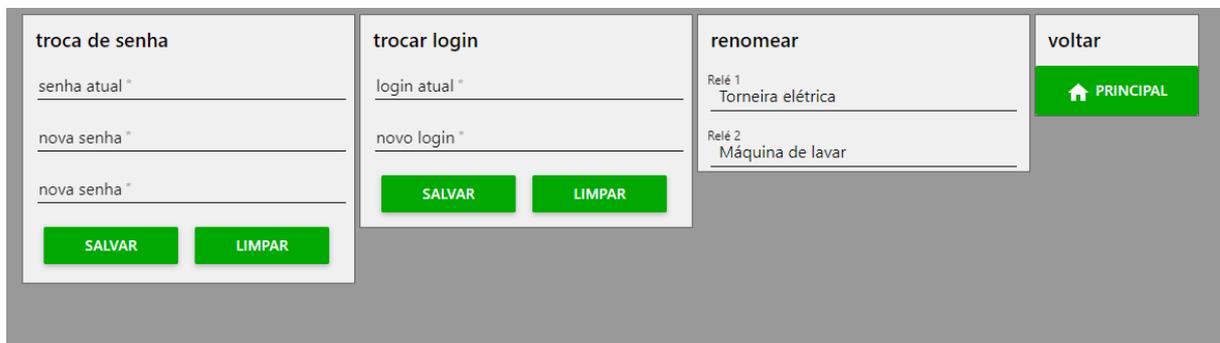
Sábado

Domingo

SALVAR **CANCELAR**

Fonte: O Autor (2019).

Figura 20 - Tela de configurações



troca de senha

senha atual *

nova senha *

nova senha *

SALVAR **LIMPAR**

trocar login

login atual *

novo login *

SALVAR **LIMPAR**

renomear

Relé 1

Torneira elétrica

Relé 2

Máquina de lavar

voltar

PRINCIPAL

Fonte: O Autor (2019).

3.2.2.3 Banco de dados

A opção pela adição do banco de dados no desenvolvimento do projeto se fez, pois, observou-se após alguns testes que cada vez em que fosse realizada alguma alteração no código do programa e desta maneira deveria ser compilado, todas suas variáveis se perdiam, sendo assim foi pensando em um modelo no qual todas as variáveis do sistema quando alteradas atualizem seus valores no banco de dados sem necessidade alguma de um comando manual, da mesma maneira em que elas se carregam sempre em que o sistema for iniciado ou atualizado, sendo assim o sistema acaba se tornando mais confiável. Sendo que a própria plataforma já disponibiliza essa ferramenta, não sendo necessário a utilização de um banco de dados externa a plataforma.

3.2.2.4 Segurança

Uma parte pensada do projeto para que o usuário tenha privacidade de acesso a sua aplicação, pois se não houver uma tela de login, qualquer pessoa que tenha o link, pode entrar manipular e alterar as definições pré-estabelecidas. Sendo assim incluímos essa etapa em nosso projeto, possibilitando também a troca de usuário e senha, os códigos podem ser analisados no Apêndices D e E.

3.3 FIRMWARE ESP-01

Código este que está alocado no microcontrolador ESP-01 e pode ser visto no Apêndice F, tem como funções permitir a conexão com a rede wireless, comunicação com o servidor e com o software Node Red para receber os comandos de ligar ou desligar o sistema. Para que fosse possível desempenhar tais tarefas se fez necessário algumas configurações e adições de bibliotecas no software do Arduino, software este que foi utilizado para desenvolvimento do código e gravar no microcontrolador.

3.3.1 Wifi Manager

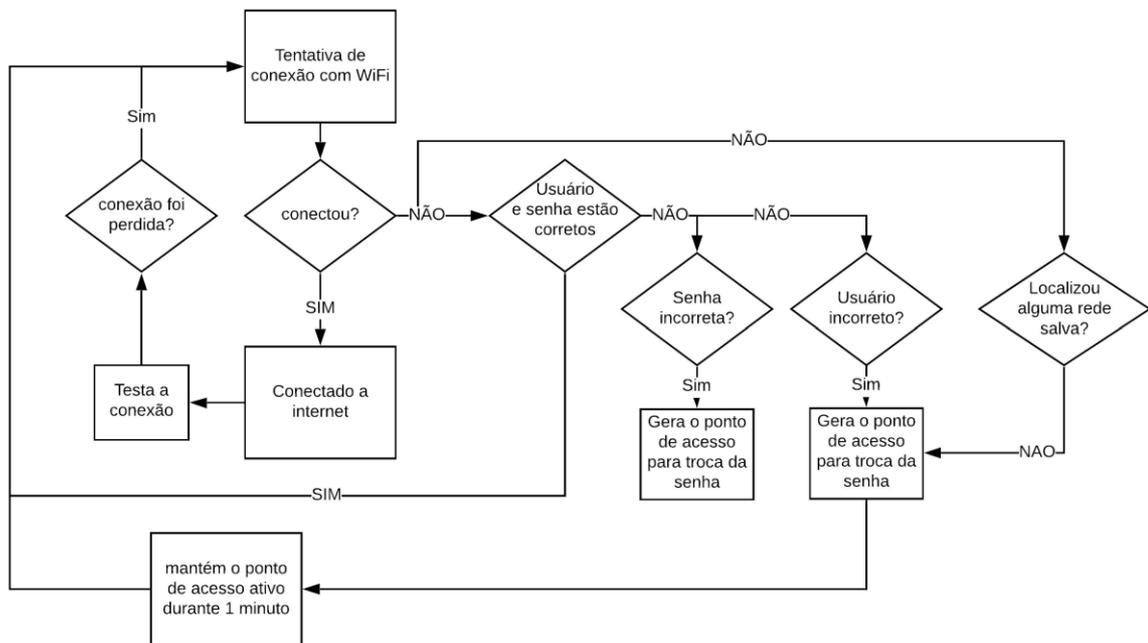
Além de todas as bibliotecas fundamentais para que o código seja compilado, utilizamos também, o Wifi Manager, no qual nos permitiu maior possibilidade de gerenciamento em relação as redes Wifi. Não sendo necessário deixar uma rede cadastrada no código, sendo assim se trocarmos a senha seria necessário remover o ESP do seu módulo para atualizar os dados e regravar, para assim permitir que se conecte novamente a internet.

Esta biblioteca possui um ponto de acesso, que pode ser gerado quando não possuir nenhuma rede cadastrada ou houver alguma falha na conexão, esse ponto de acesso busca todas

as redes disponíveis da mesma forma como é feito com notebook e celulares, escolhemos a rede que desejamos utilizar em seguida colocamos a senha e salvamos, automaticamente o ponto de acesso se encerra e o ESP se conecta a internet.

Assim dentro do código foi desenvolvido um método de reconexão, no qual o sistema consegue identificar o problema e atuar da forma correta para sua solução, como podemos ser visto no fluxograma da Figura 21.

Figura 21 - Fluxograma de reconexão com a internet



Fonte: O Autor (2019).

3.4 APLICATIVO

O aplicativo foi uma ferramenta incluída para facilitar o acesso ao sistema, dispensando que o usuário tenha que abrir um navegador de internet para posteriormente inserir o link e só assim consiga chegar até o destino final que é a página.

Aproveitamos que a página já está totalmente criada e desenvolvida e fizemos uso de um software no qual tem como função adequar essas páginas criando um aplicativo para a plataforma do Android.

Desta maneira possibilitamos uma forma de acesso muito mais prática e rápida, pois munido de um celular somente com um toque já estamos na tela de login do sistema. Vale ressaltar que o aplicativo não foi desenvolvido especificadamente para essa aplicação, e sim

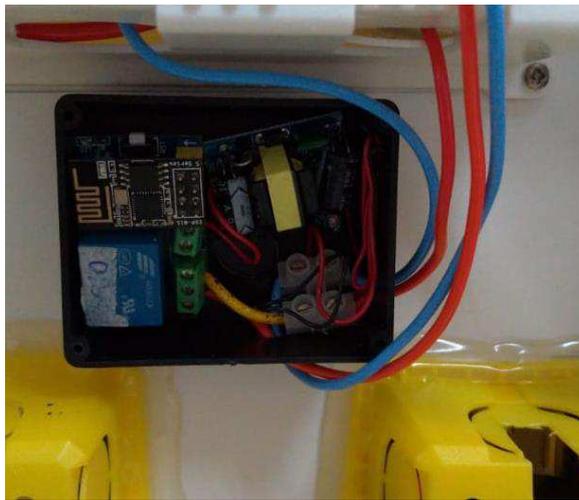
somente é uma possibilidade criada para permitir um acesso mais prático, desta forma o mesmo não vai gerar notificações de alertas como é característica comum de aplicativo

3.5 CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

Para a construção do protótipo optamos por tentar buscar a maior semelhança possível com aplicação final, desta forma construímos uma caixa na qual alocamos um quadro de distribuição e duas tomadas, uma para cada aplicação TUG e TUE.

Assim foi instalado dois cases, dentro deles estão colocados a fonte juntamente com o módulo e o microcontrolador que está instalada fora da caixa da tomada, simulando a tomada de uso específico (Figura 22), o outro case representa a tomada de uso geral, sendo assim sua instalação se faz necessário dentro da caixa da tomada que pode ser visto na Figura 23.

Figura 22 - Case TUE



Fonte: O autor (2019).

Figura 23 - Case TUG



Fonte: O autor (2019).

Por fim temos o quadro de distribuição no qual está instalado dois disjuntores e o contator utilizado na tomada de uso específico conforme mostra a Figura 24. Sendo assim temos nosso protótipo completamente montando como demonstra a Figura 25.

Figura 24 - Quadro de distribuição



Fonte: O autor (2019).

Figura 25 - Montagem final



Fonte: O autor (2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

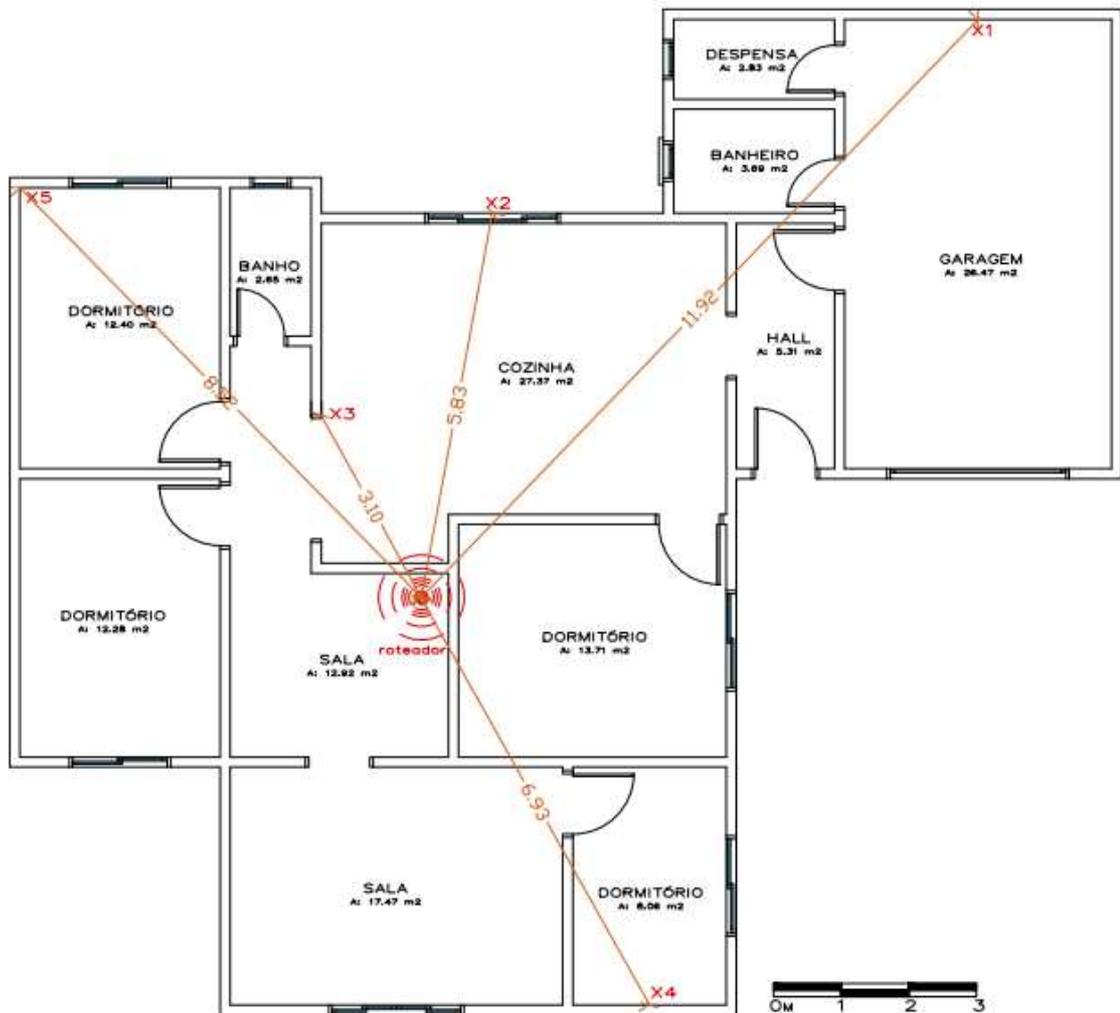
Os testes realizados têm como objetivo aproximar ao máximo o comportamento de uma aplicação final, assim podemos saber como realmente o sistema irá se comportar.

4.1 ALCANCE DO SINAL WIFI

Após a montagem final foi realizado uma verificação de qualidade do sinal captado pelo ESP, possuímos um roteador de internet sem fio que está localizado praticamente no centro da residência, baseado nisso buscamos os pontos mais extremos e distante em relação ao roteador para medir a intensidade do sinal devido a paredes e possíveis interferências.

A Figura 26 mostra a planta da casa em questão com as respectivas posições na qual foi realizado os testes do sinal.

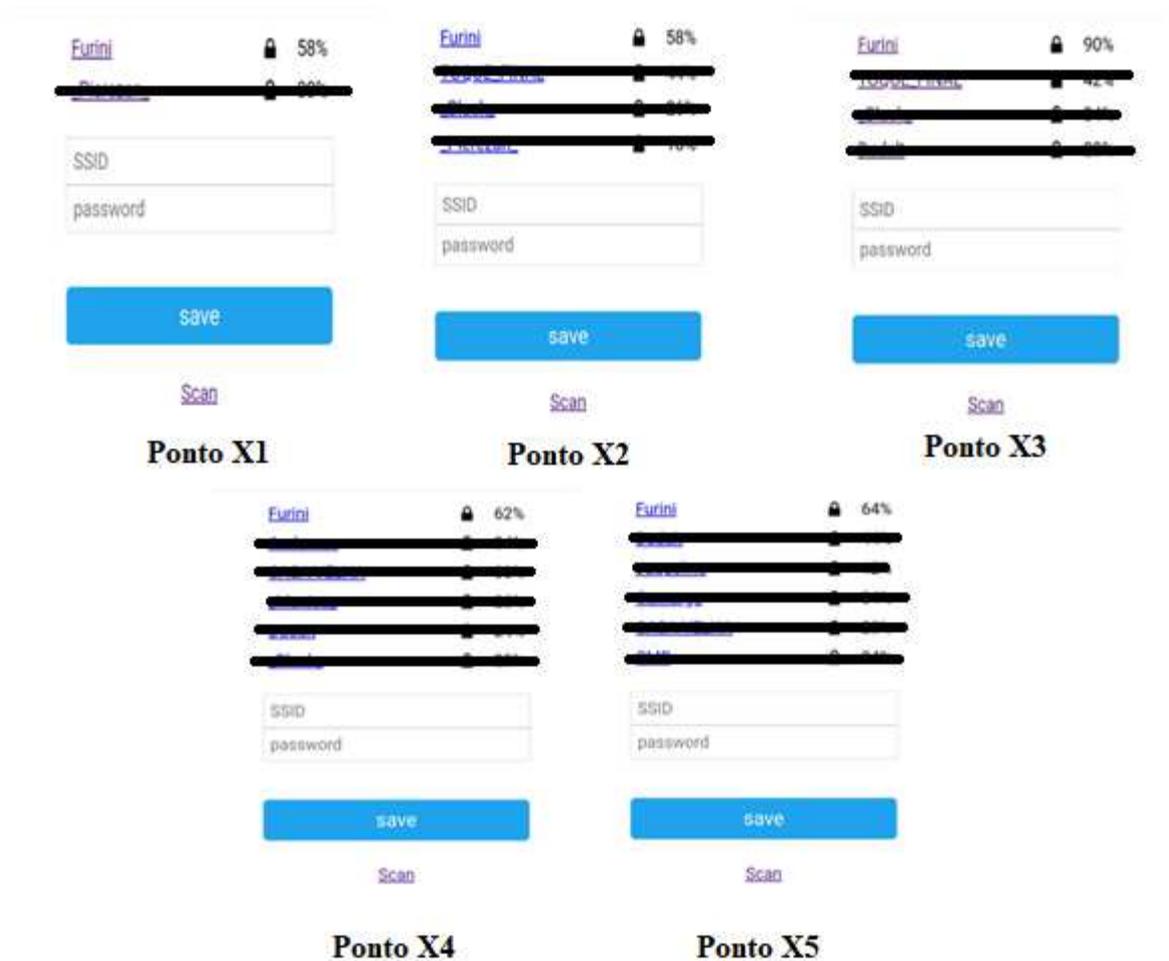
Figura 26 - Planta baixa da residência



Fonte: O autor (2019).

Sendo assim podemos analisar na Figura 27 que os resultados foram satisfatórios pois, em nenhum dos cinco lugares testados a qualidade do sinal foi inferior a 50%, desta forma temos um sinal de qualidade distribuído por toda a casa.

Figura 27 - Qualidade do sinal



Fonte: O autor (2019).

4.2 AQUECIMENTO

Uma grande preocupação que tínhamos em relação ao projeto seria referente ao aquecimento dos componentes utilizados pelo fato de serem alocados dentro de um local extremamente fechado e pequeno especialmente as tomadas de uso geral, porém nos testes realizados foi colocada uma carga que consumiu aproximadamente 5A durante vinte minutos e no final não foi detectado nenhum aquecimento excessivo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer do presente trabalho, foram realizadas evoluções nos conceitos do projeto, nas quais foram baseadas nos apontamentos feitos pela banca avaliadora, apontamentos esses que foram de extrema importância, pois possibilitou a expansão da ideia inicial do projeto, assim conseguimos um resultado final muito mais satisfatório, no qual toda comunicação é sem fio, facilitando muito para que o sistema seja instalado. Para chegar ao resultado final foram realizados vários ajustes nos códigos principais do projeto. Desta maneira os objetivos do trabalho foram alcançados, na qual foi apresentado uma solução de baixo custo, tamanho muito reduzindo, no qual está demonstrado na construção do protótipo.

REFERÊNCIAS

- ALDRICH, F.K. **Smart Homes: Past, Present and Future**. [S.l.]: Virtual Books, 2019. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/1-85233-854-7_2 Acesso em: 11 maio 2019.
- ANEEL. **Tarifa branca é nova opção para os consumidores a partir de 2018**. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/tarifa-branca-e-nova-opcao-para-os-consumidores-a-partir-de-2018/656877?inheritRedirect=false. Acesso em: 13 maio 2019.
- ANEEL. **Tarifa Branca**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/tarifa-branca> Acesso em: 13 maio 2019.
- ATHOS ELECTRONICS. **Relé – O que é e como funciona?** Disponível em: <https://athoselectronics.com/rele/> Acesso em: 14 maio 2019.
- BENFICA, Alex. **Contator, o que é? Para que serve?** Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-contator-o-que-e-para-que-serve/> Acesso em: 03 novembro 2019
- CABRAL, Leonardo. **Introdução sobre Fontes de Alimentação**. Disponível em: <http://nerdeletrico.blogspot.com/2012/02/introducao-sobre-fontes-de-alimentacao.html> Acesso em: 09 novembro 2019.
- CEBRA. **Qual a diferença entre Fontes Chaveadas x Fontes Lineares?** Disponível em: <http://www.cebra.com.br/fontes-chaveadas-fontes-lineares/> Acesso em: 03 novembro 2019
- COZZO, Reinaldo. **Relés eletromecânicos e de estado sólido**. Disponível em: <https://www.osetoreletrico.com.br/reles-eletromecanicos-e-de-estado-solido/> Acesso em: 14 maio 2019.
- DANOVA, Tony. **THE CONNECTED-HOME REPORT: Forecasts and growth trends for one of the top 'Internet of Things' markets**. Disponível em: <https://www.businessinsider.com/connected-home-forecasts-and-growth-2014-9>. Acesso em: 05 novembro 2019.
- DUARTE, Felipe. **Contatores: o que são e para que servem**. Disponível em: <https://www.bluelux.com.br/contatores-o-que-sao-e-para-que-servem/> Acesso em: 03 novembro 2019
- FERREIRA, J.A.S. **Como Funciona um Servidor Web**. Disponível em: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/informatica/como-funciona-um-servidor-web/17165>. Acesso em: 06 novembro 2019.
- FORESTI, H.B. **Microcontroladores**. Disponível em: <http://www.roboliv.re/conteudo/microcontroladores>. Acesso em: 18 maio 2019.

GALLOTTI, Giocondo Marino Antonio. **Arquitetura de software**. São Paulo: Pearson Education do Brasil Ltda, 2016.

GIMENEZ, Salvador Pinillos. **Microcontroladores 8051: Teoria do hardware e do software/ Aplicações em controle digital/ Laboratório e simulação**. São Paulo: Pearson Education do Brasil Ltda, 2002.

GOGONI, Ronaldo. **O que é hardware?** Disponível em: <https://tecnoblog.net/311761/o-que-e-hardware/> Acesso em: 01 novembro 2019.

KERSCHBAUMER, Ricardo. **Microcontroladores**. Disponível em: <http://professor.luzerna.ifc.edu.br/ricardo-kerschbaumer/wp-content/uploads/sites/43/2018/02/Apostila-Microcontroladores.pdf> Acesso em: 14 maio 2019.

LIMA, A.M.T; Wagner, L. **Smart house e gerenciamento pelo lado da demanda: estudo e avaliação do impacto no sistema elétrico da região de Curitiba**, UFP, 2017.

LINUXANDO. **Servidores Web**. Disponível em: https://www.linuxando.com/tutorial.php?t=Servidores%20Web_16 Acesso em: 14 maio 2019.

MILHORIM, Diovano. **Fontes de alimentação**. Disponível em: <http://www.professordiovani.com.br/hardware/fontes.doc> Acesso em: 09 novembro 2019.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **TARIFA DE ENERGIA ELÉTRICA**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/5-tarifa-de-energia-eletrica>. Acesso em: 13 maio 2019.

MONTEIRO, B. M. F. B. **Interfaces para Acesso Remoto a Sistemas Domóticos. 2010**. 91 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Informática e de Computadores, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2010.

MURATORI, J.R.; Bo, P.H.D. **Automação residencial: Histórico, definições e conceitos. O setor elétrico**, v. 62, n. 2. p. 70-77, 2011.

POZZEBOM, Rafaela. **O que são sistemas embarcados?** Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/post/13538-o-que-sao-sistemas-embarcados> Acesso em: 14 maio 2019.

PACIEVITCH, Yuri,. **Hardware** Disponível em: <https://www.infoescola.com/informatica/hardware/> Acesso em: 01 novembro 2019.

SANCHEZ, J.L.L. **IoT–MQTT e REST, os protocolos utilizados no mundo IoT**. Disponível em: <https://www.deal.com.br/blog/iot-mqtt-e-rest-os-protocolos-utilizados-no-mundo-iot/>. Acesso em: 06 novembro 2019.

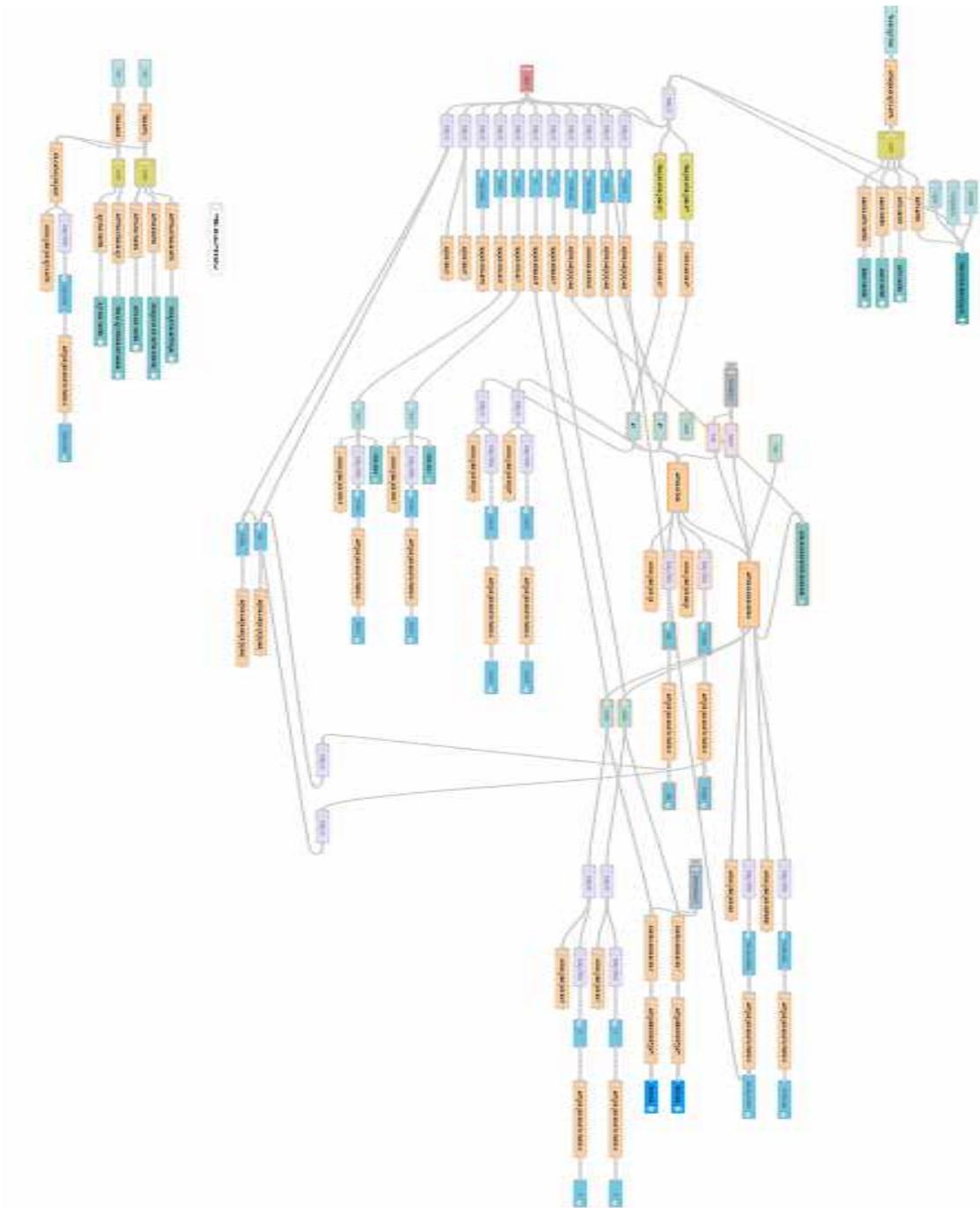
SILVA, Diego. **Desenvolvimento para dispositivos móveis**. São Paulo: Pearson Education do Brasil Ltda, 2016.

SOLSTÍCIO ENERGIA. **TARIFA DE ENERGIA: OS DIFERENTES GRUPOS TARIFÁRIOS.** Disponível em: <https://www.solsticioenergia.com/2016/08/16/grupos-tarifarios/#>. Acesso em: 13 maio 2019.

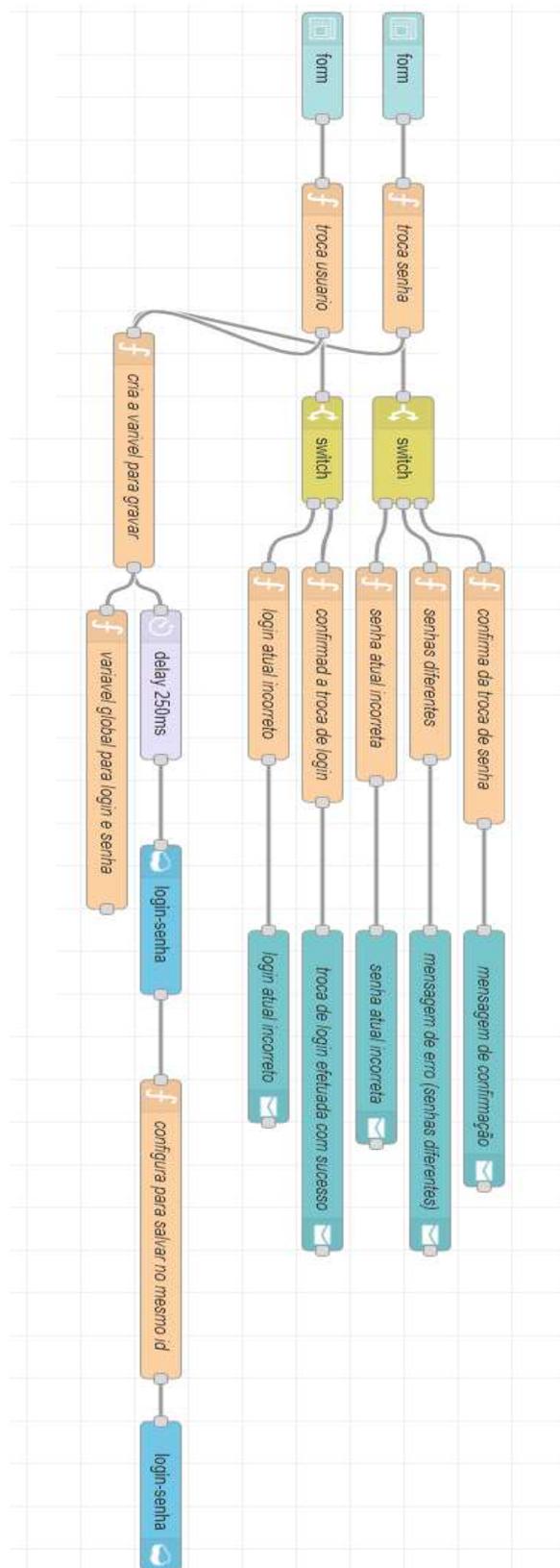
THIAGO. **Servidor Web.** Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/como-funcionam-as-aplicacoes-web/25888> Acesso em: 18 maio 2019.

YUAN, Michael. **Conhecendo o MQTT.** Disponível em: <https://www.ibm.com/developerworks/br/library/iot-mqtt-why-good-for-iot/index.html>. Acesso em: 06 novembro 2019.

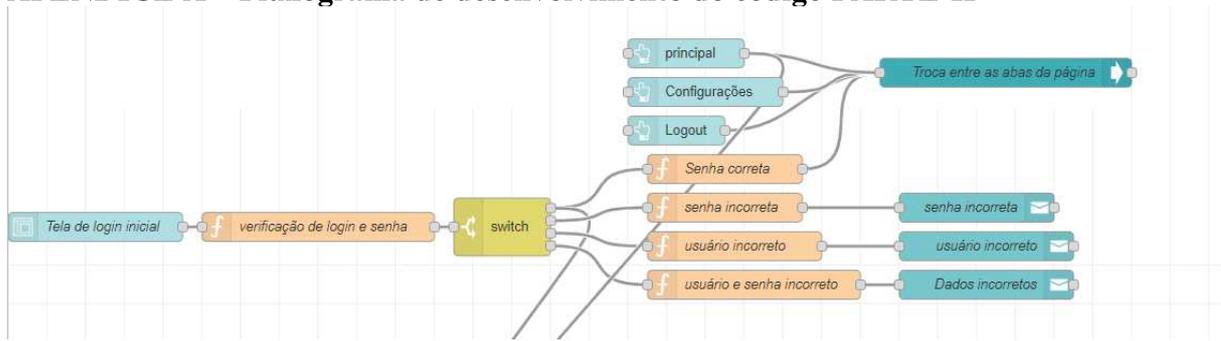
APÊNDICE A – Fluxograma de desenvolvimento do código completo



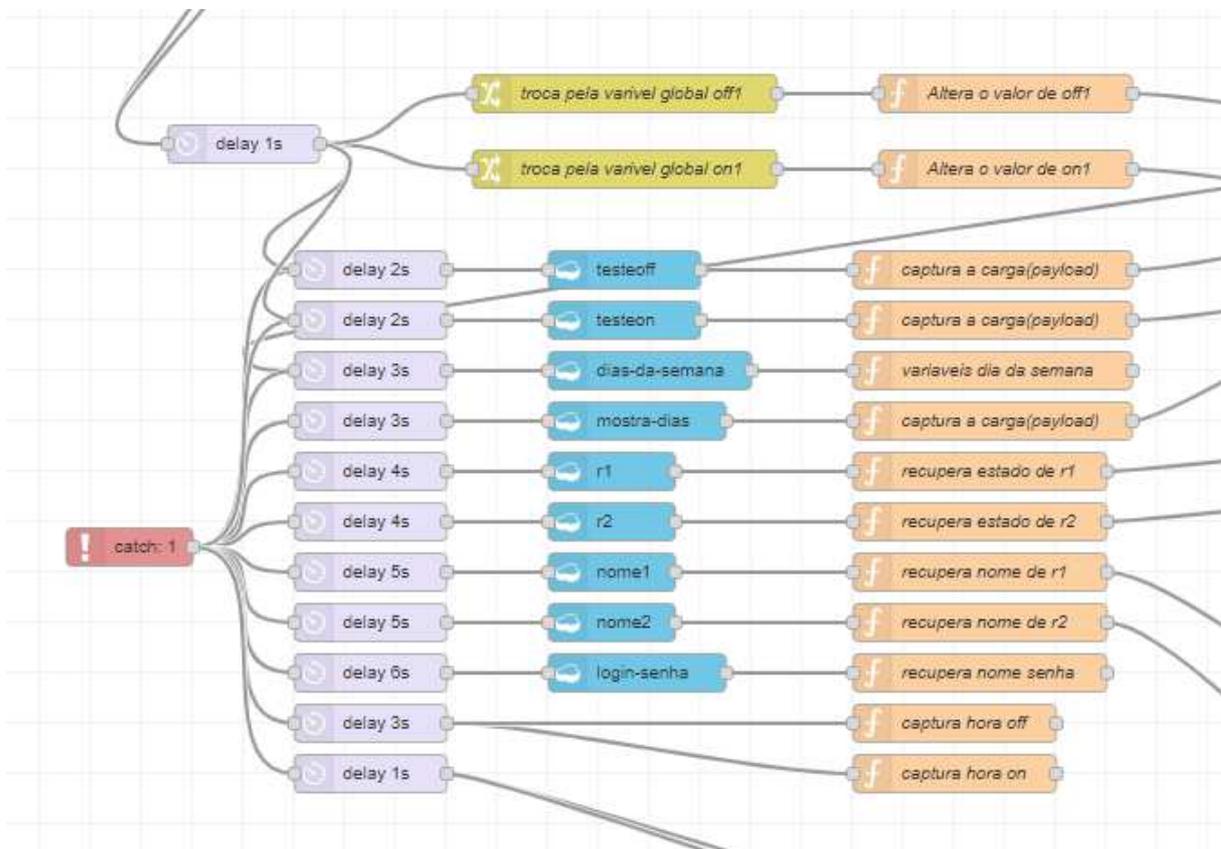
APÊNDICE A – Fluxograma de desenvolvimento do código PARTE-I



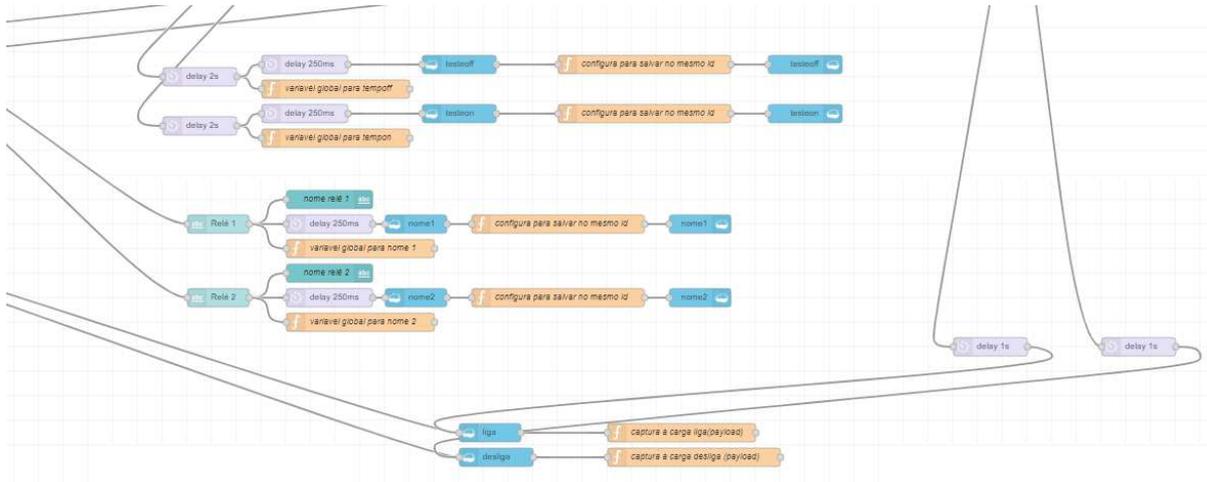
APÊNDICE A – Fluxograma de desenvolvimento do código PARTE-II



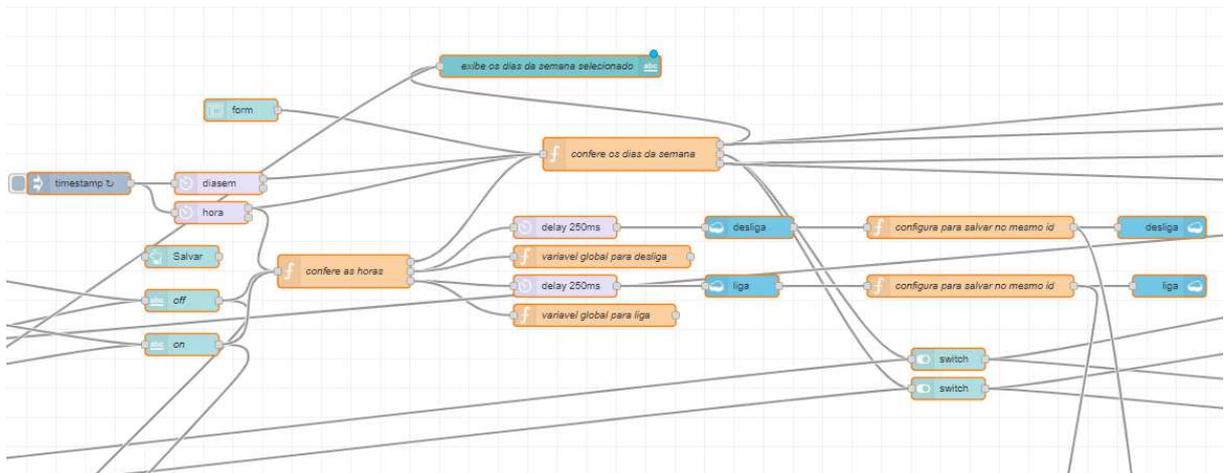
APÊNDICE A – Fluxograma de desenvolvimento do código PARTE-III



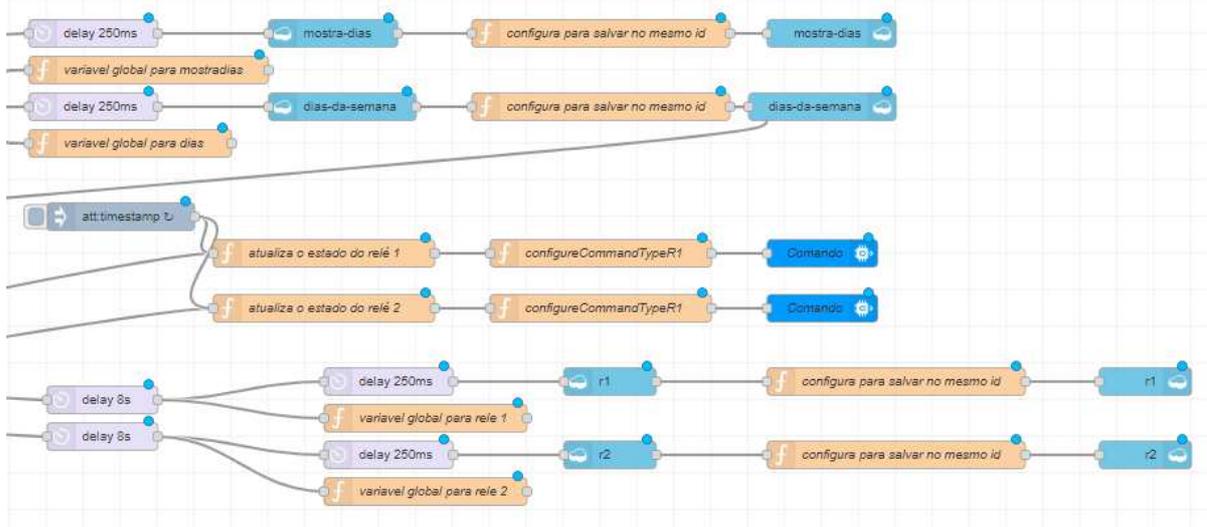
APÊNDICE A – Fluxograma de desenvolvimento do código PARTE-IV



APÊNDICE A – Fluxograma de desenvolvimento do código PARTE-V



APÊNDICE A – Fluxograma de desenvolvimento do código PARTE-VI



APÊNDICE B – Código responsável comparar os horários de desligar e ligar com o horário atual

Variáveis Globais

```
var horaoff = global.get("horaoff")
var minoff = global.get("minoff")
var horaon = global.get("horaon")
var minon = global.get("minon")
```

Recebe hora de desligar em milissegundos e converte para horas e minutos

```
if(msg.topic == 'off')
{
  milioff = msg.payload
  horaoff = Math.floor(milioff/3600000)
  global.set('horaoff',horaoff);
  minoff = Math.floor(milioff/60000) % 60
  global.set('minoff',minoff);
  if(horaoff<10)
  {
    horaoff='0'+horaoff;
    global.set('horaoff',horaoff);
  }
  if(minoff<10)
  {
    minoff='0'+minoff;
    global.set('minoff',minoff);
  }
  desliga=
  {
    payload:{
      'hora': horaoff,
      'min': minoff}}
  return [null,desliga,null];
}
```

Recebe hora de liga em milissegundos e converte para horas e minutos

```
if(msg.topic == 'on')
```

```

{milion = msg.payload
horaon = Math.floor(milion/3600000)
global.set('horaon',horaon);
minon = Math.floor(milion/60000) % 60
global.set('minon',minon);
if(horaon<10)
{horaon='0'+horaon;
global.set('horaon',horaon);
}
if(minon<10)
{minon='0'+minon;
global.set('minon',minon);
}
liga=
  {payload:{
    'hora': horaon,
    'min': minon}}

return [null,null,liga];

}

if(msg.topic == 'hora')
{
hatual = msg.payload
testeon=horaon+':'+minon+':'+00'
testeoff=horaoff+':'+minoff+':'+00'

atual=
  {payload:{
    'off': testeoff,
    'on': testeon,
    'atual': hatual
  }}
}

```

Compara a hora atual do sistema com os horários programados para desligar e ligar

```

if(hatual==testeoff)
{
    msg.payload = 'desliga'
    return msg;
}
if(hatual==testeon)
{
    msg.payload = 'liga'
    return msg;
}
return;

}

```

APÊNDICE C – Código responsável comparar os dias da semana selecionados com o dia atual

Variáveis Globais

```

var seg = global.get("seg")
var ter = global.get("ter")
var qua = global.get("qua")
var qui = global.get("qui")
var sex = global.get("sex")
var sab = global.get("sab")
var dom = global.get("dom")

```

Cria um String com os dias selecionados

```

if(msg.topic === 'selecao')
{var i=0;
var dias = [];
if(msg.payload.seg === true)
{seg = '1'

```

```
dias[i] = 'seg';  
i++;  
}  
else  
{seg = '0'}
```

```
if(msg.payload.ter === true)  
{ter = '1'  
dias[i] = 'ter';  
i++;  
}  
else  
{ter = '0'}
```

```
if(msg.payload.qua === true)  
{qua = '1'  
dias[i] = 'qua';  
i++;  
}  
else  
{qua = '0'}
```

```
if(msg.payload.qui === true)  
{qui = '1'  
dias[i] = 'qui';  
i++;  
}  
else  
{qui = '0'}
```

```
if(msg.payload.sex === true)  
{sex = '1'  
dias[i] = 'sex';  
i++;
```

```
}  
else  
{sex = '0'}  
  
if(msg.payload.sab === true)  
{sab = '1'  
dias[i] = 'sáb';  
i++;  
}  
else  
{sab = '0'}  
  
if(msg.payload.dom === true)  
{dom = '1'  
dias[i] = 'dom';  
i++;  
}  
else  
{dom = '0'}  
  
salvadias =  
{payload:{  
  'seg': seg,  
  'ter': ter,  
  'qua': qua,  
  'qui': qui,  
  'sex': sex,  
  'sab': sab,  
  'dom': dom  
}  
}
```

```

if(seg=== '0' && ter=== '0' && qua=== '0' && qui=== '0' && sex=== '0' && sab=== '0' && dom
=== '0')
{msg.payload = "Nenhum dia selecionado"}
return [msg,null,salvadias];}
else
{var x = dias.toString();
msg.payload = x;
return [msg,null,salvadias];
}}

```

Verifica se o sistema pode atuar em relação ao dia da semana programado

```

if(msg.topic === 'diasem')

{ ds = msg.payload
}

if( msg.payload == 'desliga')
{
  if(ds == '1')
  {if(seg=='1')
    {msg.payload = {'value':0}
    return [null,msg];}
  }
  if(ds == '2')
  {if(ter=='1')
    {msg.payload = {'value':0}
    return [null,msg];}
  }
  if(ds == '3')
  {if(qua=='1')
    {msg.payload = {'value':0}
    return [null,msg];}
  }
}

```

```

if(ds == '4')
  {if(qui=='1')
    {msg.payload = {'value':0}
    return [null,msg];}
  }
if(ds == '5')
  {if(sex=='1')
    {msg.payload = {'value':0}
    return [null,msg];}
  }
if(ds == '6')
  {if(sab=='1')
    {msg.payload = {'value':0}
    return [null,msg];}
  }
if(ds == '0')
  {if(dom=='1')
    {msg.payload = {'value':0}
    return [null,msg];}
  }
}

if( msg.payload =='liga')
{
  msg.payload = {'value':1}
  return [null,msg];}

```

APÊNDICE D – Código para troca de senha

```

var login = global.get("login")
var senha = global.get("senha")

```

```

if(msg.payload.senhaatual == senha)
  {if(msg.payload.novasenha == msg.payload.repetsenha)
  {
  global.set('senha',msg.payload.novasenha);
  msg.payload = "0"

  return msg;
  }}

```

```

if(msg.payload.novasenha != msg.payload.repetsenha)
  { msg.payload = "1"
  return msg;}
else{
  msg.payload = "2"
  return msg;
}

```

APÊNDICE E – Código para troca de usuário

```

var login = global.get("login")
var senha = global.get("senha")

if(msg.payload.loginatual == login)
  {
  global.set('login',msg.payload.novologin);
  msg.payload = "0"

  return msg;
}

else{
  msg.payload = "1"
  return msg;
}

```

APÊNDICE F – Firmware ESP-01

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <DNSServer.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <WiFiManager.h>

// Altere estes dados pelos obtidos ao cadastrar o novo dispositivo no Watson Iot
const String ORG = "7vowcm";
const String DEVICE_TYPE = "ESP-02";
const String DEVICE_ID = "002";
#define DEVICE_TOKEN "96FAQlb+NyWJn1E1V5"

// Pinos dos Relés
#define pinRele1 0
#define pinLED 2 //LED para mostrar conexão

const String CLIENT_ID = "d:" + ORG + ":" + DEVICE_TYPE + ":" + DEVICE_ID;
const String MQTT_SERVER = ORG + ".messaging.internetofthings.ibmcloud.com";

#define COMMAND_TOPIC_R1 "iot-2/cmd/commandR2/fmt/json"
WiFiClient wifiClient;
PubSubClient client(MQTT_SERVER.c_str(), 1883, wifiClient);
int i=110;

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  pinMode(pinRele1, OUTPUT);

```

```

pinMode(pinLED, OUTPUT);

digitalWrite(pinLED, HIGH); //ativo baixo

WiFiManager wifiManager; //inicialização
// wifiManager.startConfigPortal("teste-esp");
wifiManager.setAPCallback(configModeCallback);
wifiManager.setSaveConfigCallback(saveConfigCallback);
//wifiManager.resetSettings();
//wifiManager.autoConnect("esp-02");
//Serial.println("pre");
//delay(4000);
int j;
for(j=0;j<=15;j++){
connectMQTTServer();
Serial.println(j);
delay(500);
}
//Serial.println("to tentandndo");

}
void loop()
{
Serial.println("AQUI");
client.loop();
delay(500);
i++;
Serial.println(i);
if(i==120){
i=0;
Serial.println("entrei no if");
while(!client.connected())
{ Serial.println("entrei no if no while");
connectMQTTServer();

```

```

    reconexao();
    //connectMQTTServer();
    delay(1000);}
}
// Serial.println("revisa conexão");
// connectMQTTServer();
}

```

//Função responsável pela conexão ao servidor MQTT

```

void connectMQTTServer() {
    Serial.println("Conectando ao servidor MQTT...");

    if (client.connect(CLIENT_ID.c_str(), "use-token-auth", DEVICE_TOKEN)) {
        Serial.println("Conectado ao Broker MQTT...");
        client.setCallback(callback);

        client.subscribe(COMMAND_TOPIC_R1);
        digitalWrite(pinLED, LOW);
    }
    else {
        digitalWrite(pinLED, HIGH);
        Serial.println(client.state());
        //connectMQTTServer();
    }

}

```

```

void callback(char* topic, unsigned char* payload, unsigned int length) {
    Serial.print("topico ");
    Serial.println(topic);
}

```

```

StaticJsonBuffer<30> jsonBuffer;
JsonObject& root = jsonBuffer.parseObject(payload);

if ( !root.success() ) {
    return;
}

int value = root["value"];

if (strcmp(topic, COMMAND_TOPIC_R1) == 0) {
    digitalWrite(pinRel1, value);
}
}

void configModeCallback( WiFiManager *myWiFiManager) {
    Serial.println("Entrou no modo de configuração");
    Serial.println(WiFi.softAPIP());
    Serial.println(myWiFiManager->getConfigPortalSSID());
}

void saveConfigCallback() {
    Serial.println("Configuração salva");
    Serial.println(WiFi.softAPIP());
}

void reconexao()
{
    Serial.println("modo reconexão");
    delay(2500);
    Serial.println(WiFi.status());
    Serial.println(client.connected());
    if(WiFi.status() == 3)
        {while(!client.connected()){

```

```

Serial.println("sem sinal de internet, tentando reconectar");
digitalWrite(pinLED, LOW);
delay(500);
digitalWrite(pinLED, HIGH);
delay(500);
digitalWrite(pinLED, LOW);
delay(500);
digitalWrite(pinLED, HIGH);
connectMQTTServer();}}

if(WiFi.status() == WL_CONNECT_FAILED)
{Serial.println ( " Sua senha está incorreta, será iniciado o modo ap para reconfigurar sua
conexão " );
delay(500);
digitalWrite(pinLED, LOW);
delay(1500);
digitalWrite(pinLED, HIGH);
delay(500);
digitalWrite(pinLED, LOW);
delay(1500);
digitalWrite(pinLED, HIGH);
delay(500);
WiFiManager wifiManager;
wifiManager.startConfigPortal("esp-02");}

if((WiFi.status() == 1))
{Serial.println ( "você pode estar sem energia ou ter trocado seu SSDI " );
delay(500);
digitalWrite(pinLED, LOW);
delay(3000);
digitalWrite(pinLED, HIGH);
delay(500);
digitalWrite(pinLED, LOW);
delay(3000);
}

```

```
digitalWrite(pinLED, HIGH);  
delay(500);  
WiFiManager wifiManager;  
wifiManager.setTimeout(60);  
wifiManager.startConfigPortal("esp-02");  
}  
  
}
```