

UNIVERSIDADE POSITIVO
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

HEITOR SERATHIUK
LUCAS EIDI KUMAGAI DE FRANÇA
LUCAS DE LIMA SKORA
MATHEUS SNIECIKOSKI

**GACCIE: GERENCIADOR DE AMBIENTE E CONTROLADOR DE CONSUMO DE
ENERGIA**

CURITIBA
2019

HEITOR SERATHIUK
LUCAS EIDI KUMAGAI DE FRANÇA
LUCAS DE LIMA SKORA
MATHEUS SNIECIKOSKI

**GACCIE: GERENCIADOR DE AMBIENTE E CONTROLADOR DE CONSUMO DE
ENERGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Sistemas de Informação da
Universidade Positivo.

Orientador: MSc. Leandro Vasconcelos dos Reis

CURITIBA
2019

RESUMO

Este projeto visa o desenvolvimento de um sistema para gerenciamento e controle de consumo de energia elétrica em ambientes de instituição de ensino, com a possibilidade de replicar para residências. O sistema faz a leitura da energia consumida por meio de sensores de corrente, e utiliza também sensores de temperatura e de presença, controlados por um microcontrolador Arduino, que envia as informações para uma placa Raspberry. As ligações de código e do Banco de Dados Firebase é feito na ferramenta Node-RED, que também é responsável por gerenciar gráficos de consumo detalhado, assim como são feitos os acionamentos de luzes e outros equipamentos configurados na ferramenta. O objetivo principal desse projeto é o controle de consumo de energia de forma mais fácil, fazendo com que a conscientização pela economia de energia seja desenvolvida no cotidiano de cada pessoa, agregando valor ao sistema e se tornando mais um insumo para soluções de eficiência energética.

Palavras-chave: Gerenciamento. Controle. Leitura. Consumo de energia. Economia.

ABSTRACT

This Project aims to develop a system for electrical energy management and consumption control in educational institutions, also possible to be replicated for household use. The system reads the consumed energy by means of electrical current sensors, and also uses temperature and presence sensors, controlled by an Arduino microcontroller, which sends information to a Raspberry board. The connections of code and Firebase Databank takes place at the Node-RED tool, which is also responsible for managing detailed consumption graphs, as well as the operation of lights and other equipments set up on the tool. The main goal of this project is controlling the electrical energy consumption in an easier way, raising awareness over saving energy in people's daily lives, adding value to the system and becoming another input for energetic efficiency solutions.

Keywords: Management. Control. Reading. Energy consumption. Economy.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Mapeamento de requisitos funcionais com caso de uso	11
Quadro 2 – Requisito funcional RF-01	11
Quadro 3 - Requisito funcional RF-02	11
Quadro 4 – Requisito funcional RF-03	12
Quadro 5 – Requisito funcional RF-04	12
Quadro 6 – Requisito funcional RF-05	12
Quadro 7 – Requisito não funcional RNF-01	12
Quadro 8 – Requisito não funcional RNF-02.....	12
Quadro 9 - Gerar logs	14
Quadro 10 - Gerenciar envio de e-mail	15
Quadro 11 - Login	15
Quadro 12 - Gerenciar regras de acionamento	16
Quadro 13 - Controlar equipamentos	16
Quadro 14 – Cronograma	19
Quadro 15 - Orçamento	20
Quadro 16 - Concorrentes.....	24
Quadro 17 - Tarifa sem incidência de impostos de PIS/COFINS/ICMS.	28
Quadro 18 - Tributos por quilowatt-hora.....	28
Quadro 19 - Modelos SCT-013	30
Quadro 20 - Modelos sensores invasivos	30
Quadro 21 - Sensor não invasivo	30
Quadro 22 - Sensor invasivo	30
Quadro 23 - Eletrodomésticos.....	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– UC-01 Gerar Logs.....	13
Figura 2 - UC-02 Gerenciar Envio de E-mails	13
Figura 3 - UC-03 Login.....	13
Figura 4 – UC-04 Gerenciar regras de acionamento.....	13
Figura 5 - UC-05 Controlar Equipamentos	14
Figura 6 - Diagrama gerar logs.....	17
Figura 7 - Diagrama envio de e-mail	17
Figura 8 – Diagrama login	18
Figura 9 - Diagrama gerenciar regras de acionamento	18
Figura 10 - Diagrama controlar equipamentos	19
Figura 11 - <i>Dashboard</i> em tempo real.....	21
Figura 12 - Flow - Parte 1	22
Figura 13 - Flow – Parte 2.....	22
Figura 14 - Flow – Parte 3.....	22
Figura 15 – Firebase em tempo real	23
Figura 16 – Fluxo da funcionalidade do sistema GACCIE	32
Figura 17 - Página de download do site oficial do Node.js.....	37
Figura 18 - Abrindo Node-RED dentro da Raspberry	37
Figura 19 - Iniciando com Node-RED.....	38
Figura 20- Console com o Node-RED instanciado.....	39
Figura 21 - Demonstração dentro do Node-RED para instalação de dependências .	39
Figura 22 - Selecionando o algoritmo Firmata.....	41
Figura 23 - Banco de dados <i>Firebase</i> em tempo real	42
Figura 24 - Regras do Firebase.....	42
Figura 25 - Configuração Firebase.....	43
Figura 26 - Instalação <i>pallette</i>	44
Figura 27 - Funcionamento do nó	44
Figura 28 – DI01 – Diagrama de implantação	45
Figura 29 - Modelagem banco de dados.....	46
Figura 30 - Esquema de Montagem	47
Figura 31 - Consumo por Sensor x Dia	49
Figura 32 - Consumo por Sensor	49

Figura 33 - Consumo por Dia x Sensor50

Figura 34 - Consumo na planilha50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 JUSTIFICATIVA	9
1.2 OBJETIVOS	10
1.2.1 Objetivo geral	10
1.2.2 Objetivos específicos.....	10
2 PLANEJAMENTO.....	11
2.1 ESCOPO DA SOLUÇÃO.....	11
2.1.1 Mapeamento de requisitos com caso de uso	11
2.1.2 Requisitos funcionais.....	11
2.1.3 Requisitos não funcionais.....	12
2.1.4 Diagramas de caso de uso	13
2.1.5 Especificação dos casos de uso	14
2.1.6 Diagramas de Sequência	17
2.2 CRONOGRAMA.....	19
2.3 ORÇAMENTO	20
3 DESENVOLVIMENTO	21
3.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	25
3.1.1 Internet das coisas	25
3.1.2 Node-RED	25
3.1.3 Firebase	26
3.1.4 Energia elétrica	26
3.1.5 Eficiência energética	27
3.1.6 Sistemas automatizados	29
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.2.1 Modelagem de comunicação do sistema	31
3.2.2 Dispositivos e recursos de software utilizados	32
3.2.2.1 Raspberry Pi.....	32
3.2.2.2 Cartão de memória.....	33
3.2.2.3 Módulo ACS712	33
3.2.2.4 Arduino Duemilanove	33
3.2.2.5 Proto Shield.....	33
3.2.2.6 Modulo Relé	33

3.2.2.7 Tomada Elétrica	34
3.2.2.8 Sensor de corrente não invasivo	34
3.2.2.9 Arduino	34
3.2.2.10 Node-Red	34
3.2.2.11 Firebase	34
3.2.2.12 Raspbian	34
3.2.2.13 Justificativas das tecnologias utilizadas	35
3.2.3 Métodos de desenvolvimento	36
3.2.3.1 Configuração de ambiente	36
3.2.3.2 Configuração e instalação do Node-RED	37
3.2.3.3 Dependências	39
3.2.3.4 Arduino	40
3.2.3.5 Instalação do Arduino IDE	40
3.2.3.6 Configuração do Arduino	41
3.2.3.7 Configuração do <i>Firebase</i> com Node-RED	41
3.2.3.8 Configuração do projeto GACCIE no <i>Firebase</i> e Node-RED	42
3.3 MODELAGEM	45
3.3.1 Diagrama de implantação	45
3.3.2 Banco de Dados	46
3.3.3 Esquema de Montagem	46
4 RESULTADOS OBTIDOS	48
5 MELHORIAS FUTURAS	52
6 CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	54
7 APÊNDICES	
APÊNDICE A - Programação - Node-RED Flow dashboard realtime	
APÊNDICE B - Programação - Node-Red Flow dashboard histórico	
APÊNDICE C - Programação - Node-Red Flow dashboard regra	
APÊNDICE D - Gráficos	
APÊNDICE E - Login	
APÊNDICE F - User Guide	
APÊNDICE G - Dados obtidos pela pesquisa	
APÊNDICE H - Aplicativo Mobile Android usando o MIT App Inventor	

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um recurso indispensável para o dia a dia, estando disponível para boa parte da população mundial. A cada geração que se passa, a sociedade vem se conscientizando sobre o consumo e gastos excessivos, e o Brasil é um grande consumidor, sendo o oitavo maior do mundo.

Atualmente a população mundial é de 7,6 bilhões de pessoas, mas de acordo com a Organização das Nações Unidas chegará a 9,8 bilhões em 2050. O aumento da população, que cada vez mais se aglomera nas grandes cidades, vem acompanhado pelo crescimento da demanda por produtos e serviços. Com recursos naturais escassos e caros, o grande desafio da humanidade é encontrar maneiras de satisfazer as necessidades atuais, sem comprometer o futuro. A saída é buscar eficiência energética e usar os recursos disponíveis da melhor, forma possível para garantir um bom desempenho com menor gasto de energia (UNRIC, 2017).

As instituições de ensino são ambientes onde o consumo de energia é constante desde a parte da manhã até a noite, devido a esse fator, o alto consumo é inevitável. A alta demanda ocorre principalmente nas instituições de ensino superior, aonde há inúmeros laboratórios, salas e utilização de eletrônicos.

O gerenciamento e controle de consumo de energia traz benefícios para todos os setores. Por meio das novas tecnologias, se consegue ter um grande auxílio para operações de gerenciamento de energia. Através de sistemas automatizados, se obtém melhores resultados no que se diz a economia e evitar gastos.

1.1 JUSTIFICATIVA

Em virtude de uma maior utilização de energia elétrica em instituições de ensino, é imprescindível que se tenha ferramentas que façam o gerenciamento e controle nos diversos setores que utilizam lâmpadas, computadores e outros dispositivos elétricos.

O sistema proposto ajuda a contribuir na redução dos gastos com energia elétrica, fazendo com que o usuário tenha uma maior interatividade com o sistema e conscientização pela economia. Assim, recursos que seriam destinados para pagar

a energia elétrica, serão utilizados para outros fins educacionais e empresariais, como: melhoria de materiais didáticos e melhoria nos equipamentos de informática.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver um sistema que colabore com o gerenciamento de gasto excessivo de energia, e auxilie os usuários a controlar o consumo de energia elétrica em ambientes. Tendo como principal objetivo a economia de energia elétrica e controle remoto sobre os dispositivos que a utilizam. Assim solucionando uma questão de suma importância, tanto pela questão sustentável quanto financeira.

Pretende-se com o sistema GACCIE, mostrar por meio de dados e gráficos de forma clara e intuitiva que os objetivos, citados no parágrafo anterior, podem mudar a visão de utilização da energia elétrica na nossa sociedade.

Entende-se que para obter uma escala ampla de ambientes, será projetado tanto para ser adaptado na residência quanto instituições como universidades, clubes, prédios e até mesmo empresas como um todo. Além, de ter um foco especial na usabilidade para facilitar seu uso para todos os públicos.

Por meio de um sistema web e um aplicativo móvel, é possível gerenciar e controlar de forma remota o sistema. Logo, tornando de fácil acesso a utilização do usuário.

1.2.2 Objetivos específicos

Desenvolver um dispositivo eletrônico que automatizará os ambientes e fornecerá informações de consumo;

- Desenvolver um sistema web que gerencie gráficos de consumo de energia;
- Desenvolver um sistema web que seja responsivo para celulares para consultar o gasto de energia e gerenciar o ambiente;
- Gerar históricos de consumo;
- Através de uma *dashboard* demonstrar relatórios e gráficos de consumo

2 PLANEJAMENTO

2.1 ESCOPO DA SOLUÇÃO

O sistema web se comunica com Raspberry a fim de obter as informações processadas acerca do consumo, gerando informações detalhadas, sintéticas e estatísticas. A seguir será apresentado o estudo sobre os requisitos do sistema.

2.1.1 Mapeamento de requisitos com caso de uso

Quadro 1 – Mapeamento de requisitos funcionais com caso de uso

Requisito	Caso de Uso
[RF-01]	UC-01 Gerar Logs
[RF-02]	UC-02 Gerenciar Relatórios e E-mails
[RF-03]	UC-03 Login
[RF-04]	UC-04 Gerenciar regras de acionamento
[RF-05]	UC-05 Controlar Equipamentos

2.1.2 Requisitos funcionais

Quadro 2 – Requisito funcional RF-01

Código	RF-01
Descrição	A aplicação realiza <i>logs</i> do sistema.
Visibilidade	(x) Evidente () Oculto
Prioridade	(x) Essencial () Importante () Desejável
Dependências	

Quadro 3 - Requisito funcional RF-02

Código	RF-02
Descrição	A aplicação permite ao usuário gerenciar envio de e-mails com os dados do sistema. O usuário pode adicionar, editar, remover e listar e-mails.
Visibilidade	(x) Evidente () Oculto
Prioridade	(x) Essencial () Importante () Desejável
Dependências	

Quadro 4 – Requisito funcional RF-03

Código	RF-03
Descrição	A aplicação permite ao usuário fazer o seu <i>login</i> .
Visibilidade	(x) Evidente () Oculto
Prioridade	(x) Essencial () Importante () Desejável
Dependências	

Quadro 5 – Requisito funcional RF-04

Código	RF-04
Descrição	A aplicação permite ao usuário gerenciar o ambiente, gerenciando as regras de acionamento dos dispositivos. O usuário pode adicionar, editar, remover, e listar as regras de acionamento.
Visibilidade	(x) Evidente () Oculto
Prioridade	(x) Essencial () Importante () Desejável
Dependências	

Quadro 6 – Requisito funcional RF-05

Código	RF-05
Descrição	A aplicação permite ao usuário acionar equipamentos e desligar equipamentos
Visibilidade	(x) Evidente () Oculto
Prioridade	(x) Essencial () Importante () Desejável
Dependências	

2.1.3 Requisitos não funcionais

Quadro 7 – Requisito não funcional RNF-01

Código	RNF-01
Descrição	O sistema GACCIE possui uma centralizadora composta por um <i>Raspberry Pi 3</i> , conectado em uma rede local por um cabo <i>Ethernet</i> .
Visibilidade	() Evidente (x) Oculto
Prioridade	(x) Essencial () Importante () Desejável
Dependências	

Quadro 8 – Requisito não funcional RNF-02

Código	RNF-02
Descrição	O servidor <i>web</i> utiliza o <i>Firebase</i> como plataforma de desenvolvimento <i>web</i> e banco de dados <i>NoSQL</i> .
Visibilidade	() Evidente (x) Oculto
Prioridade	(x) Essencial () Importante () Desejável
Dependências	

2.1.4 Diagramas de caso de uso

Figura 1– UC-01 Gerar Logs



Figura 2 - UC-02 Gerenciar Envio de E-mails

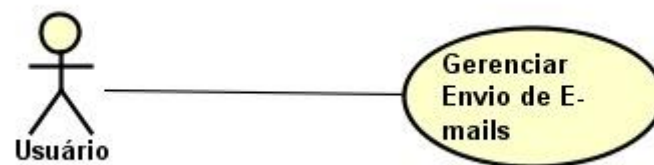


Figura 3 - UC-03 Login



Figura 4 – UC-04 Gerenciar regras de acionamento

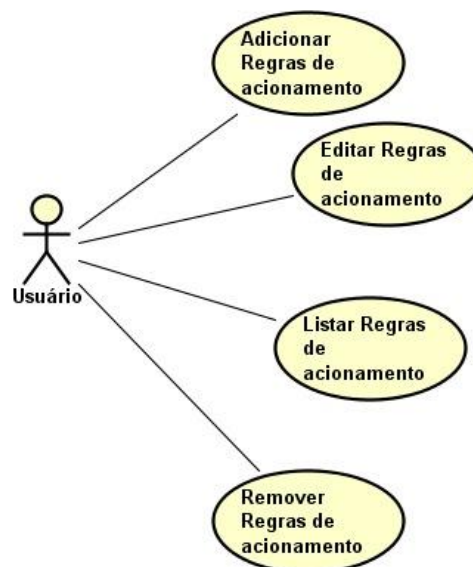
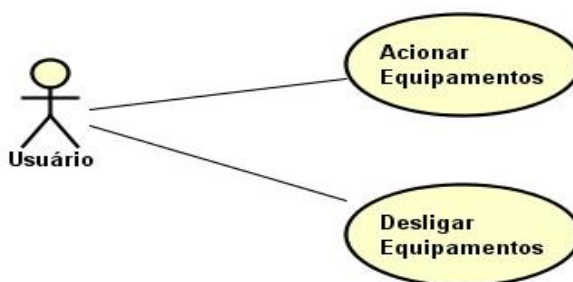


Figura 5 - UC-05 Controlar Equipamentos



2.1.5 Especificação dos casos de uso

Quadro 9 - Gerar logs

Nome do UC	Gerar Logs
Descrição	O Caso de uso irá descrever como acontecerá o log de informações do sistema.
Pré-condições	O hardware deve estar ligado e conectado à Internet. Aparelhos eletrônicos devem estar ligados às tomadas do projeto
Pós-condições	Obter dados históricos do sistema
Ator Primário	Administrador, Usuário Web, Usuário Android.
Ator Secundário	<i>Google Sheets</i>
Falha	Não armazenar dados históricos do sistema
Fluxo Principal	1. O Arduino deve colher os dados de corrente dos sensores 2. O Arduino deve enviar para Raspberry que recebe via Node-red 3. A Raspberry via Node-red deve enviar os dados via <i>http request</i> para uma planilha do Google Sheets 4. O use case é finalizado.
Fluxo Alternativo	N/A
Fluxo de Exceção	N/A
Informações relacionadas	M1: Entrar com as informações do <i>http request</i> do respectivo Google Sheets para configuração do projeto.

Quadro 10 - Gerenciar envio de e-mail

Nome do UC	Gerenciar envio de e-mail
Descrição	O Caso de uso irá descrever como acontecerá o envio de e-mail com as informações do sistema.
Pré-condições	O hardware deve estar ligado e conectado à Internet. Aparelhos eletrônicos devem estar ligados às tomadas do projeto.
Pós-condições	Obter dados históricos do sistema via e-mail.
Ator Primário	Gaccie
Ator Secundário	Plataforma de e-mail
Falha	Não enviar dados históricos do sistema via e-mail Não aceitar os acessos de e-mail para o envio de e-mail
Fluxo Principal	1. O Arduino deve colher os dados de corrente dos sensores 2. O Arduino deve enviar para Raspberry que recebe via Node-red 3. A Raspberry via Node-red deve enviar os dados para o respectivo e-mail dentro de um template html. 4. O use case é finalizado.
Fluxo Alternativo	N/A
Fluxo de Exceção	N/A
Informações relacionadas	E1: Entrar com as informações (e-mail, senha) da plataforma de e-mail para envio de e-mail E2: Entrar com o e-mail do destinatário.

Quadro 11 - Login

Nome do UC	Login
Descrição	O Caso de uso irá descrever como acontecerá o acesso de login ao sistema.
Pré-condições	O usuário deve estar conectado a internet. O hardware deve estar ligado e conectado à Internet. O usuário deve estar na página "Login".
Pós-condições	Obter acesso ao sistema.
Ator Primário	Usuário
Ator Secundário	N/A
Falha	Não efetuar o login.
Fluxo Principal	1. O usuário preenche os campos de usuário e senha. 2. O usuário clica no botão "Entrar" 3. O sistema verifica os campos 4. O sistema redireciona o usuário para <i>dashboard real time</i> 5. O use case é finalizado.
Fluxo Alternativo	N/A
Informações relacionadas	E1: Pré configurar os usuário conforme o nível de acesso comum e de administrador do sistema.

Quadro 12 - Gerenciar regras de acionamento

Nome do UC	Gerenciar regras de acionamento
Descrição	O Caso de uso irá descrever como acontecerá o funcionamento das regras de acionamento do sistema.
Pré-condições	O usuário deve estar conectado a internet. O hardware deve estar ligado e conectado à Internet. O usuário deve estar na página “Painel de Regras”.
Pós-condições	Ligar e desligar sensores conforme horários especificados.
Ator Primário	Usuário
Ator Secundário	N/A
Falha	Não efetuar controlar o acionamento.
Fluxo Principal	1. O usuário deve manter a respectiva regra de acionamento ativada. 2. O usuário preenche os campos necessários com a hora de acionamento e desligamento. 3. O sistema verifica os campos (E1, E2, E3) 4. O sistema redireciona o usuário para <i>dashboard real time</i> 5. O use case é finalizado.
Fluxo Alternativo	N/A
Fluxo de Exceção	E1: Erro no formato da hora 1: Sistema apresenta mensagem (M1) E2: Erro no formato da hora 2: Sistema apresenta mensagem (M2) E3: Hora 1 futura a hora 2: Sistema apresenta mensagem (M3)
Informações relacionadas	N/A

Quadro 13 - Controlar equipamentos

Nome do UC	Controlar equipamentos
Descrição	O Caso de uso irá descrever como acontecerá o funcionamento do relatório Real Time, com os respectivos botões de controle e os dados em tempo real.
Pré-condições	O usuário deve estar conectado a internet. O hardware deve estar ligado e conectado à Internet. O usuário deve estar na página “ <i>Dashboard Realtime</i> ” ou no App.
Pós-condições	Ligar e desligar sensores, e visualizar os dados em tempo real.
Ator Primário	Usuário
Ator Secundário	N/A
Falha	Não efetuar controlar dos equipamentos e não visualizar as leituras dos sensores em tempo real.
Fluxo Principal	1. O usuário deve clicar no botão “Ligar” para acionar o respectivo sensor. 2. O usuário deve verificar os dados do respectivo sensor. 3. O usuário deve clicar no botão “Desligar” para desligar o respectivo sensor. 4. O usuário deve verificar os dados do respectivo sensor. 5. O use case é finalizado.
Fluxo Alternativo	N/A
Fluxo de Exceção	N/A
Informações relacionadas	N/A

2.1.6 Diagramas de Sequência

Figura 6 - Diagrama gerar logs

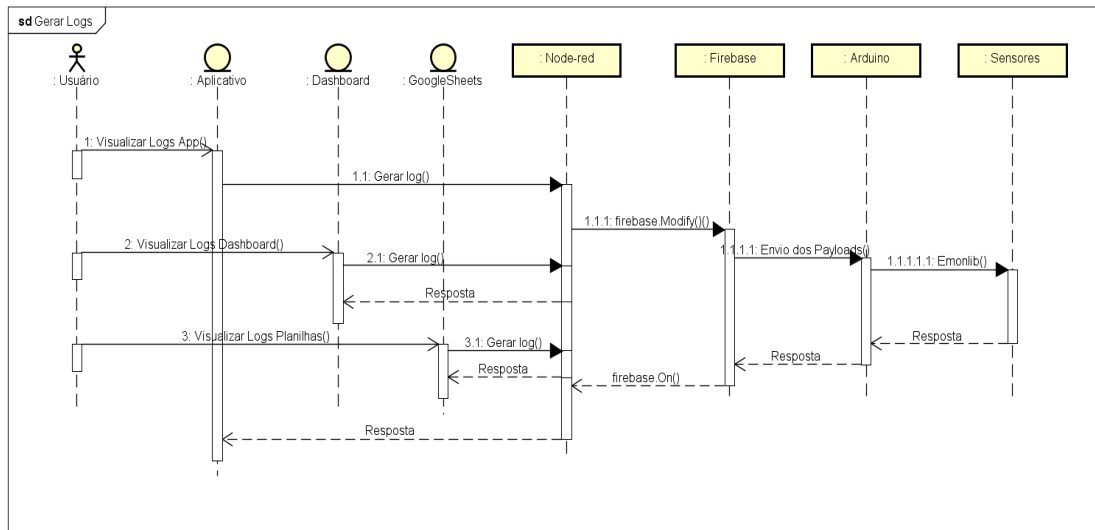


Figura 7 - Diagrama envio de e-mail

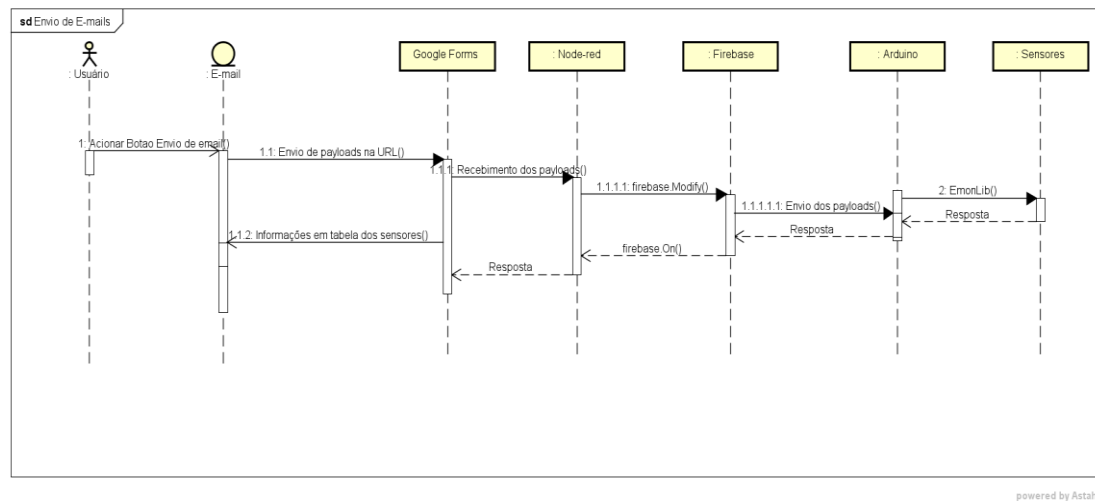


Figura 8 – Diagrama login

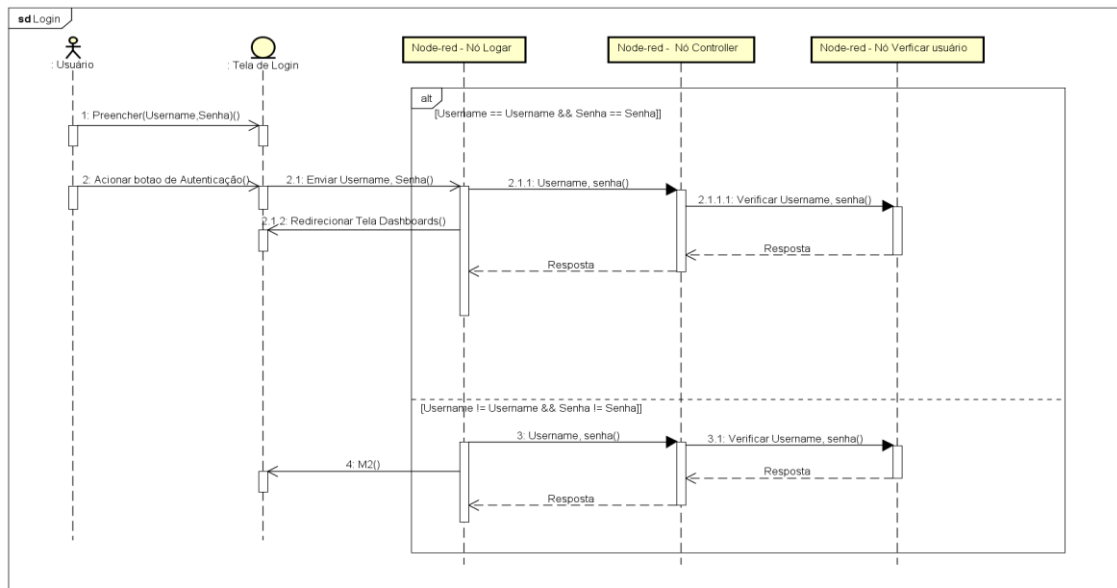


Figura 9 - Diagrama gerenciar regras de acionamento

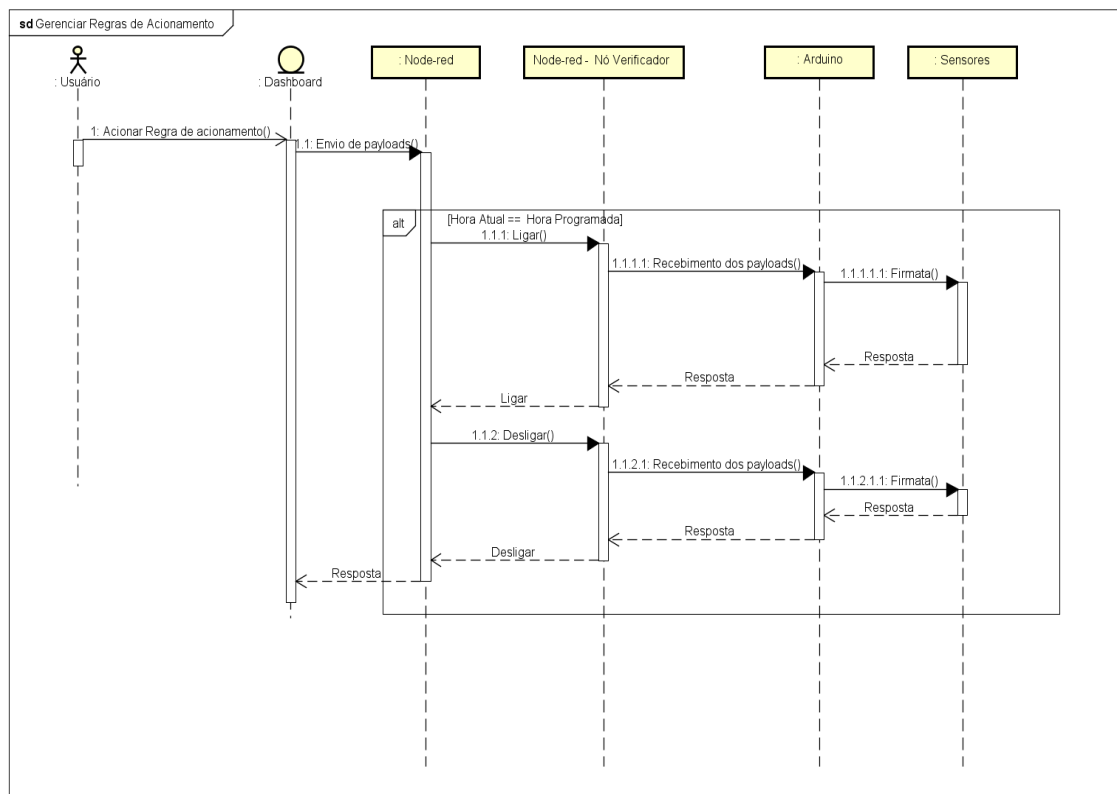
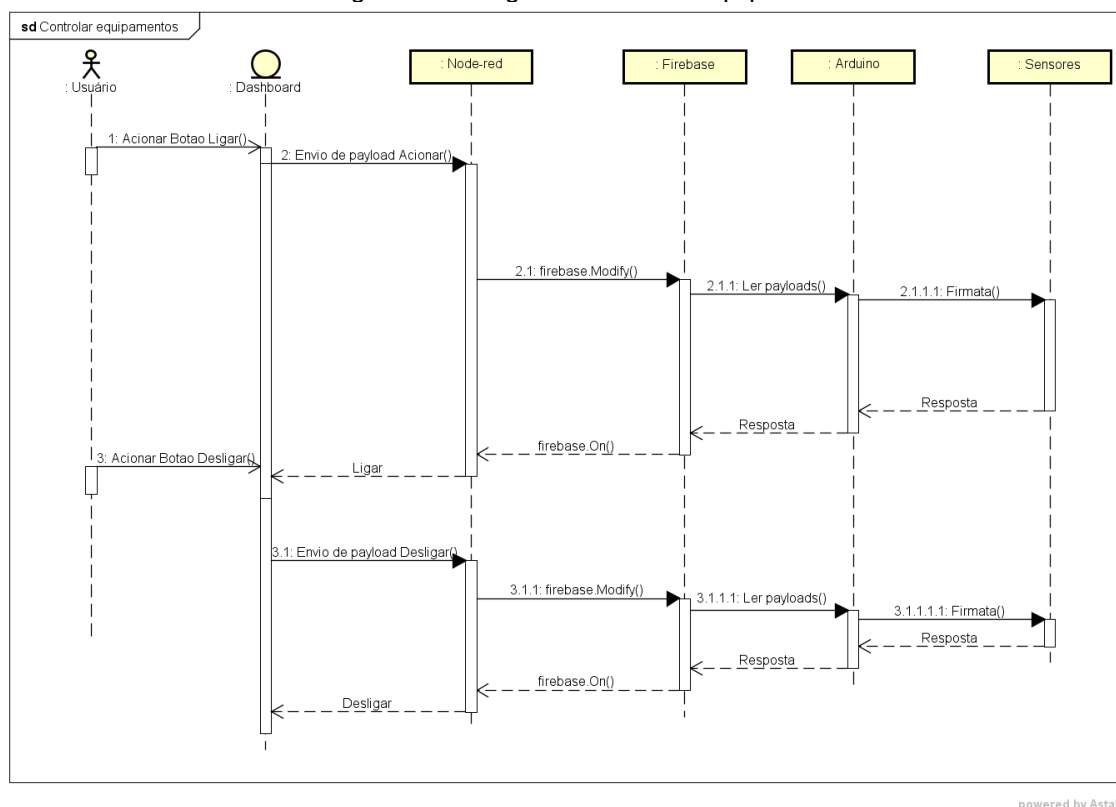


Figura 10 - Diagrama controlar equipamentos



2.2 CRONOGRAMA

Para realização do projeto há uma série de etapas a serem seguidas como mostra o quadro 14. Sendo elas, desde a coleta de assinaturas até atividades mais específicas para desenvolvimento do protótipo.

Quadro 14 – Cronograma

	GACCIE - 2019											
Atividades	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Definição e aprovação do tema de TCC	√	√										
Reunião com todos os integrantes		√	√	√	√	√	√					
Reuniões com professor orientador			√	√	√		√					
Desenvolvimento do projeto		√	√	√	√	√	√	√				
Desenvolvimento da proposta e planejamento		√	√	√								
Revisão bibliográfica e análise		√	√	√	√							
Especificação técnica e modelagem		√	√	√	√	√						
Coleta de dados		√	√	√	√	√	√					
Pesquisa de mercado		√	√	√	√		√					
Desenvolvimento Protótipo					√	√	√	√	√			

	GACCIE - 2019											
Atividades	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Entrega do documento de TCC para qualificação									√			
Apresentação do projeto para banca de qualificação									√			
Entrega do documento de TCC para banca final										√		
Banca final										√		
Entrega do documento de TCC corrigido											√	

2.3 ORÇAMENTO

De acordo com o quadro 15 estão listados os gastos relacionados a dispositivos eletrônicos utilizados no projeto.

Quadro 15 - Orçamento

Item	Quant.	Unid.		Preço Unit. (R\$)	Preço Total (R\$)
Arduino Duemilanove	2	un		30,00	60,00
Cartão SD 8 GB	1	un		25,00	25,00
Caixa	1	Um		80,00	80,00
Kit Jumper F x F	1	un		6,22	6,22
Kit Jumper M x M	1	un		10,00	10,00
Kit Jumper M x F	1	un		5,00	5,00
Módulo relé 7 canais	1	un		35,00	35,00
Sensor de Corrente Invasivo	3	un		25,00	75,00
Sensor de Corrente não invasivo	1	un		50,00	50,00
Fio de luz (5 metros)	1	un		14,79	14,79
Fita Isolante	1	un		4,00	4,00
Tomadas 10A	2	un		15,00	30,00
Tomadas 20A	1	un		20,00	20,00
Plug de tomada	3	un		3,00	9,00
Protoboard 400 Pts	1	un		12,90	12,90
Raspberry Pi 3	1	un		190,00	190,00
Resistores	20	un		0,15	3,00
R\$ 629,91					

*Os valores são referentes as lojas Beta, Big Alves, A Instaladora, Mega Infontronic, Parestek eletrônica e foram visualizados na data (13/09).

3 DESENVOLVIMENTO

Através de tecnologias mais recentes como Node-RED, o sistema possui uma estrutura moderna e dinâmica. O GACCIE tem o foco também em deixar os dados e as informações para o usuário de uma maneira bem mais legível, não requerendo conhecimentos de engenharia não triviais. Assim, apresentando, uma interface intuitiva e simples.

O sistema tem uma tela de *dashboard* em tempo real, como é representada na figura 11, nela contém um gráfico medidor que mostra o consumo de energia de cada componente, lendo as informações vindas dos sensores de corrente. Abaixo do gráfico medidor, é apresentado um gráfico em linhas, onde mostra também o consumo de energia dos componentes. É possível ligar e desligar os componentes pelos botões “ON” e “OFF”. Toda informação mostrada nos gráficos, são realizadas em tempo real.

Figura 11 - *Dashboard* em tempo real



Nas figuras 12,13 e 14 é apresentada uma representação de toda a lógica do sistema baseado em *flows* (fluxos) do Node-RED. Com nós dos componentes web, que estão inclusas no pacote “node-red-dashboard”, que se comunicam com os nós do Firebase, contidas no pacote node-“red-contrib-firebase,” e os nós do Arduino e do serial.

Figura 12 - Flow - Parte 1

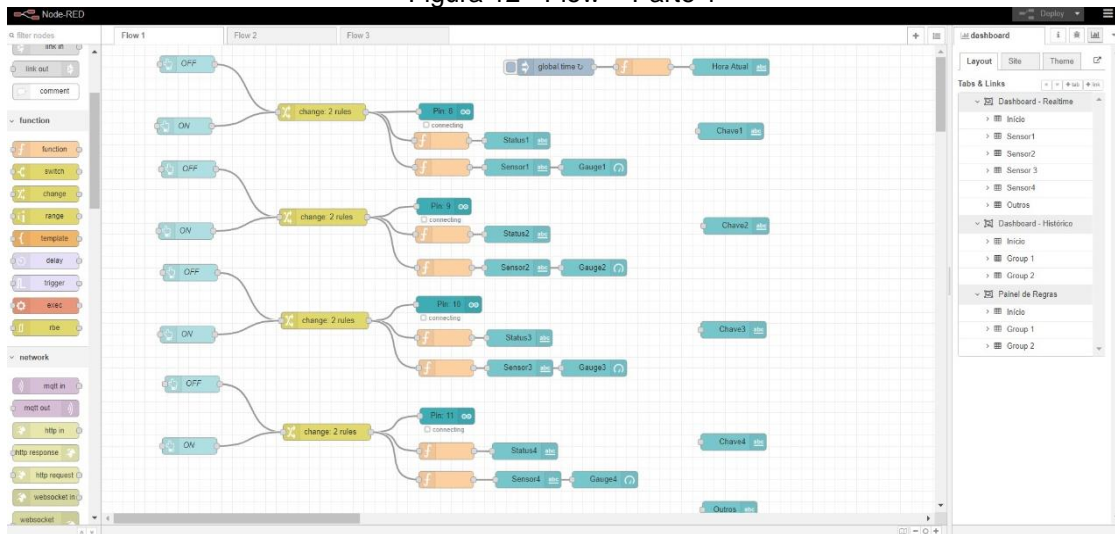


Figura 13 - Flow – Parte 2

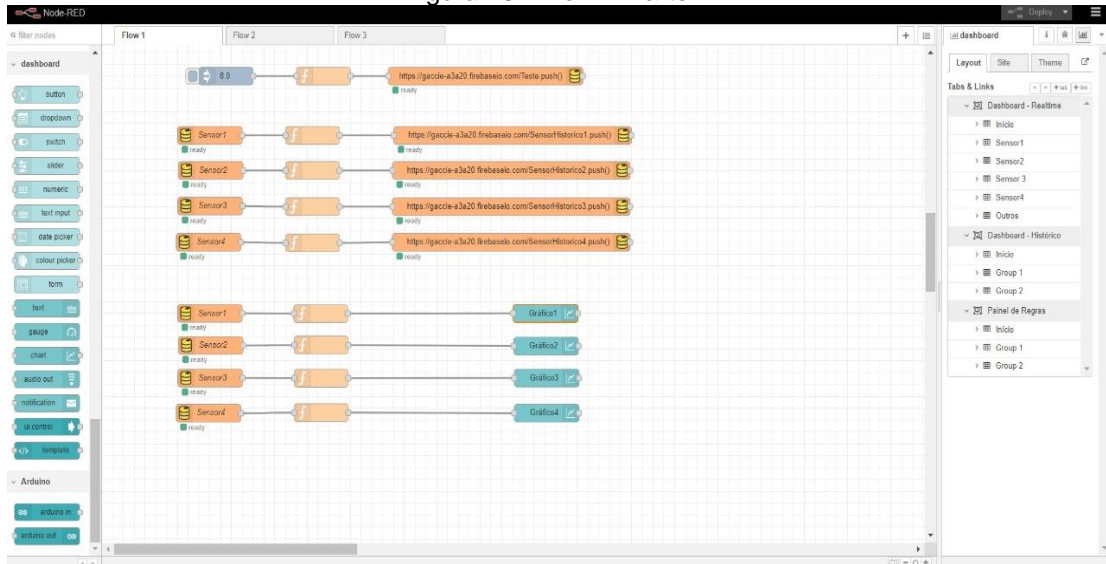
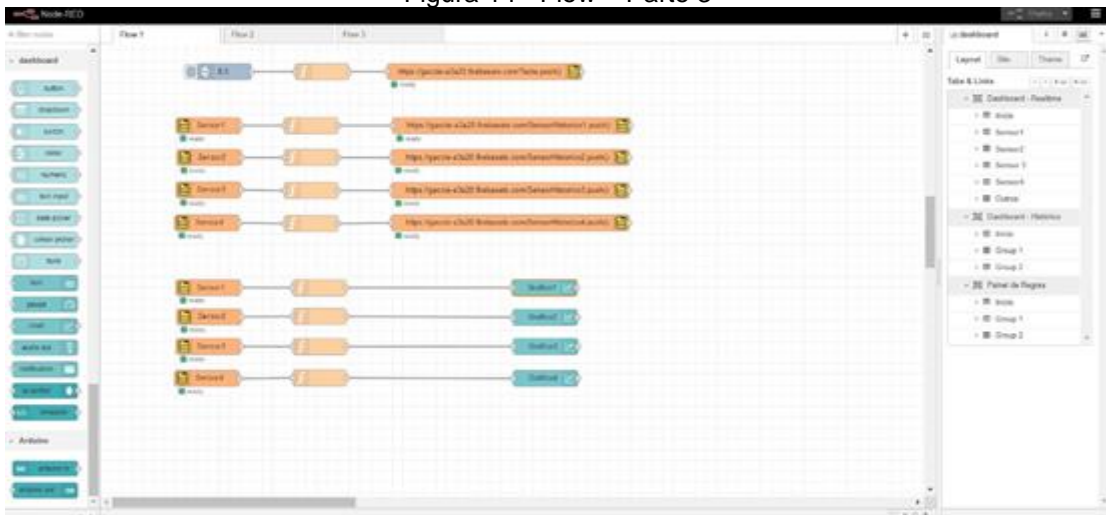
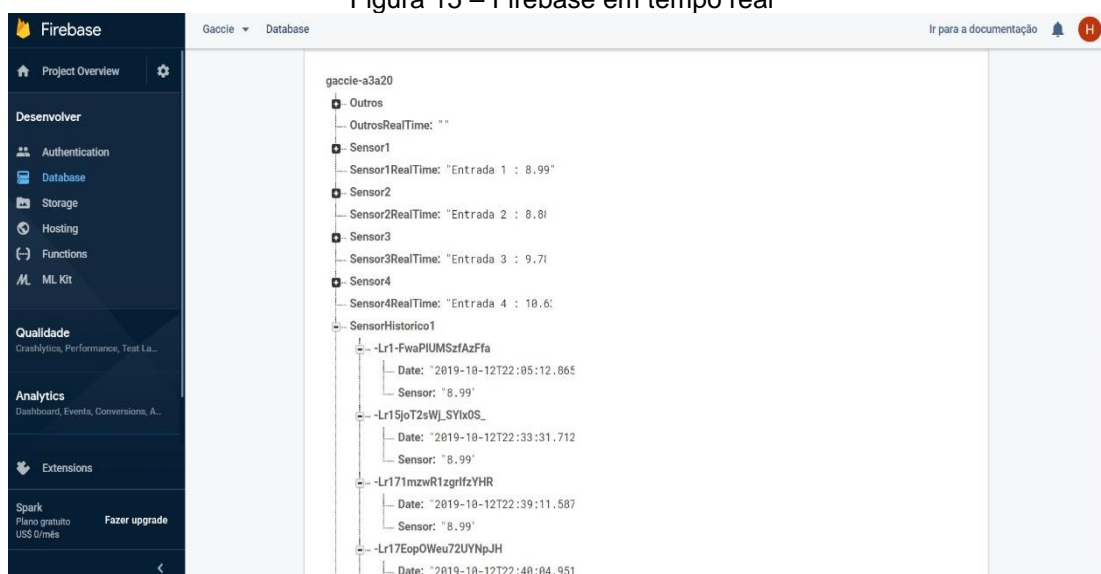


Figura 14 - Flow – Parte 3



O banco de dados Firebase é responsável por armazenar todos os dados que são lidos pelo *Node-red*. Cada componente é representado por um campo dentro do esquema no Firebase. Toda inserção de dados é feita pelo o *Node-RED*. Gráficos e campos que estão inseridos no sistema, que mostram informações, são lidas diretamente pelo Firebase. Na figura 15, logo abaixo, é possível ver em tempo real o processamento dos dados na plataforma Firebase.

Figura 15 – Firebase em tempo real



Baseado em pesquisas de mercado, se pode encontrar projetos semelhantes ao GACCIE. Por meio do quadro 16, foi realizada uma comparação entre os projetos, buscando apresentar tecnologias e informações relevantes. Os itens comparados foram: tecnologia, hardware, monitoramento, sistema, interface e gráfico.

Quadro 16 - Concorrentes

Itens	Wise	HENW Control	Cleiton Piovesan	GACCIE
Tecnologia	PHP Python MySQL NodeMCU	PHP Apache MariaDB	PHP	Node-RED Firebase Node.JS
Hardware	ESP8266 Raspberry Pi 2 FTDI232-1	ESP8266 Raspberry Pi 3 ACS712	ESP8266 Raspberry Pi 2 ACS712	SCT-013 Raspberry Pi 3 ACS712
Monitoramento	Tempo real	Tempo real	Tempo real	Tempo real
Sistema	ArchLinux	Raspbian	Raspbian	Raspbian
Interface	Web	Web	Web	Web
Gráfico	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: compilado dos autores Wise (2016), HENW Control (2018), Cleiton Piovesan (2017)

O GACCIE se destaca pela sua simples usabilidade e por sua interface de fácil compreensão. Assim tornando o uso prático para todas as pessoas, independentemente do conhecimento na área tecnológica. Além o usuário conseguir enviar por e-mail todos os relatórios e informações, deste modo, conseguindo transferir as informações para outra ferramenta.

Relacionado a questão de hardware e software, se destaca pelo uso de novas tecnologias perante seus concorrentes. Sendo sua programação a linguagem Node.Js. e banco de dados *Firebase*, e seu hardware principal Raspberry Pi 3, se mostrando um produto atualizado.

A linguagem Node.js está cada dia mais famosa no mundo dos desenvolvedores. Há muitos projetos desenvolvidos em PHP, linguagem que está no mercado há muitos anos. O Node.js utiliza a linguagem JavaScript. Antes de existir o Node.js, os desenvolvedores só poderiam codificar em JavaScript utilizando um navegador. Atualmente com a chegada do Node.Js, a possibilidade de desenvolver em JavaScript do lado servidor é correspondida.

Com o Node.Js, fica bem mais simples e fácil de se adequar a sintaxe de uma linguagem em um projeto web, pois, dependendo do *front-end* utilizado no projeto, como o ReactJs, o JavaScript estará presente nas duas camadas da arquitetura.

Conforme os dados apresentados pelo Gomes (2017), o desempenho do Node.js diante do PHP se mostrou com uma performance superior ao fazer requisições HTTP.

O GACCIE utiliza um banco não relacional (*Firebase*), pois tem uma responsabilidade de ofertar uma alta performance e garante um gerenciamento mais

eficiente e moderno. O Firebase, diferente de um banco relacional, não precisa criar um esquema, pois as informações são guardadas e agrupadas em um registro único no banco de dados.

3.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1.1 Internet das coisas

A internet das coisas (IoT) está evoluindo de forma constante, e conquistando espaço no mundo da Tecnologia e Informação. De acordo com Weiser (1991) a internet das coisas deve fazer parte da grade curricular dos cursos de Ciência da Computação, Engenharia da Computação e Sistemas de Informação.

A área de IoT exige um conhecimento amplo para fazer uma construção de novos projetos para interagir com o usuário. Dispositivos como *Arduino*, *Raspberry Pi* são alguns dos dispositivos viáveis para o ambiente acadêmico de ensino, pois os mesmos, tem baixo custo e fáceis de usar (FERREIRA, 2017).

Fazer o desenvolvimento de projetos IoT envolve conhecimentos em programação, sistemas embarcados, onde o fator principal é ter conhecimentos para lidar com uma granularidade de conexões com dispositivos através de serviços, sendo assim, podendo enviar, analisar, e controlar dados obtidos. Sendo assim, ao longo dos anos foram surgindo ferramentas para suprir isto, e entre elas está o Node-RED (FERREIRA, 2017).

3.1.2 Node-RED

O Node-RED é um software de código livre, desenvolvido pela IBM onde nesta ferramenta é permitido a programação através de fluxos (*flow-based programming*), utilizando uma interface no navegador. Esta plataforma, utiliza o conceito de nós, com diferentes funcionalidades, que podem ser conectados, permitindo uma passagem de fluxo de informações. A plataforma permite que o desenvolvedor crie diversos fluxos paralelos com uma orientação a eventos. É possível criar diversas conexões com nós disponíveis como conexão com o Facebook, Twitter, protocolos de rede, conexão com banco de dados relacionais e

não relacionais. Uma de suas vantagens é a possibilidade de criar funcionalidades conectando fluxos de dados entre os nós usando um navegador. (FERREIRA, 2017)

3.1.3 Firebase

Desenvolvido pela Google, o *Firebase* é uma plataforma que é um conjunto de produtos em código livre, com um limite de utilizações. Os produtos estão entre serviços de hospedagem, armazenamento em nuvem, e banco de dados não relacional. A utilização do banco de dados gratuita permite até 100 acessos simultâneos. A ferramenta permite que com poucas linhas de código, adicionar o banco de dados em aplicações web, aplicações moveis, para que se conectem ao mesmo banco sem requerer conhecimentos profundos sobre a infraestrutura do sistema. Suas vantagens consistem em possuir uma estrutura pronta, rápida implementação e sua alta segurança (FIREBASE, 2017).

3.1.4 Energia elétrica

Após a crise energética de 2001 o Governo passou a dar mais importância ao tema e estabeleceu a Política de Uso Racional de Energia (LAMBERTS et al., 2012).

Atualmente, cresce mais o número de construções de edifícios do que casas, muito deles são edifícios comerciais, assim o consumo de energia local é muito maior do que de uma residência. Os edifícios são responsáveis por parcela significativa do consumo de energia elétrica nacional, cerca de 45% entre os setores residencial, comercial e público. (LAMBERTS et al., 2012)

Quando se trata de instituições de ensino, as despesas com energia elétrica são elevadas. Segundo a ANEEL (2017), o valor total pago, em 2015, apenas pelas Universidades Federais, foi de cerca de R\$ 430 milhões. Segundo a SESU, as despesas com energia elétrica dessas instituições despontam como o 3º maior grupo e representam cerca de 9% dos gastos apurados em 2015. Constata-se, também, que parte considerável desse gasto se refere ao uso de equipamentos ineficientes e a hábitos que levam ao desperdício de energia (MME, 2017).

Se deve ter uma conscientização por parte da população diante dos desperdícios de energia, segundo a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO, 2017), entre os anos de 2013 a 2016 o Brasil

desperdiçou 143.647 GWh (gigawatt/hora) de energia. Totalizando um prejuízo de R\$ 61,71 bilhões. Esses números notáveis mostram a má eficiência e utilização da energia no Brasil.

3.1.5 Eficiência energética

Segundo Mendes (2006), a capacidade competitiva de empresas e países com o conhecimento e sua gestão tem tornado cada vez mais evidente a importância de estruturas como as de pesquisas científicas e tecnológicas, mediante parcerias entre universidades e empresas.

Existem diversas maneiras para alcançar reduções de energia elétrica. Por exemplo, a racionalização estrutural de um edifício pode contribuir na redução, aumentando a eficiência energética na construção. O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica PROCEL vem investindo muito na conscientização das pessoas com relação ao desperdício de energia elétrica. Um desses investimentos é a Etiqueta de cores do Programa Brasileiro do INMETRO em parceria com o PROCEL, essa etiqueta possui uma escala de “A” até “E”, onde “A” é o mais eficiente consumindo menos energia e “E” é o menos eficiente consumindo mais energia (PROCEL, 2006).

A iluminação artificial abraça uma fatia de 14% do consumo energético nacional em residências, sendo a região Sul a que menos consome energia desta forma. As regiões mais quentes como o Norte e Nordeste do Brasil, possuem um aquecimento de água menor, no caso os chuveiros domésticos, apresentando um consumo menor. Nestas questões, as regiões Sudeste, Centro-oeste e Sul são as grandes vilãs de consumo de energia elétrica em residências. O uso do ar condicionado já representa 20% do total do consumo energético nacional em residências. A região Norte é a que mais gasta energia com ar condicionado em residências (LAMBERTS et al., 2012).

Segundo a Copel (2017), a partir de janeiro de 2015 passou a vigorar o Sistema de Bandeiras Tarifárias. Este sistema consiste na aplicação de tarifas diferenciadas de acordo com o custo de geração de energia elétrica no período. A energia elétrica no Brasil é gerada predominantemente por usinas hidrelétricas. Para funcionar, essas usinas dependem das chuvas e do nível de água nos reservatórios.

No quadro 17, se consegue entender como funciona o custo das tarifas de acordo com as condições para a geração de energia. Quando há o ligamento de usinas termelétricas, pela escassez de água armazenada, o custo de geração aumenta, pois, as usinas utilizam carvão, diesel, óleo combustível e gás natural para seu funcionamento. Por meio do quadro 18 é possível comparar os valores sem tributos/impostos e com tributos/impostos.

Quadro 17 - Tarifa sem incidência de impostos de PIS/COFINS/ICMS (Bandeiras Tarifárias, 2018).

Bandeira	Condições	Custo
Bandeira Verde	Condições favoráveis para a Geração de Energia	Não há acréscimo na tarifa
Bandeira Amarela	Condições menos favoráveis para a Geração de Energia	Acréscimo de R\$ 1,50 para cada 100 quilowatts-hora (kWh)*
Bandeira Vermelha	Condições mais custosas de Geração de Energia	Patamar 01 - Acréscimo de R\$ 4,00 para cada 100 quilowatts-hora (kWh)*
		Patamar 02 - Acréscimo de R\$ 6,00 para cada 100 quilowatts-hora (kWh)*

Fonte: Copel (2019)

Quadro 18 - Tributos por quilowatt-hora (Tarifa convencional – subgrupo B3, 2018).

Bandeira	Sem tributos/imposto (por kWh)	Com tributos/imposto (por kWh)
Amarela	R\$ 0,015000	R\$ 0,023049
Vermelha - Patamar 01	R\$ 0,040000	R\$ 0,061463
Vermelha - Patamar 02	R\$ 0,060000	R\$ 0,092194

Fonte: Copel (2019)

Ao adotar um sistema que faça gerenciamento de energia, possibilita que o negócio comece a seguir uma abordagem organizada em relação a redução do consumo de energia. Além disso, permite maior confiança por parte de potenciais clientes e parceiros e garante uma credibilidade para outros que existe uma consciência de energia, sendo assim, promovendo melhores práticas de gestão de energia reforçando bons comportamentos, consequentemente a melhoria da competência do negócio no gerenciamento do consumo de energia, trazendo um ganho e uma vantagem competitiva em relação aos concorrentes (GUILHERME, 2017).

3.1.6 Sistemas automatizados

Os sistemas automatizados ao longo dos anos sofreram grandes alterações, principalmente no que se trata sobre novas tecnologias relacionadas a processadores, dispositivos e IHMs (interação homem-máquina) com recursos *touch* e acionamento remoto. Nos dias de hoje um sistema automatizado é integrado por duas principais partes, parte operacional e parte de controle. A parte operacional está relacionada diretamente em todo o processo, além de reunir os elementos necessários para que o sistema realize a operação desejada. A parte de controle está atribuída ao papel de programação do sistema.

Existem três benefícios fundamentais para a criação de novos sistemas automatizados no ramo de energia elétrica. A redução de custos, melhoria de qualidade e segurança. Em relação a redução de custos, o objetivo é diminuir ao máximo o consumo de energia elétrica. No que se trata a melhoria de qualidade, se consegue aumentar a produtividade dos equipamentos e recursos. Já na parte de segurança que é um aspecto indispensável, conseguimos ter controle sobre possíveis acidentes e a prevenção de erros no sistema do aparelho (SILVEIRA, 2018).

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O processo de desenvolvimento para o projeto GACCIE, envolveu análises de mercado, técnicas de aplicações, montagem de um esquema eletrônico através de diagramas, uma montagem física com os componentes necessários e do sistema conforme descritos nos próximos tópicos.

No hardware é utilizado dois tipos de sensores de corrente, um não invasivo e quatro invasivos. Cada sensor possibilita ao Arduino calcular a corrente de uma tomada, e cada tomada possui uma porta no módulo de relés que controla o seu acionamento.

Tanto o sensor não invasivo utilizado que foi o SCT-013 tanto quanto o sensor invasivo ACS712 possuem diversos modelos disponíveis no mercado que variam de acordo com a corrente máxima suportada. Abaixo estão os modelos disponíveis do SCT-013, as respectivas correntes suportadas que variável de 5A a 100A:

Quadro 19 - Modelos SCT-013

Model	SCT-013-000	SCT-013-005	SCT-013-010	SCT-013-015	SCT-013-020
Input current	0-100A	0-5A	0-10A	0-15A	0-20A
Output type	0-50mA	0-1V	0-1V	0-1V	0-1V
Model	SCT-013-025	SCT-013-030	SCT-013-050	SCT-013-060	SCT-013-000V
Input current	0-25A	0-30A	0-50A	0-60A	0-100A
Output type	0-1V	0-1V	0-1V	0-1V	0-1V

Fonte: YHDC (2014)

Já o sensor invasivo utilizado ACS712 possui três modelos disponíveis, variando de 5A até 30A:

Quadro 20 - Modelos sensores invasivos

Part Number	Packing*	T _A (°C)	Optimized Range, I _P (A)	Sensitivity, Sens (Typ) (mV/A)
ACS712ELCTR-05B-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±5	185
ACS712ELCTR-20A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±20	100
ACS712ELCTR-30A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±30	66

Fonte: Allegro MicroSystems (2013)

No projeto é utilizado o SCT-013 de 100A(Ampères) e o ACS712 de 30A (Ampères).

As opções de tomadas variam de 10A e de 20A, as tomadas de 10A são as consideradas padrão para maioria dos equipamentos elétricos do dia-a-dia como televisão, carregadores, computadores, etc. Já as tomadas de 20A são padrão para equipamentos que exigem uma maior capacidade, como geladeira, micro-ondas, aspirador de pó, forno elétrico, máquina de lavar roupas, secadores, etc. (ANDRADE, 2017).

A partir da Lei de Potência é possível calcular a potência máximas suportadas de acordo com as tensões utilizadas e os sensores:

Quadro 21 - Sensor não invasivo

$P = V \times I = 220V \times 100A = 22.000W$
$P = V \times I = 127V \times 100A = 12.700W$

Quadro 22 - Sensor invasivo

$P = V \times I = 220V \times 20A = 4.400W$
$P = V \times I = 127V \times 20A = 2.540W$
$P = V \times I = 220V \times 10A = 2.200W$
$P = V \times I = 127V \times 10A = 1.270W$

Onde:

P corresponde a Potência medida em Watts(W);

V corresponde a Tensão medida em Volts(V);

I corresponde a Corrente Elétrica medida em Amperes(A).

No quadro 23, estão exemplificadas as potências aproximadas dos principais eletrodomésticos utilizados que podem ser medidos pelo GACCIE:

Quadro 23 - Eletrodomésticos

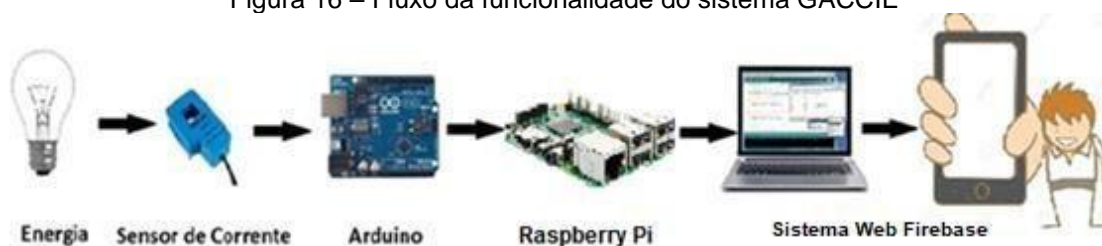
Aparelho	Potência Aproximada (WATTS)	Aparelho	Potência Aproximada (WATTS)
Aquecedor de Água por Acumulação	2000	Forno de Micro-Ondas	2000
Aquecedor de Água de Passagem	6000	Freezer Horizontal	500
Aquecedor de Ambiente	1000	Freezer Vertical	300
Aspirador de Pó	600	Geladeira Simples	250
Batedeira	100	Geladeira Duplex	500
Bomba de Água	400	Grill	1200
Cafeteira Elétrica (Residencial)	600	Impressora	45
Churrasqueira Elétrica	3000	Liquidificador	200
Chuveiro Elétrico	5500	Máquina de Costura	100
Computador	300	Máquina de Lavar Louça	1500
Condicionador de Ar	1400	Máquina de Lavar Roupas	1000
Conjunto de Som - Mini System	150	Projeto de Slides	200
Cortador de Grama	1300	DVD Player	30
Ebulidor	1000	Rádio Relógio	10
Enceradeira	300	Secador de Cabelo	1000
Espremedor de Frutas	200	Secadora de Roupas	3500
Exaustor	150	Televisor 21"	90
Ferro Elétrico	1000	Torneira Elétrica	2500
Fogão Elétrico 2 Bocas	3000	Torradeira	800
Fogão Elétrico de 4 Bocas	6000	Ventilador	100
Forno Elétrico Pequeno	1500	Vídeo Cassete	20
Forno Elétrico Grande	4500	Vídeo Game	20

Fonte: EFLUL (2019)

3.2.1 Modelagem de comunicação do sistema

Na figura 16, é exibido em ordem a comunicação do sistema desde a coleta de informações de energia até a parte do *Front-end*.

Figura 16 – Fluxo da funcionalidade do sistema GACCIE



3.2.2 Dispositivos e recursos de software utilizados

Um microcontrolador Arduino UNO R3 para coletar amostras de tensão e corrente através de sensores específicos e gerenciar o acionamento de luzes e ventiladores com sensores de presença e de temperatura específicos; *protoboard* para montagem dos circuitos; módulo relé para fazer o acionamento de cargas de até 200V Vca, como lâmpadas e equipamentos eletrônicos; sensores de corrente invasivos e não-invasivos para fazer a leitura da corrente elétrica; um sensor de presença PIR HC-SR501 para o acionamento das luzes; sensor de temperatura e umidade DHT11 para o acionamento dos ventiladores; roteador para a comunicação com o cliente e o aplicativo; um *Raspberry Pi* 3 para usar como uma centralizadora como servidor; tratamento de dados e sistema web construído em tecnologia *Firebase* e banco de dados próprio NoSQL; uma régua extensora para conectar os equipamentos; uma lâmpada para testes do sensor de presença e um ventilador para testes de temperatura.

3.2.2.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi é um minicomputador, este dispositivo compacto e todos os principais componentes de um computador numa pequena placa. Possui como objetivo ser um computador caseiro. O Raspberry Pi 3 apresenta um processador Broadcom (Cortex-A53 quad-core de até 1,2 GHz) com gráficos VideoCore de 400 MHz com suporte a 1080p 60 Hz (RASPBERRY PI, 2019).

3.2.2.2 Cartão de memória

O cartão de memória (SD Card) é semelhante a um pen drive, a diferença é que seu foco é dispositivo moveis. Possuem diferentes capacidades de armazenamento e taxas de velocidade. Pode-se comparar o tamanho de um cartão de memória com uma moeda de R\$1,00. (BRINGIT, 2018)

3.2.2.3 Módulo ACS712

O módulo ACS712 é uma placa com sensor de corrente invasivo para baixas e médias correntes com alta sensibilidade. Ele é capaz de medir valores de corrente continuas e alternadas (COMPONENTS101, 2018).

3.2.2.4 Arduino Duemilanove

O Arduino Duemilanove foi lançado no ano de 2009. É uma placa de microcontrolador, possuindo, uma entrada para alimentação, uma conexão USB, um cabeçalho ICSP e um botão de reset. Além de 14 pinos de entrada/saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas analógicas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16 MHz (ARDUINO, 2011).

3.2.2.5 Proto Shield

O *Proto Shield* é utilizado para processos de prototipagem com placas Arduino, facilitando a interação do usuário, pois se encaixa sobre o Arduino (LEMOS, 2013).

3.2.2.6 Modulo Relé

O modulo relé tem como objetivo suportar cargas de até 10A, como por exemplo acionar uma lâmpada através do Arduino (ROBOCORE, 2019).

3.2.2.7 Tomada Elétrica

A tomada elétrica é utilizada como conexão de um dispositivo com plugue do tipo macho para receber a carga de energia elétrica necessária para funcionar (F&C FINANCIAMENTO E CONSTRUÇÃO, 2019).

3.2.2.8 Sensor de corrente não invasivo

O sensor de corrente SCT-013-000 (utilizado no projeto), serve para medir correntes de até 100A e que não seja invasivo (BAÚ DA ELETRÔNICA, 2019).

3.2.2.9 Arduino

O Arduino é um software utilizado para o usuário escrever um código e enviar para a placa de entrada e saída. Ele funciona em Windows, Mac OS X e Linux (ARDUINO, 2019).

3.2.2.10 Node-Red

É um software de código livre, desenvolvido pela IBM onde nesta ferramenta é permitido a programação através de fluxos (*flow-based programming*), utilizando uma interface no navegador (PERRY, 2019).

3.2.2.11 Firebase

Desenvolvido pela Google, o *Firebase* é uma plataforma que é um conjunto de produtos em código livre, com um limite de utilizações. Os produtos estão entre serviços de hospedagem, armazenamento em nuvem, e banco de dados não relacional (GOOGLE, 2017).

3.2.2.12 Raspbian

É o sistema operacional padrão do Raspberry, foi derivado do Debian (Linux). Possui inúmeros softwares de desenvolvimento, controle sobre o hardware da placa,

acesso a internet, programas de criação e edição de documentos (RASPERRY PI, 2019).

3.2.2.13 Justificativas das tecnologias utilizadas

Foi analisado que para desenvolver projetos em *IoT*, há inúmeras obstruções referentes a criação de um servidor. Desde a complexidade para processar e receber dados, até sua implementação. Utilizar um serviço em nuvem é o ideal para aplicações como o GACCIE, a manutenção é mais prática, o custo é mais acessível, tendo em vista que, não é necessário ter um servidor físico. Após análises, verificou-se que vale a pena criar um servidor do começo para processamentos de um projeto mais simples.

A linguagem escolhida para atender a demanda do projeto, foi o Node-RED. Uma de suas principais vantagens se deve ao fato de ser rápido e simples em questão de desenvolvimento. Além de atender a demanda de *IoT*, é possível fazer requisições, conexões com banco de dados, e até conexões com mensageria. A ferramenta proporciona facilidades para desenvolvedores que utilizam JavaScript, pois ela foi quase toda feita nesta linguagem. O GACCIE utiliza uma Raspberry, que se relaciona com o Node-RED de forma ágil. A conexão entre a Raspberry e Node-RED é tão eficiente, que na instalação padrão de uma imagem Raspbian, a ferramenta vem instalada para ser utilizada. Grandes empresas como IBM, utilizam o Node-RED e uma Raspberry em seus serviços, como IBM Watson.

O banco de dados utilizado no projeto é um banco não relacional, que foi justamente criado por realizar uma alta performance e uma alta estabilidade. O *Firebase*, além de sua alta flexibilidade de estrutura, torna-se mais fácil a inserção e o acesso aos dados. A implementação do *Firebase* é rápida e segura, além de oferecer também múltiplas ferramentas de desenvolvimento.

A escolha pelo dispositivo Raspberry se pelo fato que ela foi projetada para ajudar em diversos casos de desenvolvimento, além de utilizar uma distribuição Linux, um sistema operacional que é leve, e perfeito para projetos em *IoT*. Além de uma instalação de uma Raspberry, que é rápida e fácil de se realizar.

O Arduino é uma ferramenta mais acessíveis para usuários leigos, ou que estão começando no mundo da computação, tendo em vista que um dos focos do GACCIE, é facilitar o máximo de entendimento da pessoa que irá utilizar o produto.

3.2.3 Métodos de desenvolvimento

Por meio do Arduino CC, se subiu o algoritmo chamado *StandartFirmata*, para que a Raspberry Pi controle um dos Arduinos e os acionamentos de lâmpadas e tomadas. No outro Arduino, foi criado um algoritmo que faz a leitura das portas ligadas aos sensores de corrente. Utilizando a biblioteca Emonlib, que já possui os métodos necessários para fazer a medição correta da corrente, e assim, chegar no cálculo da potência em Watts(W).

O desenvolvimento das ações dos sensores, foi desenvolvido através da IDE do Arduino. A configuração da tensão da rede elétrica é 127Vac.

Ambos os Arduinos são conectados utilizando cabo USB a Raspberry, para que assim a Raspberry tenha acesso aos respectivos.

O Node-RED é utilizado como ferramenta de desenvolvimento das dashboards integrando o Arduino e o banco de dados pelos fluxos, dentro dele se utiliza a linguagem Java Script.

Configurando o Node-RED, é possível ler a saída do Arduino, capturar as medições e tratar. Todo o armazenamento ocorre no *Firebase*, que foi o banco de dados utilizado.

Após o armazenamento dos dados no *Firebase*, é realizada a leitura dos dados gravados, e assim, passando para gráficos. E posteriormente virar informações úteis para o usuário.

3.2.3.1 Configuração de ambiente

Para fazer a configuração do ambiente de desenvolvimento do projeto, é preciso ter as instancias na máquina do Node.js. O Node.js é um interpretador de códigos JavaScript no lado da parte servidor de uma aplicação. Ele é responsável de subir corretamente a instancia do Node-RED.

Para instalar o Node.js é necessário acessar o site oficial do Node.js e ir na seção de downloads.

Figura 17 - Página de download do site oficial do Node.js



3.2.3.2 Configuração e instalação do Node-RED

Para utilizar o Node-RED dentro da Raspberry Pi, por padrão, a instância já vem instalada na imagem.

Dentro da Raspberry, acesse desenvolvimento.

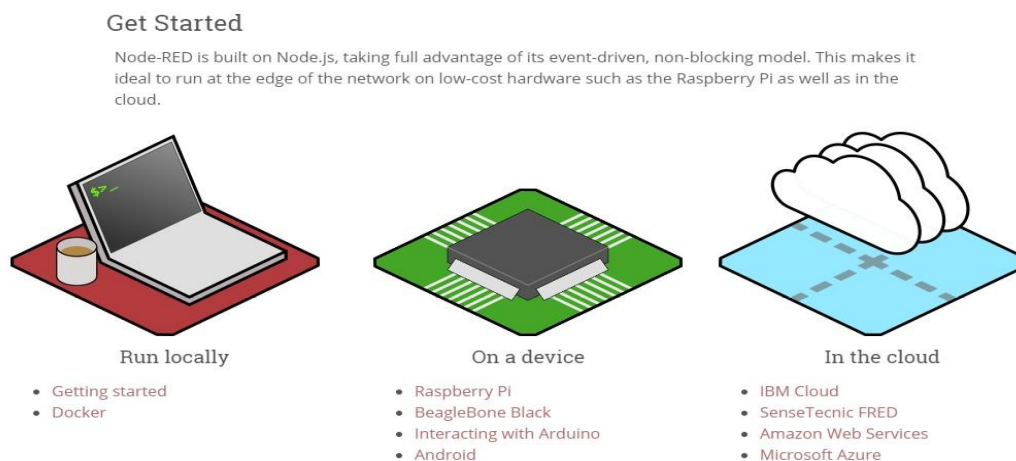
Figura 18 - Abrindo Node-RED dentro da Raspberry



Caso não venha instalado junto com a Raspberry, o Node-RED é disponibilizado para download no site oficial do Node-RED, na entrada principal de

seu site, há uma sessão de como começar. Irá ser apresentado diversas formas de iniciar um desenvolvimento usando a plataforma.

Figura 19 - Iniciando com Node-RED



No projeto GACCIE o Node-RED é utilizado em um dispositivo, Raspberry Pi. Para instalar via interpretador de comandos é necessário o seguinte comando:

- `sudo npm install -g --unsafe-perm node-red`

Após ter instalado o Node-RED, é necessário subir o processador do Node-RED. Para isso, utilizando o interpretador de comandos, digite o seguinte comando:

- `node-red start`

Quando inicializado os processos do Node-RED no sistema operacional, o programa é utilizável por uma interface, utilizando uma porta localmente em sua rede. Por padrão é seguida por um seu endereço de rede e sua porta.

Figura 20- Console com o Node-RED instanciado

```

-----
Your flow credentials file is encrypted using a system-generated key.

If the system-generated key is lost for any reason, your credentials
file will not be recoverable, you will have to delete it and re-enter
your credentials.

You should set your own key using the 'credentialSecret' option in
your settings file. Node-RED will then re-encrypt your credentials
file using your chosen key the next time you deploy a change.
-----

11 Oct 19:21:51 - [info] Starting flows
11 Oct 19:21:51 - [info] Started flows
11 Oct 19:21:51 - [info] Server now running at http://127.0.0.1:1880/

```

3.2.3.3 Dependências

O projeto GACCIE, utiliza algumas dependências que precisam ser instaladas dentro do Node-RED para que os nós funcionem corretamente, quando requisitado um deploy. Para instalar as dependências em seu projeto, é necessário acessar, dentro da página do Node-RED, configurações de usuário, gestão de paletas. Na aba de instalações, instalar as seguintes dependências:

- node-red-contrib-firebase
- node-red serial
- node-red dashboard
- node-red Arduino

Figura 21 - Demonstração dentro do Node-RED para instalação de dependências



Se utiliza uma dependência do *Firebase*, para que o projeto tenha os nós que fazem conexão com o banco de dados. A dependência serial, é necessária para ler as informações vinda dos sensores de corrente, ligados ao Arduino. A *dashboard*, é onde estão os elementos que utilizados para mostrar as informações em forma de figuras e gráficos. E por último, a dependência do Arduino, para que o Node-RED consiga se comunicar com o dispositivo ligado as portas USB da máquina.

3.2.3.4 Arduino

O Arduino é uma outra peça fundamental para o projeto GACCIE, como gerenciar e monitorar o circuito elétrico. É utilizado dois Arduinos, o primeiro Arduino é responsável por fazer a conexão e envio dos dados coletados para a Raspberry, e posteriormente no Node-RED. Neste primeiro Arduino é utilizado um algoritmo, chamado *Firmata*. O segundo Arduino tem a responsabilidade de calcular as informações vindas pelo o circuito elétrico.

3.2.3.5 Instalação do Arduino IDE

Para realizar a instalação do Arduino, é preciso acessar o site oficial do Arduino, na página de inicial do site, na aba de softwares é mostrado as diversas opções de download para os específicos ambientes.

Uma segunda opção para fazer download do Arduino é pelo o interpretador de comandos, basta seguir esses comandos:

- `sudo apt-get install Arduino`

Após ter instalado, para subir o processo na máquina do Arduino, digite o seguinte comando:

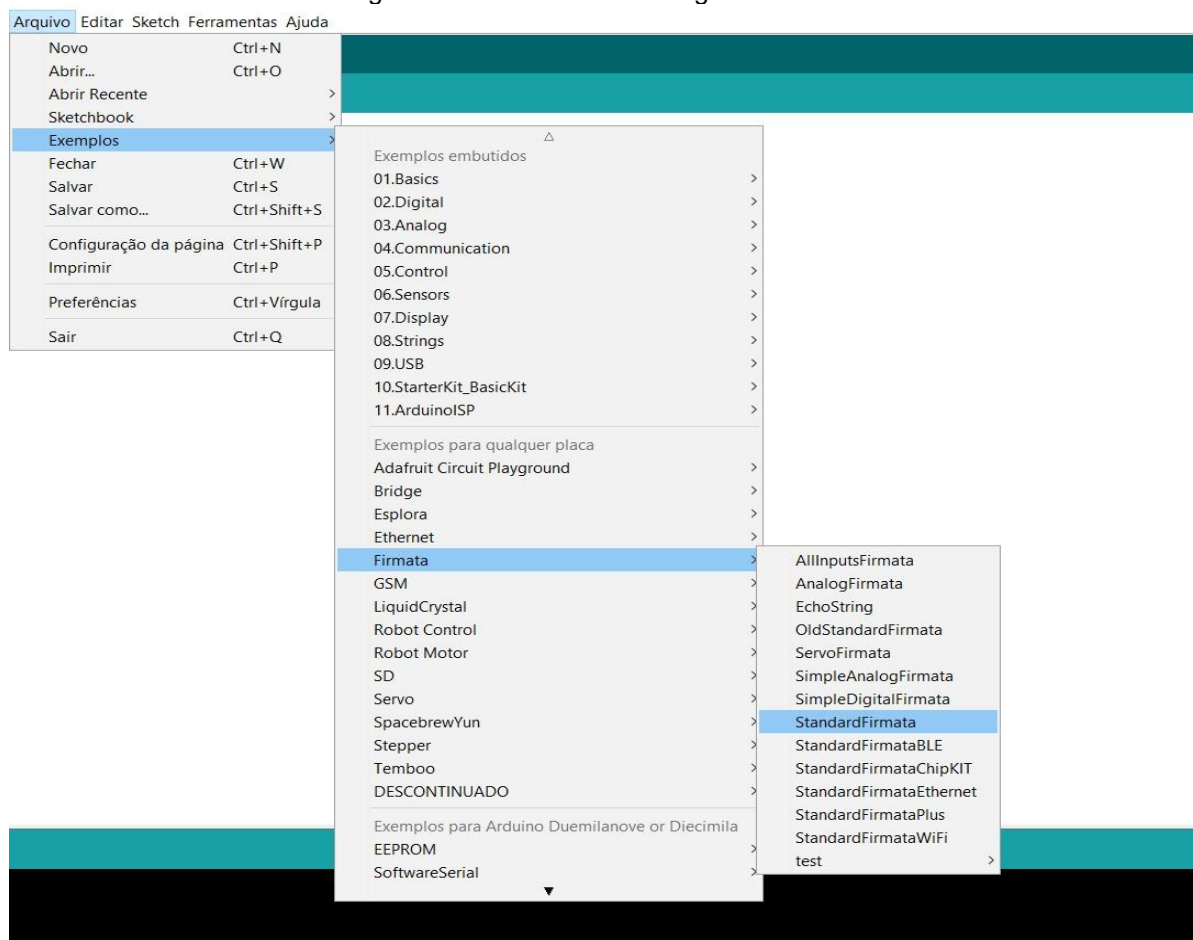
- `Arduino`

3.2.3.6 Configuração do Arduino

Para configurar o ambiente do Arduino, necessita subir o algoritmo do Firmata para fazer a comunicação com o servidor Raspberry.

Após abrir a instancia do Arduino, acesse a aba de configurações, exemplos, Firmata, e selecione o algoritmo Firmata. O IDE irá abrir outra tela do Arduino com o código completo. Para subir o Firmata no Arduino, clique em Upload.

Figura 22 - Selecionando o algoritmo Firmata

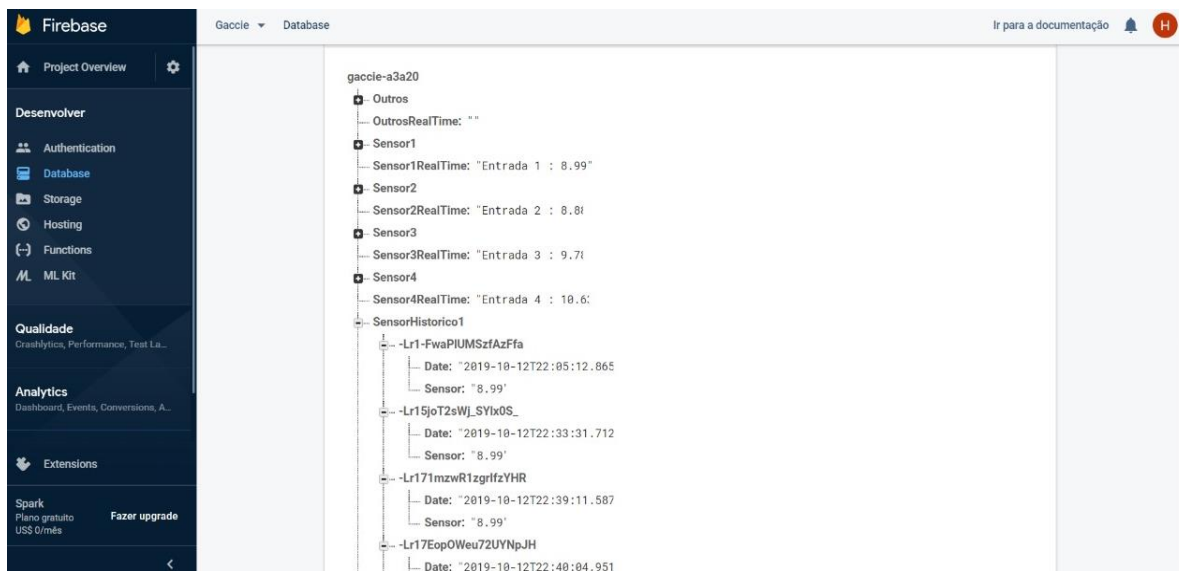


3.2.3.7 Configuração do *Firebase* com Node-RED

Para fazer o acesso no site do *Firebase* é preciso ter uma conta nova ou vinculada ao Google. Após ao fazer a autenticação, é realizada a criação do projeto. Na tela principal do projeto, ao clicar em “Database” é possível criar o banco dados no formato RealTime Database (Banco de Dados em tempo real).

Ao entrar no ambiente do banco de dados pela primeira vez, mostrara uma mensagem que as regras do banco estão definidas como público. Após a criação do banco de dados em tempo real aparecerá uma janela para escolher se será público ou privado o acesso ao banco.

Figura 23 - Banco de dados *Firebase* em tempo real



3.2.3.8 Configuração do projeto GACCIE no *Firebase* e Node-RED

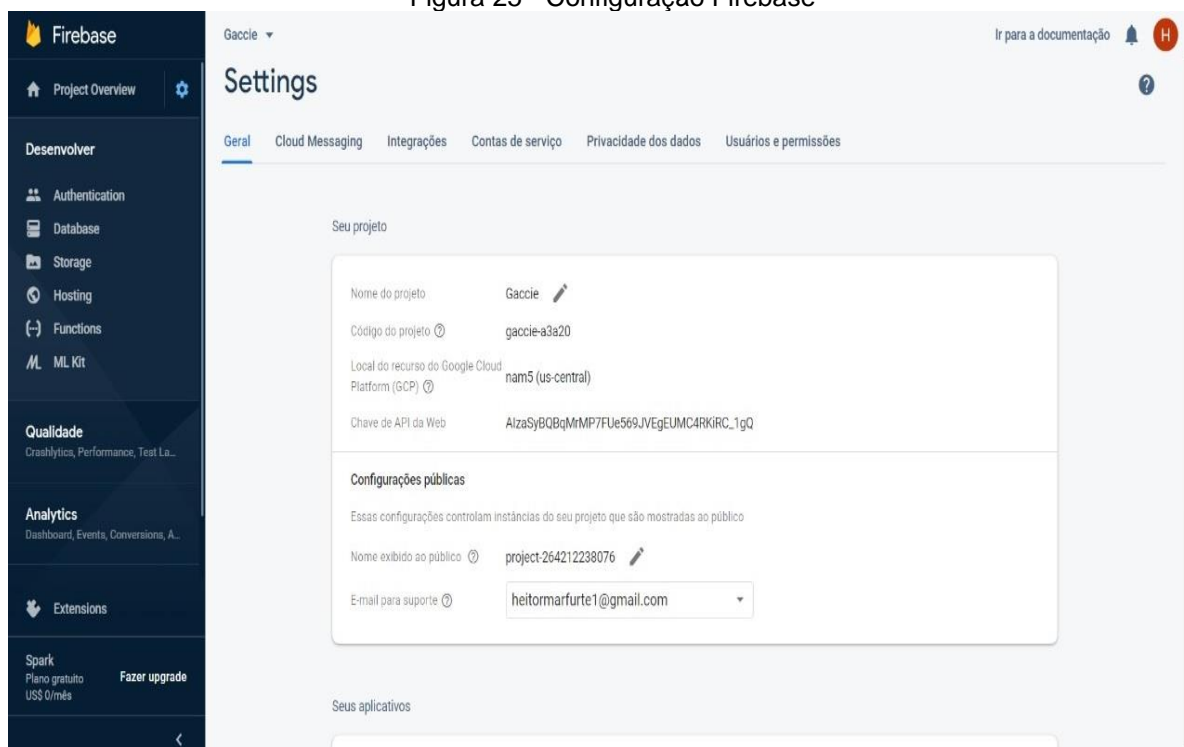
Na figura 24, mostram-se as regras que são definidas para o funcionamento correto do projeto.

Figura 24 - Regras do *Firebase*

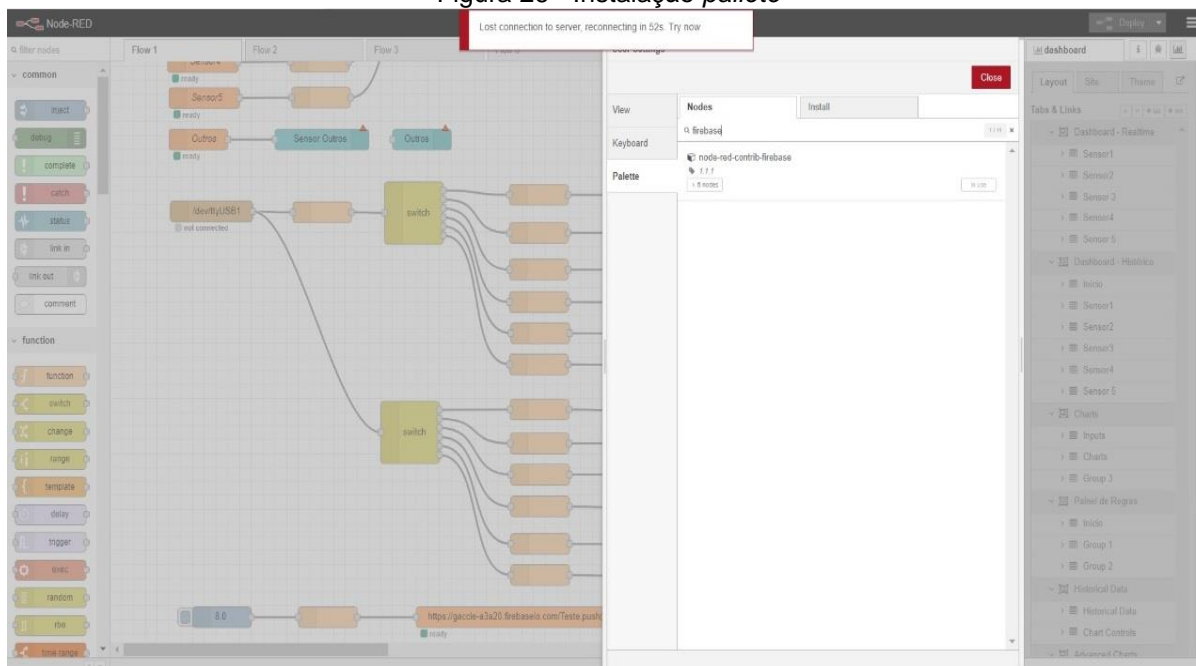


Abaixo, na figura 25, na parte de configurações é possível pegar a URL do projeto e as respectivas chaves.

Figura 25 - Configuração Firebase

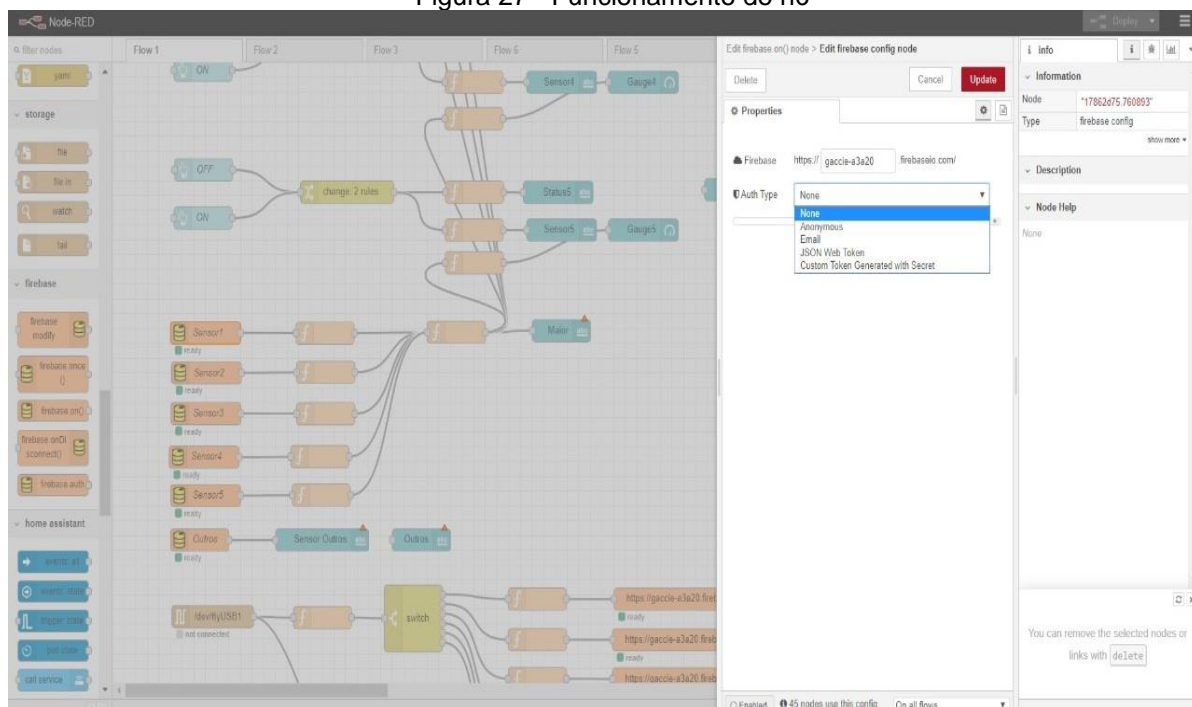


Para o funcionamento do *Firebase* no Node-RED, é necessário instalar o *palette* node-red-contrib-firebase no Node-RED. Assim realizando a comunicação com o Firebase, como demonstrado na figura 26.

Figura 26 - Instalação *palette*

Para o nó funcionar no Node-RED basta inserir a URL do projeto e a forma de autenticação escolhida, como é demonstrado abaixo na figura 27.

Figura 27 - Funcionamento do nó



3.3 MODELAGEM

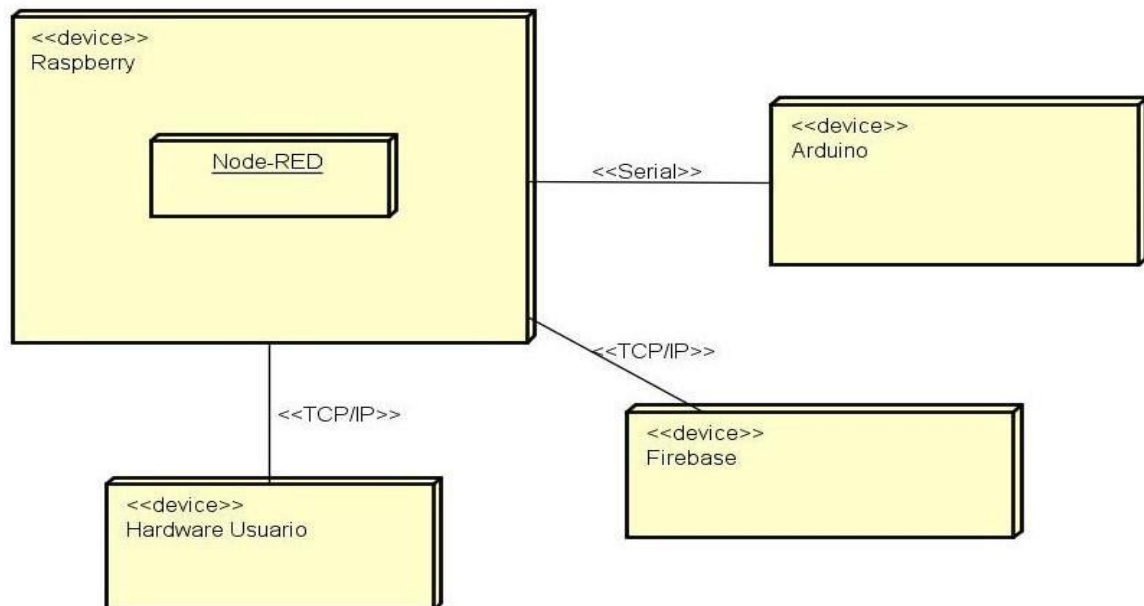
Para melhorar o entendimento do comportamento do sistema e para iniciar o processo de modelagem foram definidos os casos de uso.

Foram realizados diversos esboços e modelos usando a linguagem visual UML, definindo atores, funcionalidades do sistema, máquinas de estados, até diagramas de componentes. Abaixo está evidenciado o processo de modelagem do sistema:

3.3.1 Diagrama de implantação

Por meio do hardware do usuário (dispositivo) o projeto acessa o sistema. Através do Raspberry com Node-RED se pode realizar a integração de todos os dispositivos. O Arduino se comunica com o Raspberry por meio da comunicação serial. Já o Firebase e o dispositivo do usuário realizam a conexão com TCP/IP.

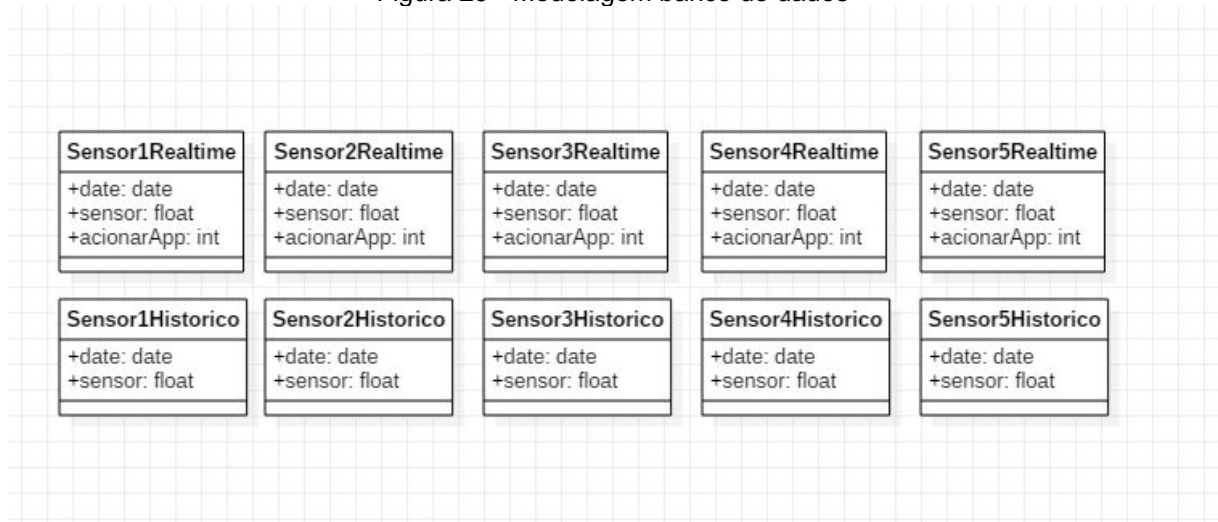
Figura 28 – DI01 – Diagrama de implantação



3.3.2 Banco de Dados

A seguir é demonstrado a modelagem não relacional dos dados, que o sistema acessa em tempo real e a partir dos históricos.

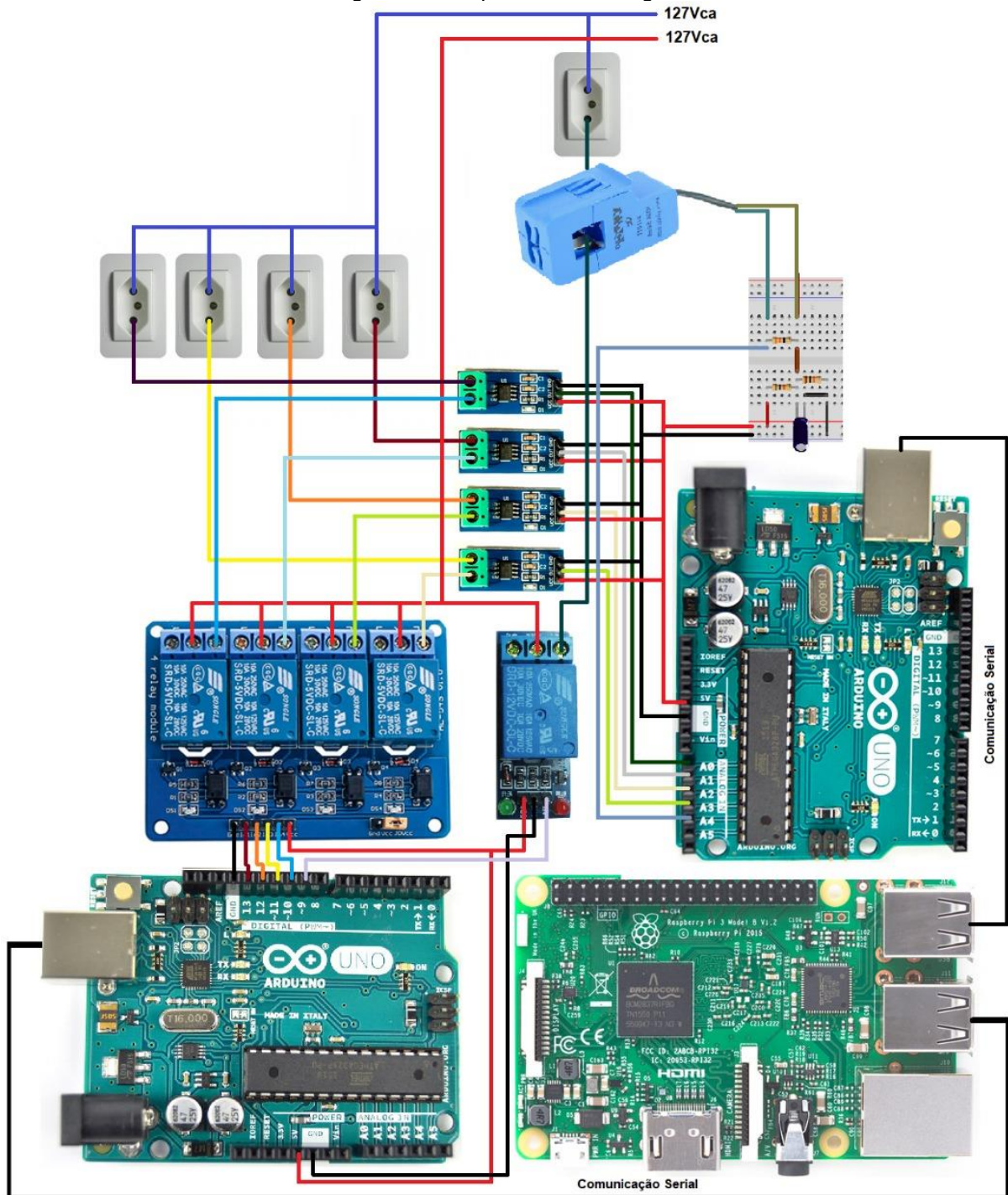
Figura 29 - Modelagem banco de dados



3.3.3 Esquema de Montagem

Foi utilizado um esquema elétrico para possibilitar uma melhor compreensão do funcionamento do projeto e facilitar sua montagem, para que todos os integrantes pudessem realizar o processo de montagem e para evitar problemas com o hardware por falta de documentação. Abaixo está o diagrama de montagem:

Figura 30 - Esquema de Montagem



4 RESULTADOS OBTIDOS

Foi feito um estudo de mercado e para criar um escopo do projeto e de mercado com base na ideia apresentada e redigido este documento que visa formalizar a proposta. Para o avanço, foi necessário a realização de testes do protótipo gerando históricos de consumos para validar os mecanismos.

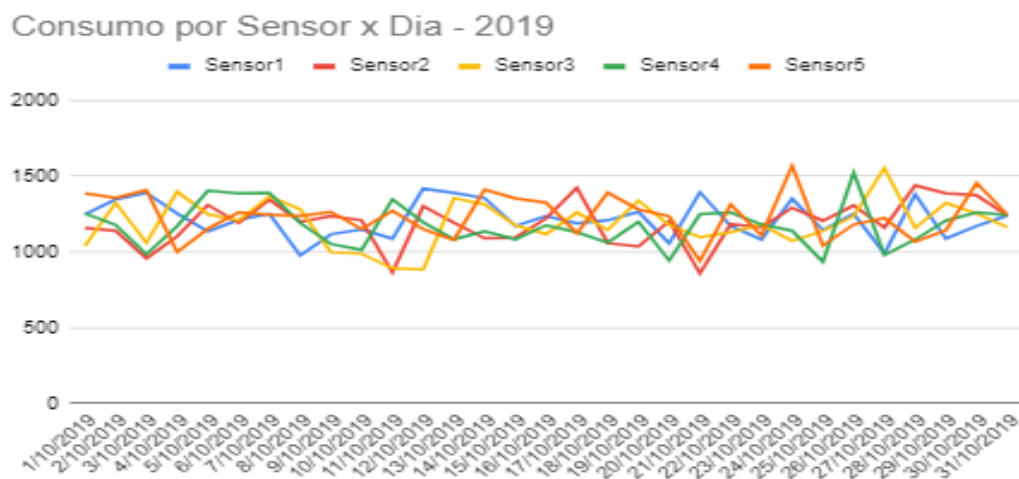
O Desenvolvimento do projeto nos primeiros seis meses, se teve um foco em documentar o tema proposto, passar por revisões, avaliações, para que o mesmo atinja a aceitação desejada. No segundo semestre, especialmente, ao desenvolvimento do produto, até se ter 100% do projeto concluído

Este projeto poderá ajudar solucionar problemas como gastos excessivos, falta de controle e gerenciamento de energia. Com as pesquisas feitas de análises de mercado, verificou-se que existem projetos similares para o monitoramento de consumo, no entanto, não se identificou um produto com este foco que esteja disponível para comercialização.

Foi realizada uma pesquisa através do Google Forms para obter de forma mais específica e detalhada o que as pessoas sabem sobre controle e economia de energia. A pesquisa se mostrou muito engrandecedora, pois foi verificado o interesse da grande maioria no tema. Foi perguntado: “Você gostaria de utilizar nosso sistema em sua residência que gerencie e controle o seu consumo de energia de forma detalhada e precisa, além de reduzir os seus custos?”, 96.2% das pessoas responderam que sim. O valor que as pessoas estão dispostas a pagar pelo sistema no mercado, condiz com o investimento proposto. Também se pode notar a falta de conhecimento em um produto semelhante, 82.7% das pessoas desconhecem a existência de algum sistema semelhante. Outro fator muito importante, foi a idade dos usuários. Se pode notar, uma diversidade das idades. Dos jovens até os mais idosos demonstraram interesse no sistema e no assunto, o que mostra um interesse geral no produto.

Afim de obter resultados sobre os dados, deixou-se no período de 1 mês o sistema em funcionamento. A seguir, mostra-se os dados em kW/h obtidos no mês de outubro:

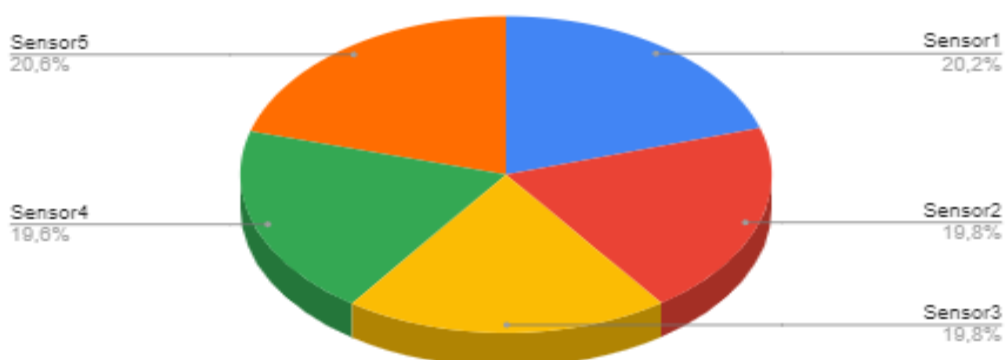
Figura 31 - Consumo por Sensor x Dia



A figura 31, acima, mostra um gráfico em linhas. Demonstra os resultados de cada sensor em cada dia do mês de outubro. Se pode observar que cada sensor está representado por uma cor para facilitar a visualização. Na parte lateral, está em kW/h o consumo. Já na parte inferior, estão as datas ao longo do mês. Nota-se que houve uma média de gasto semelhante entre os sensores.

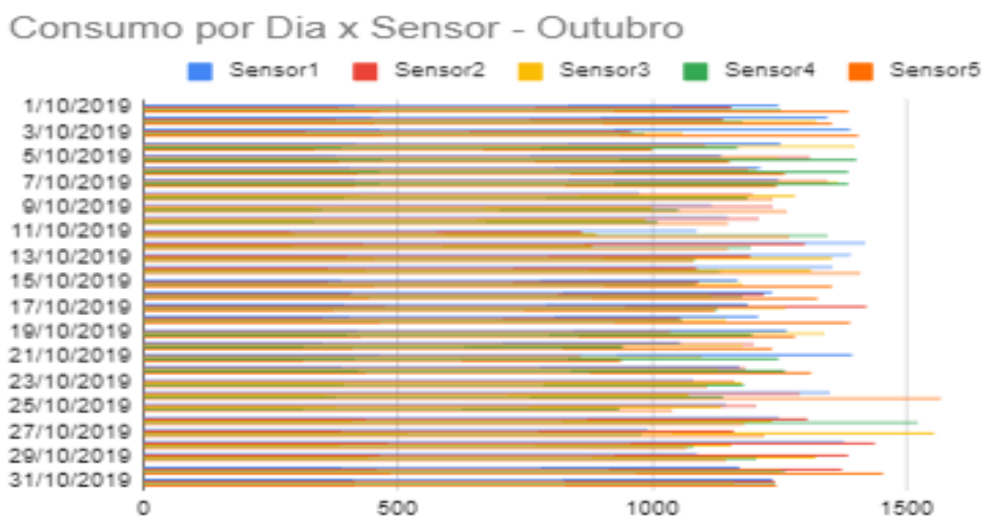
Figura 32 - Consumo por Sensor

Consumo por Sensor - Outubro



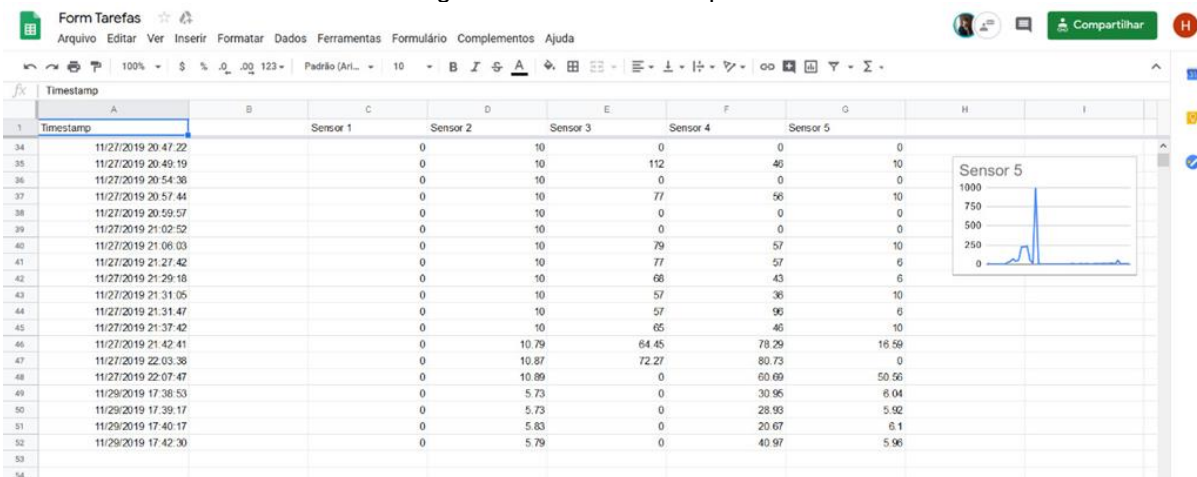
Já a figura 32, acima, mostra um gráfico em pizza. Demonstra o consumo geral por sensor no mês de outubro. É um gráfico que representa de forma clara e específica o gasto de cada sensor em porcentagem. Facilitando o entendimento do usuário leigo. Se pode notar que “Sensor 5” foi aonde se teve mais gasto.

Figura 33 - Consumo por Dia x Sensor



A figura 33, acima, mostra um gráfico em barras. Representa o consumo de cada sensor em cada dia de utilização ao longo do mês de outubro. Assim como o gráfico em linhas, ele é detalhado, logo mostrando de forma específica o gasto em kW/h de cada sensor.

Figura 34 - Consumo na planilha



É possível exportar para uma planilha todas as informações de gastos e consumos, como visto na figura 34 acima. Todos os gastos dos sensores, dias e gráficos podem ser analisados. Também é existe a possibilidade de editar e gerenciar os dados.

Com isso conclui-se que o projeto é viável, possui mercado, pessoas gostaram da proposta. O que tornará o sistema um produto que realmente irá

impactar a vida das pessoas de forma altamente positiva, dependendo apenas delas a aplicação correta do sistema.

5 MELHORIAS FUTURAS

O projeto possui melhorias futuras para se tornar um produto e competir no mercado, utilizando novos tipos de Nodes e estruturando para tornar a experiência do usuário ainda melhor com o produto, como por exemplo: novos *dashboards* detalhados, um aplicativo mobile bem estruturado para controlar e monitorar onde o usuário estiver e melhorar a estrutura elétrica por um engenheiro, assim garantindo mais segurança ao produto. Além de ter uma atualização anual das tarifas de todos os estados, visando o mercado nacional.

Outra oportunidade seria realizar uma parceria com construtoras para implementar o sistema desde o início da construção de residências, edifícios e lojas, com isso, fazendo com que se crie uma expansão em diversos setores que buscam o conceito de eficiência energética.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que o projeto está de acordo com a visão atual do país em termos de energia elétrica e sua eficiência, pois visa o gerenciamento do consumo, conscientizando e alertando sobre o seu uso.

O projeto monitora o consumo total e por equipamento, independentemente do número de equipamentos ligados na rede, onde mostra o consumo de energia elétrica em tempo real através de dashboards, gráficos e relatórios bem detalhados para um maior entendimento do que está sendo consumido. Além disso, o usuário também pode controlar os acionamentos dos equipamentos por horário em que ele programar no sistema, assim tornando o sistema mais intuitivo do que visual.

Com visão de mercado, o projeto GACCIE é um forte concorrente dentre sistemas que monitoram o consumo de energia, porém, seus diferenciais no mercado é saber com os melhores detalhes do que cada equipamento ou ambiente está consumindo, além do usuário receber relatórios contínuos de consumo por e-mail. Com base nessas pesquisas de mercado de produtos similares e até mesmo menos potentes, esses produtos possuem um valor muito alto e não tão eficazes. Então pode se ter uma ideia do principal motivo do porque a população não adquirir esses produtos.

O sistema possui um excelente custo benefício em termos de retorno a curto prazo e de fácil utilização comparado aos concorrentes no mercado, têm grande flexibilidade na programação, sendo possível utilizá-lo em qualquer lugar onde possui rede elétrica, visto que, instituições de ensino e residências é o foco principal de utilização. Percebe-se que grande parte das pessoas não possuem conhecimento referente a eletricidade, muitas delas às vezes pagam uma conta de luz sem ter o conhecimento de qual equipamento é o grande “vilão” da tarifa.

Conforme realizado perguntas estratégicas pessoalmente e por formulário, foi possível adquirir um conhecimento de que o projeto pode ser um case de sucesso. Muitas das pessoas se interessaram em ter um sistema em sua residência para saber o que está sendo consumindo e que trará benefícios na questão de redução nas tarifas e conscientização do uso de energia elétrica.

Durante o desenvolvimento do projeto se pode notar o quão a tecnologia ainda pode contribuir, no que se trata a sustentabilidade e as questões sociais relacionadas ao tema.

REFERÊNCIAS

ABESCO. **Desperdício de energia atinge R\$ 61,7 bi em três anos.** 2017.

Disponível em: <http://www.abesco.com.br/novidade/desperdicio-de-energia-atinge-r-617-bi-em-tres-anos/>>. Acesso em: 20 ago.2019.

ALLEGRO MICROSYSTEMS. **Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor.**

2013. Disponível em: <

https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_ACS712.pdf/>. Acesso em: 10 out.2019.

ANDRADE, Camila. **Diferença entre tomadas de 10 e 20 ampères.**2017.

Disponível em: <<https://www.saladaeletrica.com.br/tomadas-de-10-e-20-amperes/>> Acesso em: 10 out.2019.

ARDUINO. **Arduino Duemilanove.** 2011. Disponível em:

<<https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardDuemilanove/>>. Acesso em: 05 out. 2019.

_____. **ARDUINO 1.8.10.** 2019. Disponível em:

<<https://www.arduino.cc/en/Main/Software/>>. Acesso em: 05 out. 2019.

BAÚ DA ELETRÔNICA. **Sensor de Corrente Não Invasivo 100A SCT-013.** 2019.

Disponível em: <<https://www.baudaeletronica.com.br/sensor-de-corrente-n-o-invasivo-100a-sct-013.html/>>. Acesso em: 05 out. 2019.

BRINGIT. **Quais as principais diferenças entre cartões de memória (SD e similares)?**.2018. Disponível em: <<https://suporte.bringit.com.br/hc/pt-br/articles/205172648-Quais-as-principais-diferen%C3%A7as-entre-cart%C3%B5es-de-mem%C3%B3ria-SD-e-similares-/>>. Acesso em: 05 out. 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia., **Aneel altera regras para estimular geração distribuída em universidades** 2017. Disponível em:

<http://www.mme.gov.br/web/guest/paginainicial/outrasnoticias//asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/aneel-altera-regras-para-estimulargeracaodistribuida-em-universidades/>. Acesso em: 13 abr. 2019.

CENTRO REGIONAL DE INFORMAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Relatório da ONU mostra população mundial cada vez mais urbanizada, mais de metade vive em zonas urbanizadas ao que se podem juntar 2,5 mil milhões em 2050.**

2014. Disponível em: <<https://www.unric.org/pt/actualidade/31537-relatorio-da-onu-mostra-populacao-mundial-cada-vez-mais-urbanizada-mais-de-metade-vive-em-zonas-urbanizadas-ao-que-se-podem-juntar-25-mil-milhoes-em-2050/>>. Acesso em: 30 ago. 2019.

COMPONENTS101. **ACS712 Current Sensor Module**. 2018. Disponível em: <<https://components101.com/sensors/acs712-current-sensor-module/>>. Acesso em: 05 out. 2019.

COPEL. **Bandeiras tarifárias**. 2018. Disponível em: <<https://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2F646FD901E633B5D803257EBB0042CDB0/>>. Acesso em: 27 abr. 2019.

_____. **Tarifa convencional: subgrupo B3**. 2018. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2F8c04fbf11f00cc5703257488005939be/>>. Acesso em: 27 abr. 2019.

EFLUL. **Potência Elétrica Média (WATTS) de Aparelhos Elétricos**. 2019. Disponível em: <<http://www.eflul.com.br/consumidores/tabela-de-consumo/>> Acesso em: 12 out. 2019.

FERREIRA, F. et al. **Perspectivas para o uso do Node-RED no Ensino de IoT**. Minas Gerais: IJCAE, 2017.

F&C: Financiamento e Construção. **Tomadas: o que é e para que serve em uma casa**. 2019. Disponível em: <<https://www.financiamentoeconstrucao.com.br/tomadas-o-que-e-e-para-quer-serve-em-uma-casa.html/>>. Acesso em: 05 out.2019.

GOMES, Andre. **Novo projeto? Vou de PHP ou Node.js?**. 2017. Disponível em: <<https://medium.com/somoss2it/novo-projeto-vou-de-php-ou-node-js-480eb5d8c81/>>. Acesso em: 05 out.2019.

GOOGLE. **Firestore Google**. 2017. Disponível em: <<https://firebase.google.com/?hl=pt-BR/>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

GUILHERME, Luiz. **Para que serve a ISO 50001?**. 2017. Disponível em: <<https://www.consultoriaiso.org/para-que-serve-a-iso-5001/>>. Acesso em: 10 mai. 2019.

IBM IoT. **Getting started with Watson IoT Platform using Node-RED**. 2019. Disponível em: <<https://developer.ibm.com/recipes/tutorials/getting-started-with-watson-iot-platform-using-node-red/>>. Acesso em: 07 nov. 2019.

LAMBERTS, R.; DUTRA, O.R.; PEREIRA, L. **Eficiência energética na arquitetura**. 3ª ed. São Paulo: PW Editores, 2012.

LEMOES, Manoel. **Conheça os shields e incremente seu Arduino com eles**. 2013. Disponível em: <<https://blog.fazedores.com/conheca-os-shields-e-incremente-seu-arduino-com-eles/>>. Acesso em: 07 out. 2019.

MENDES, Segatto; PAULA, Andréa; MENDES, Nathan. Cooperação tecnológica universidade-empresa para eficiência energética: um estudo de caso. **RAC- Revista de Administração Contemporânea**, v.10, n. Esp, 2006.

NODE.JS. **Node.js is a JavaScript runtime built on Chrome's V8 JavaScript engine**. 2019. Disponível em: <https://nodejs.org/en/>. Acesso em: 10 de out.2019

PERRY, Steve. **As 5 principais razões para usar o Node-RED hoje mesmo**. 2019. Disponível em: <<http://bluedev.com.br/2019/03/21/as-5-principais-razoes-para-usar-o-Node-RED-hoje-mesmo/>>. Acesso em: 03 set. 2019.

PIOVESAN, Cleiton. **SISTEMA DE MONITORAMENTO PARA CONSUMO DE ENERGIA RESIDENCIAL**. 2017. Disponível em: [http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4828/Cleiton %20Piovesan.pdf?sequence=1/](http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4828/Cleiton%20Piovesan.pdf?sequence=1/)>. Acesso em: 10 de out. 2019

PROCEL. **PROCEL SELO - Eficiência Energética em Equipamentos**. 2006. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS623FE2A5ITEMIDF05F4A2E14D84958AAEE698B55F104EAPTBRIE.htm/>> Acesso em: 04 junh.2019

PROGIANTE, André. **Trabalhos Academicos**. 2016. Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180450/tce-06022017-152224/?&lang=br/>>. Acesso em: 10 out. 2019

RASPBERRY PI. **Raspberry Pi 3 Model A+**. 2019. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-a-plus/>>. Acesso em: 05 out.2019.

_____. **Raspbian**. 2019. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>>. Acesso em: 05 out.2019.

ROBOCORE. **Módulo Relé Arduino**. 2019. Disponível em: <<https://www.robocore.net/tutoriais/modulo-rele-arduino.html/>>. Acesso em: 05 out.2019.

ROCHA, Raphael; SILVA, Leonardo. **Controle de consumo de energia**. 2018. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9726/1/PG_COADS_2018_1_02.pdf/>. Acesso em: 05 out.2019.

SILVEIRA, Cristiano. **O que é automação industrial**. 2018. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/o-que-e-automacao-industrial/>>. Acessado em: 18 mai. 2019.

_____. **Sete benefícios conquistados através da automação industrial.** 2018. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/sete-beneficios-automacao-industrial/>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

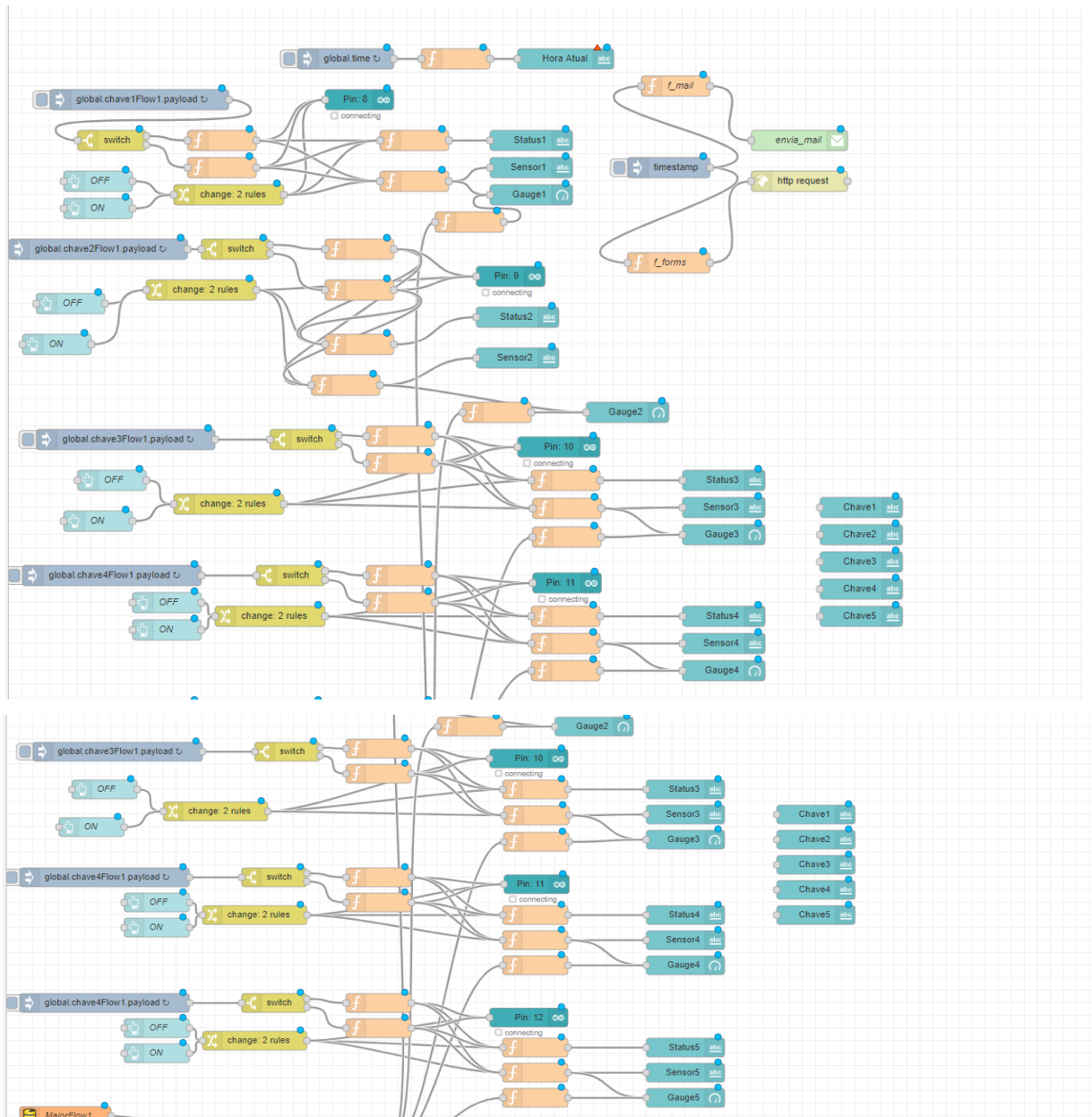
WEISER, MARK. **The Computer for the 21st Century.** 1991. Disponível em: <<https://www.ics.uci.edu/~corps/phaseii/Weiser-Computer21stCentury-SciAm.pdf/>>. Acesso em: 10 mai. 2019

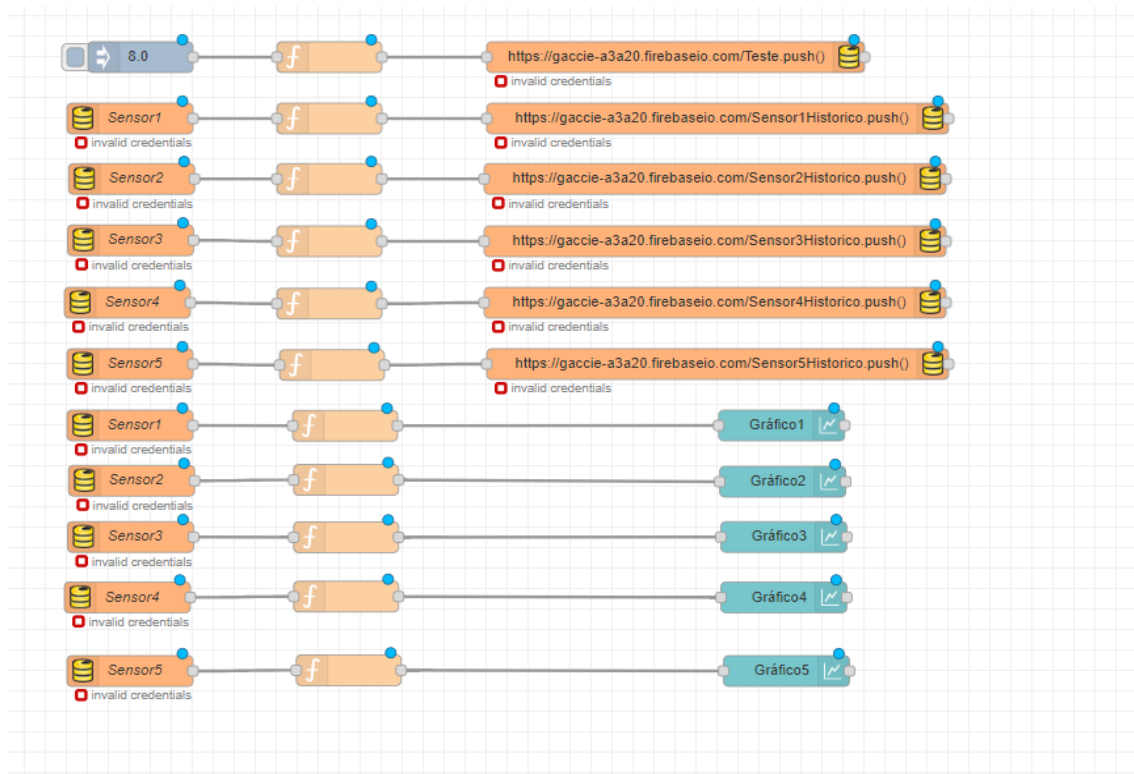
YHDC. **Split core current transformer.** 2014. Disponível em: <https://www.mcielectronics.cl/website_MCI/static/documents/Datasheet_SCT013.pdf/>. Acesso em: 10 de out. 2019

7 APÊNDICES

APENDICE A

Programação - Node-RED Flow dashboard realtime



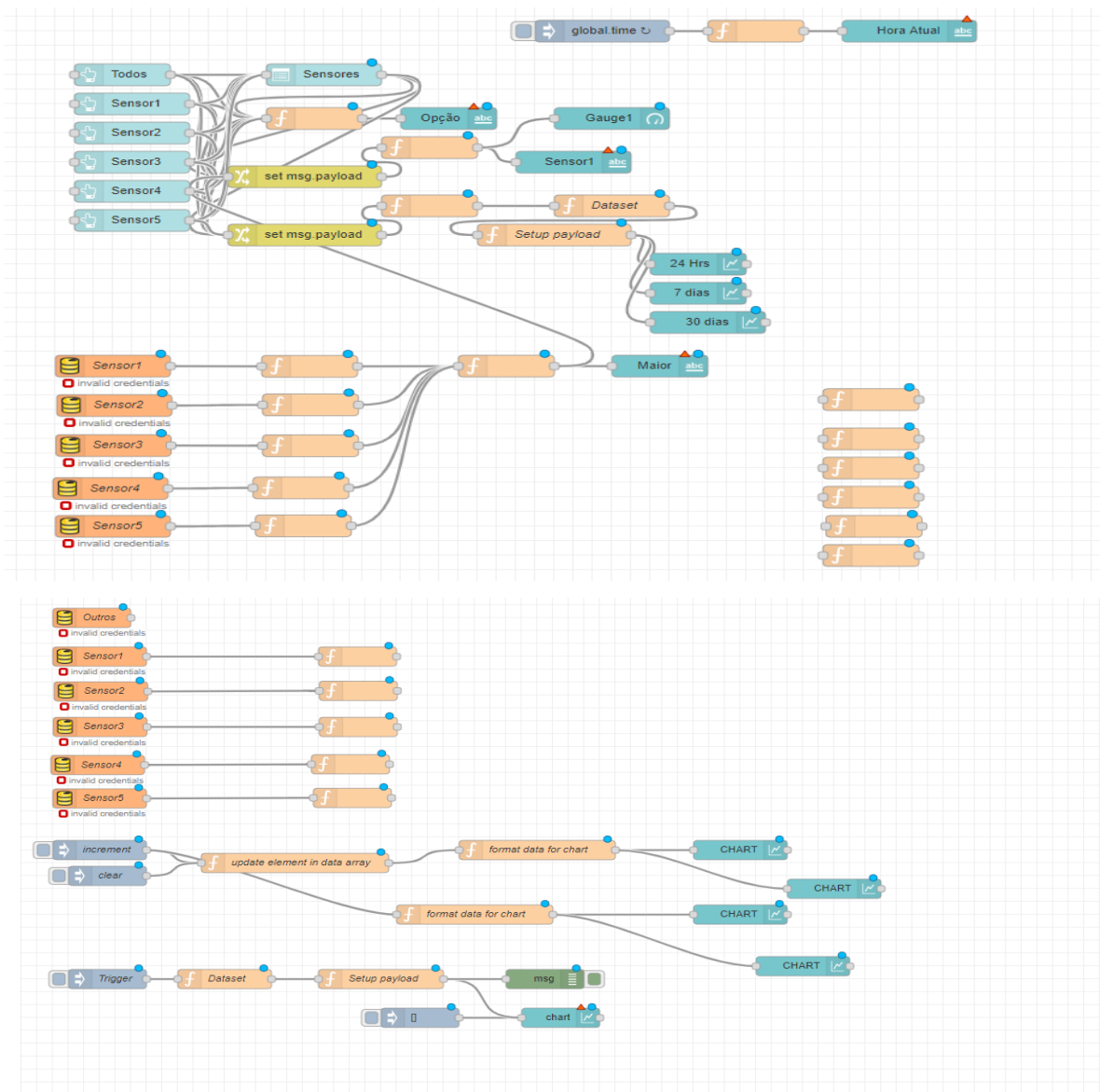


Para realizar a consulta do código da dashboard em tempo real do Node-RED, acessar o link:

<https://github.com/EidiKumagai/GACCIE/blob/master/Realtime.json>.

APÊNDICE B

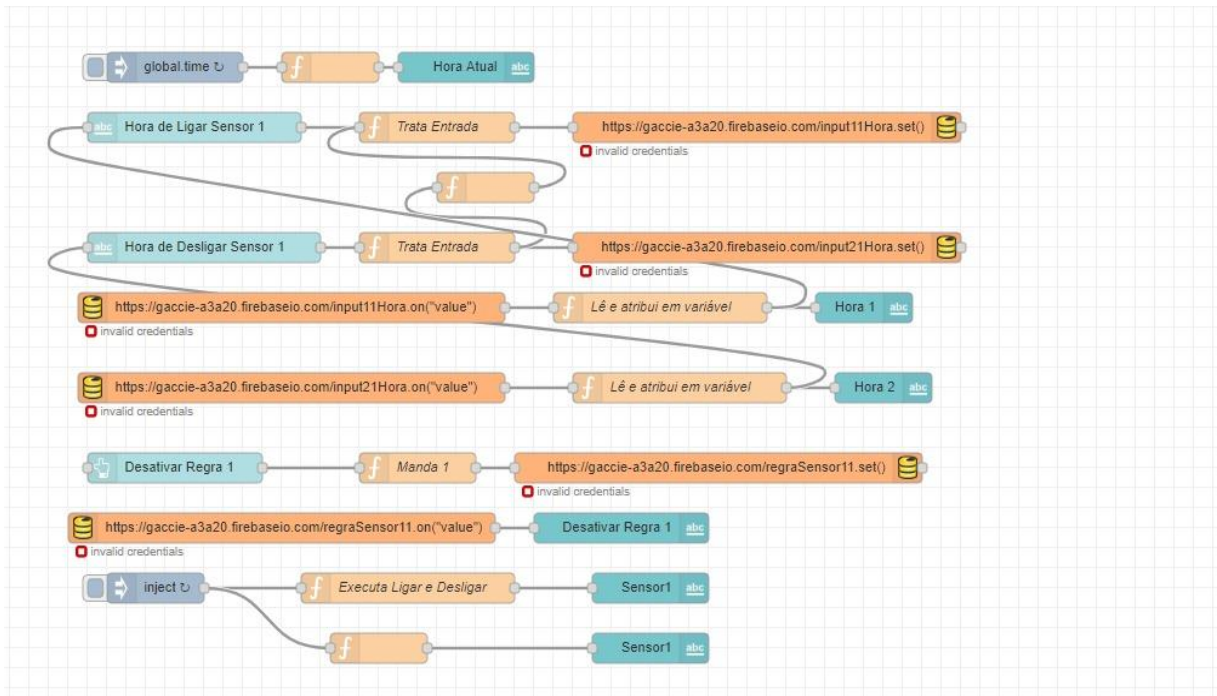
Programação - Node-Red Flow dashboard histórico



Para realizar a consulta do código do histórico da dashboard do Node-RED, acessar o link: <https://github.com/EidiKumagai/GACCIE/blob/master/Historico.json>.

APÊNDICE C

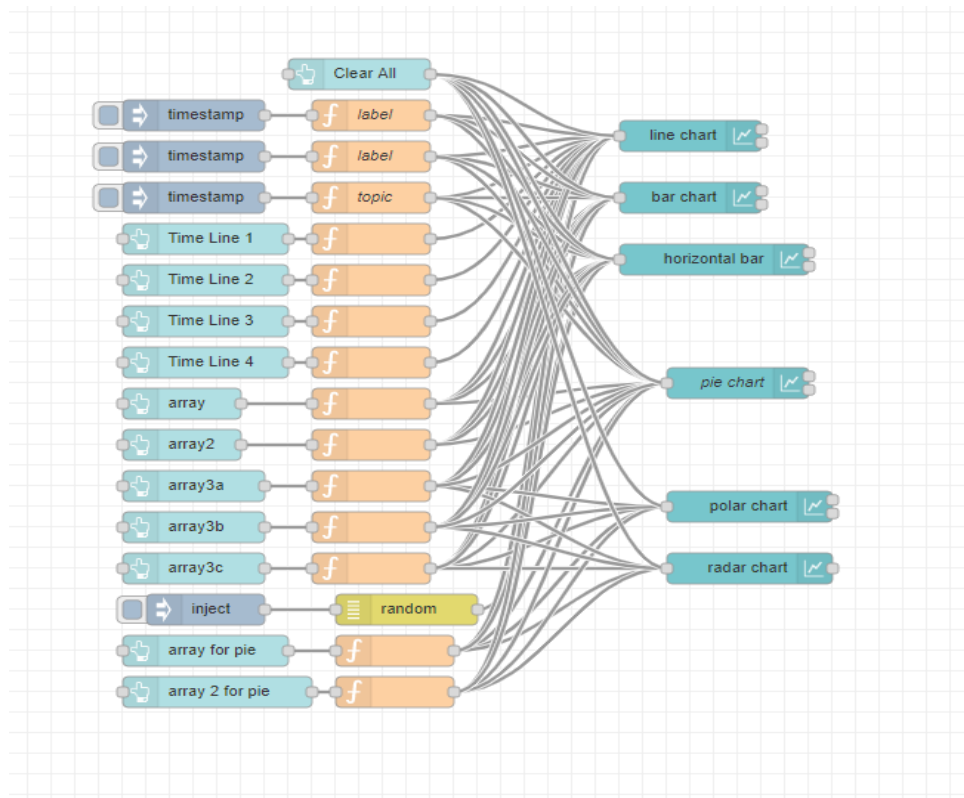
Programação - Node-Red Flow dashboard regras



Para realizar a consulta do código das regras da dashboard do Node-RED, acessar o link: <https://github.com/EidiKumagai/GACCIE/blob/master/Regra.json>.

APÊNDICE D

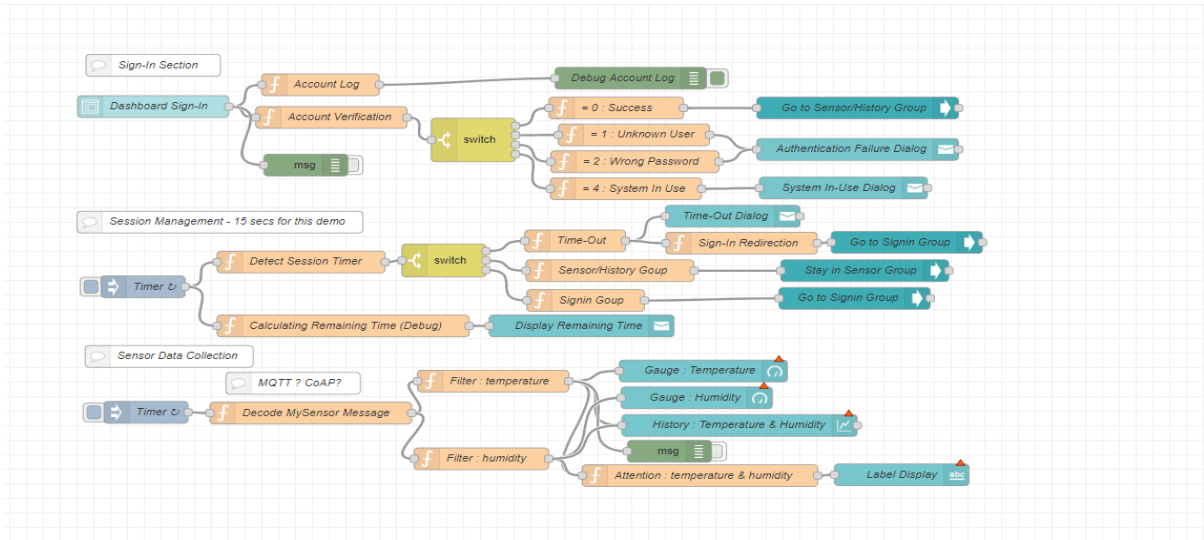
Gráficos



Para realizar a consulta do código dos gráficos, acessar o link:
<https://github.com/EidiKumagai/GACCIE/blob/master/Charts.json>.

APÊNDICE E

Login



Para realizar a consulta do código do login, acessar o link:
<https://github.com/EidiKumagai/GACCIE/blob/master/Login.json>.

APÊNDICE F

User Guide

1.1 Explicação do Técnica.

O manual de usabilidade do GACCIE tem a finalidade de auxiliar o usuário, para a utilização correta do sistema. O projeto consiste em um sistema elétrico e um microcomputador (Raspberry). Para o usuário acessar o sistema, é necessário de uma tomada para ligar o microcomputador. Para fazer o funcionamento do sistema elétrico, é preciso ligar os cabos seriais dos Arduinos ligados nas portas da Raspberry. O microcomputador contém uma saída de imagem HDMI, onde é conectado o dispositivo de saída de imagem, com a respectiva entrada.

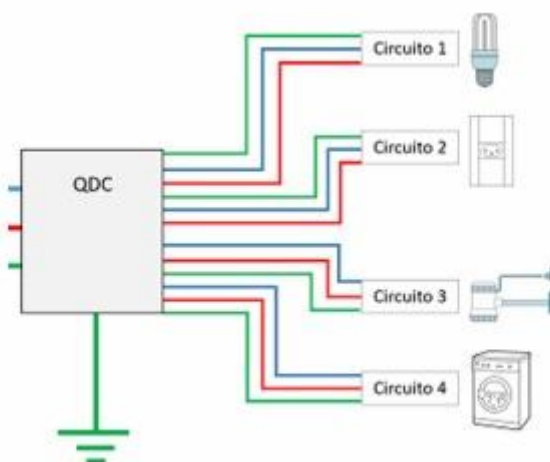
Após os acionamentos dos dispositivos, a Raspberry irá ligar. Como todo sistema operacional, ao inicializar pela primeira vez, ele irá solicitar as configurações padrões para inicializar.

1.1.1 Instalação em um ambiente

A instalação do sistema em qualquer ambiente que contém dispositivos elétricos, é feita pela equipe GACCIE. É importante ressaltar, que toda parte de instalação do circuito elétrico, até a instalação do software no servidor Raspberry, será de toda responsabilidade da equipe de instalação.

Em um ambiente residencial, a equipe irá instalar o sistema elétrico GACCIE junto com o quadro de distribuição de energia da residência, onde é ligado os dispositivos de energia, como as tomadas, chuveiros e luz.

Cenário de uma central distribuição de energia residencial



Com o sistema integrado junto com a central de distribuição, o usuário irá monitorar qualquer dispositivo que esteja interligado na central.

1.2 Guia do usuário

Para o usuário acessar o sistema, após a equipe de instalação realizar todo o processo. É necessário iniciar o sistema operacional no servidor Raspberry. Com o sistema operacional ligado, necessita o usuário abrir qualquer navegador de web para acessar a *dashboard*.

A *dashboard* é desenvolvida pelo Node-RED, onde o mesmo utiliza uma porta local do servidor para o sistema web ficar acessível para o usuário. Após abrir o navegador web, é necessário acessar o seguinte link na aba de pesquisa:

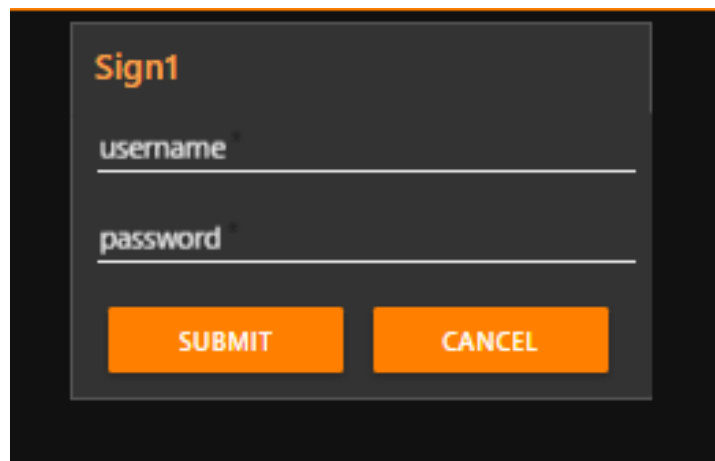
Link: 127.0.0.1:1880/ui/

O link de acesso é composto por um IP, é uma rota do Node-RED que fica a *dashboard* do sistema.

Após acessar o link, o usuário é redirecionado para a parte de autenticação do usuário no sistema.

O sistema GACCIE quando adquirido pelo o usuário, é fornecido um nome de usuário e uma senha, essas informações é mostrada na caixa do sistema.

Login do sistema na dashboard

A login form titled "Sign1" in orange text. It features two input fields: "username" and "password", both with white text on a dark background. Below the fields are two orange buttons: "SUBMIT" and "CANCEL". The entire form is set against a dark background.

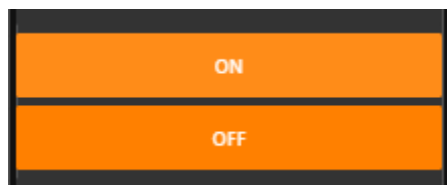
Após o usuário fazer o login no sistema, é direcionado para a *dashboard*. A *dashboard* é constituída por três principais páginas: *Dashboard Realtime*, *Dashboard Histórico*, *Dashboard Regra*.

1.2.1 *Dashboard Realtime*

Esta página é feita para monitorar e gerenciar os dispositivos elétricos, que foram inseridos pela equipe de instalação na central juntamente com o sistema. Cada dispositivo mostrado na página contém um botão de ligar e desligar, um gráfico de linha em tempo real, e um gráfico gauge de consumo.

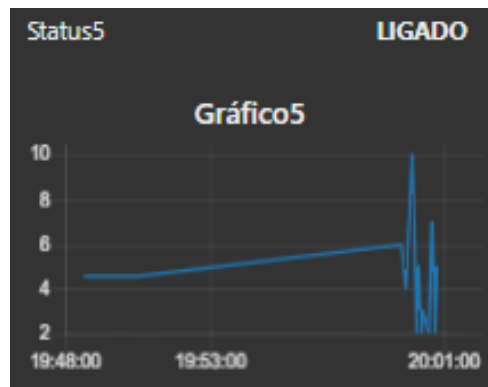
- Ligar: o usuário poderá acionar o ligamento do dispositivo.
- Desligar: o usuário poderá acionar o desligamento do dispositivo.

Botão de Desligar



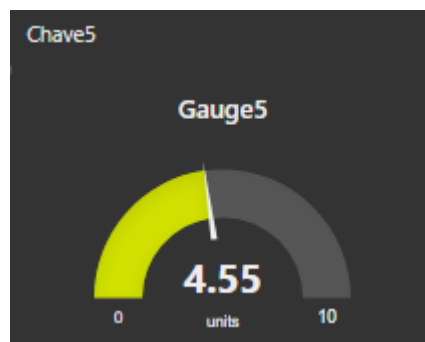
- Gráfico de linha: o usuário poderá analisar o consumo em tempo real do dispositivo.

Gráfico de linha em tempo real



- Gráfico de gauge: o usuário analisará a quantidade de consumo que o dispositivo está consumindo. Quando o dispositivo estiver desligado, o gauge irá sempre mostrar o valor zero.

Gráfico de Gauge



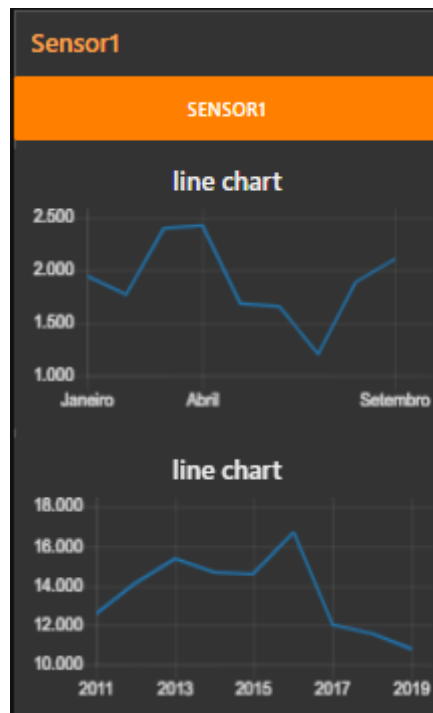
1.2.2 Dashboard Historico

A *dashboard* histórico foi desenvolvida para analisar o consumo de cada dispositivo historicamente, para o usuário ver o quanto que cada dispositivo consumiu em um período determinado de tempo.

Na aba de início, o usuário poderá decidir ver o histórico de consumo de um determinado dispositivo.

Cada dispositivo contém gráficos que mostram os meses, e os anos de consumo de energia.

Gráficos da *dashboard* histórico



1.2.3 *Dashboard* Regras de acionamento

A *dashboard* regras de acionamento, tem seu objetivo de adicionar regras de acionamento para os dispositivos elétricos. O usuário poderá decidir acionar um ligamento ou desligamento de um respectivo dispositivo em um determinado tempo.

Dashboard regras de acionamento

Início		Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Hora Atual	21:09:14	DESATIVAR REGRA 1	Hora de Ligar Sensor 1 11:15	Hora de Desligar Sensor 1 11:16	Sensor1 DESLIGADO
		Desativar Regra 1 false	Hora 1 11:15	Hora 2 11:16	Sensor1 DESLIGADO
		DESATIVAR REGRA 2	Hora de Ligar Sensor 2 11:15	Hora de Desligar Sensor 2 11:16	Sensor2 LIGADO
		Desativar Regra 2 false	Hora 1 11:15	Hora 2 11:16	Sensor2 LIGADO
		DESATIVAR REGRA 3	Hora de Ligar Sensor 3 11:15	Hora de Desligar Sensor 3 11:16	Sensor3 LIGADO
		Desativar Regra 3 false	Hora 1 11:15	Hora 2 11:16	Sensor3 LIGADO
		DESATIVAR REGRA 4	Hora de Ligar Sensor 4 11:15	Hora de Desligar Sensor 4 11:16	Sensor4 LIGADO
		Desativar Regra 4 false	Hora 1 11:15	Hora 2 11:16	Sensor4 LIGADO
		DESATIVAR REGRA 5	Hora de Ligar Sensor 5 11:15	Hora de Desligar Sensor 5 11:16	Sensor5 LIGADO
		Desativar Regra 5 false	Hora 1 11:15	Hora 2 11:16	Sensor5 LIGADO

Na aba de início é mostrado a hora atual do sistema.

Na aba de grupo 1 é apresentado botões de desativar regras. O usuário nesta aba, poderá decidir desativar toda a regra de acionamento que o mesmo implantou para respectivo dispositivo.

Na aba de grupo 2, é apresentado um campo para o usuário digitar, qual a hora que o mesmo quer acionar o dispositivo

Na aba de grupo 3, é apresentado outro campo, para digitar a hora que o mesmo quer desligar o dispositivo.

E na aba de grupo 4, é apresentado o status dos dispositivos, se eles estão ligados ou desligados.

1.2.4 Google Forms e envio de e-mails

Além das *dashboards*, o sistema proporciona uma análise através do Google Forms onde o usuário poderá analisar, o consumo de cada dispositivo. As informações são exibidas em uma planilha, e junto com elas, gráficos de linhas.

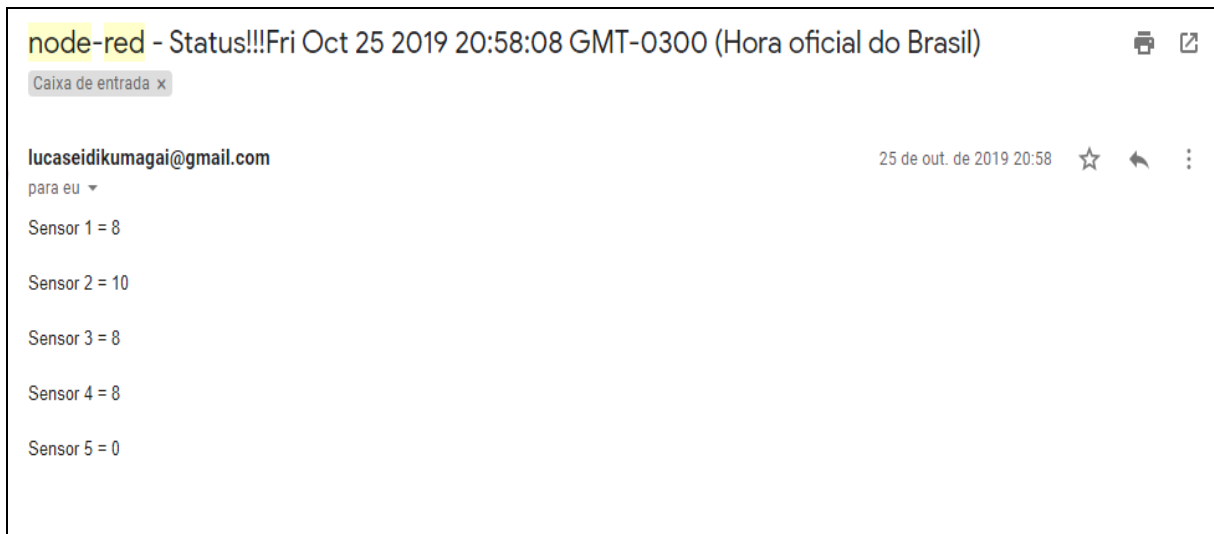
Para o usuário acessar o Google Forms, basta acessar o endereço de pesquisa em seu navegador web, por meio do link a seguir:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1yAJfljlStaEmTjaP496Oc9uP7Ma-9gP08hHWA2sBllw/edit?usp=sharing>.

O sistema enviará e-mails para o usuário. O endereço de e-mail que será enviado as informações, é configurado na instalação do sistema. O usuário decide qual e-mail de sua preferência será utilizado no sistema.

Para o usuário visualizar os e-mails enviados, basta acessar a caixa de entrada de seu e-mail, segue abaixo uma demonstração de um envio:

Demonstração de envio de e-mail



2.Casos de usabilidade

O sistema GACCIE pode ser acessado por algumas que serão citadas abaixo:

2.1 Caso 1: sem Raspberry

O usuário pode entrar na *dashboard* sem a necessidade de usar a Raspberry. O mesmo precisa estar conectado na mesma rede em que a Raspberry está conectada.

Para acessar em outro dispositivo, é necessário colocar o endereço de IP do servidor Raspberry e a porta que o Node-RED está utilizando, na barra de pesquisa de um navegador web.

2.2 Caso 2: visão do sistema em Televisão

Caso o usuário queira deixar a *dashboard* em um ambiente que o mesmo possa ter uma visão de uma imagem maior, o usuário poderá ver a *dashboard* em uma televisão que tenha entrada de vídeo HDMI. Esta televisão pode estar conectada na Raspberry ou não.

2.3 Caso 3: visão do sistema em um celular

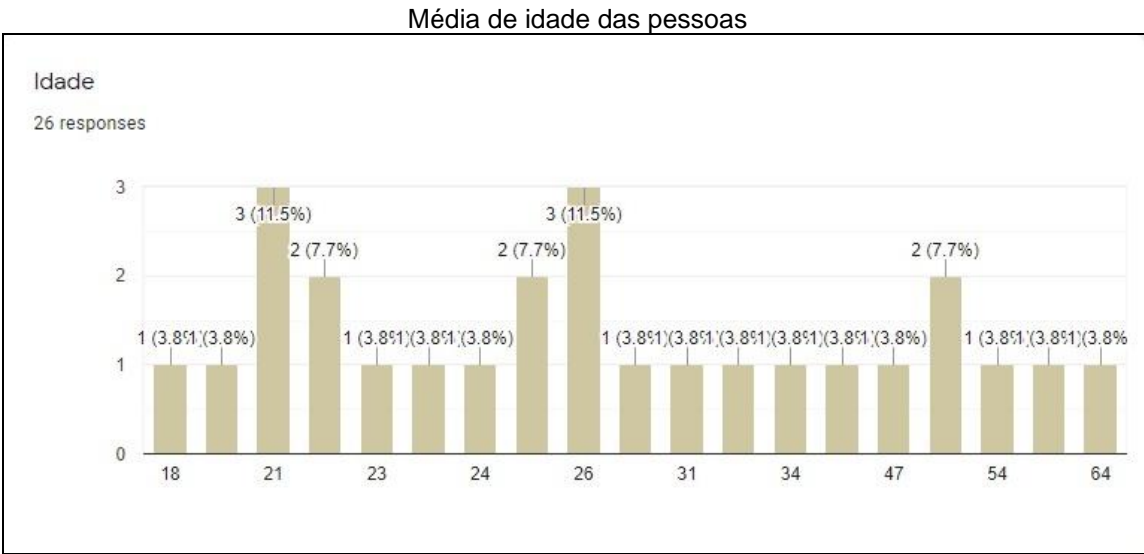
Para acessar a *dashboard* pelo celular, basta ter instalado um navegador web em seu dispositivo móvel, e acessar pelo o endereço de pesquisa, endereço de IP do servidor Raspberry e a porta que o Node-RED está usando, como no começo deste capítulo.

APÊNDICE G

Dados obtidos pela pesquisa realizada através do Google Forms

Dados obtidos pela pesquisa realizada através do Google Forms.

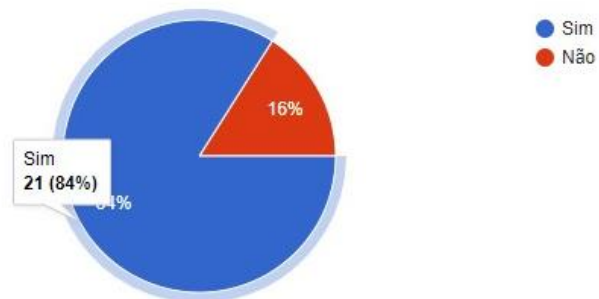
Afim de obter mais informações sobre o que as pessoas sabem sobre conscientização do uso de energia elétrica, realizou-se uma pesquisa sobre o tema utilizando o Google Forms. A seguir, seguem os dados obtidos:



Pergunta: "Você já ouviu falar de Automação Residencial?" - Eficiência Energética

Você já ouviu falar de Automação Residencial?

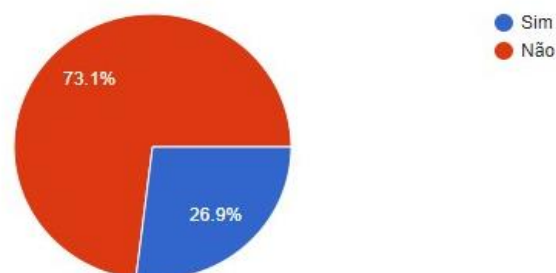
25 responses



Pergunta: "Você já ouviu falar de algum produto no mercado que ajude a conscientizar o uso de energia elétrica?" – Automação Residencial

Você já ouviu falar de algum produto no mercado que ajude a conscientizar o uso de energia elétrica?

26 responses



Pergunta: "Caso sua resposta foi Sim, qual produto ou solução já ouviu falar?"

Caso sua resposta foi Sim, qual produto ou solução você já ouviu falar?

7 responses

Nenhum específico

Energia solar

Não lembro

Geladeira inverter

Lâmpada LED

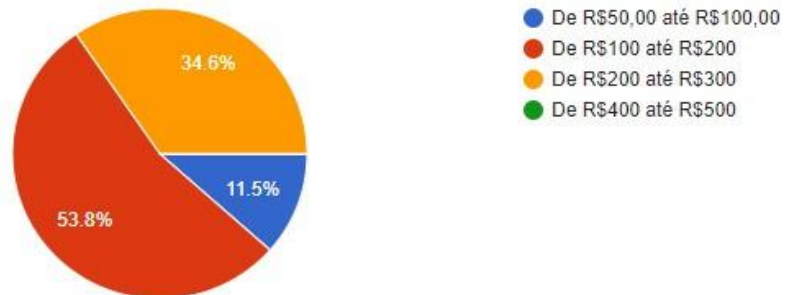
Proteste

Circuit breaker

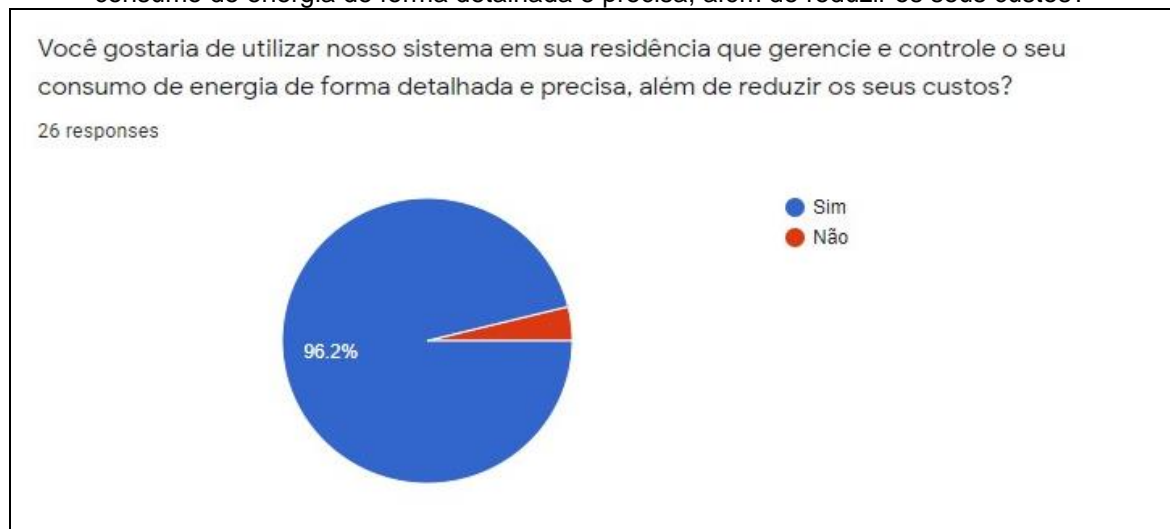
Pergunta: "Qual média de consumo mensal de energia em sua residência?"

Qual a média de consumo mensal de energia em sua residência?

26 responses



Pergunta: "Você gostaria de utilizar nosso sistema em sua residência que gerencie e controle o seu consumo de energia de forma detalhada e precisa, além de reduzir os seus custos?"



Pergunta: "Se você tivesse interesse em adquirir um sistema que controle seu consumo de energia, até quanto você investiria?"



Pergunta: "De sua opinião sobre a conscientização de redução sobre o custo de energia elétrica."

De sua opinião sobre a conscientização de redução sobre o custo de energia elétrica.

16 responses

Há poucos projetos sobre tal tema. Na realidade, nunca ouvi falar sobre um.

Eu moro com meus pais, temos 2 casa alugadas no mesmo terreno, seria otimo pra dividir o valor de cada casa, por questoes de documentacao so temos um relógio

Importante, contribui para a redução dos custos.

Extremamente importante e util em todas áreas visando maior bem estar social e ambiental

Acima das questões do custo que é suma importância em vários aspectos, não esqueçamos do impacto ambiental.

Uma ótima ideia para diminuir os gastos.

É importante para o meio ambiente e as gerações futuras que precisam desde cedo aprender a economizar energia

Se for eficiente .. TOP

Pergunta: "De sua opinião sobre a conscientização de redução sobre o custo de energia elétrica."

De sua opinião sobre a conscientização de redução sobre o custo de energia elétrica.

16 responses

Importante para diminuirmos o gasto de recursos naturais.

Muito bom

Importante para o planeta.

É de extrema importância, não só para o bolso, pensando na economia financeira, mas também para o meio ambiente, já que é possível utilizar energia de forma mais eficiente, desperdiçando menos

É necessária.

Se todos adotassem um mecanismo de redução de custo de energia eletrica iria agregar na economia do país.

Considero algo muito interessante, nos dias de hoje buscamos sempre economizar, qualquer ajuda é muito bem vinda.



Com base nestes resultados obtidos pela população, foi possível verificar que o conhecimento sobre conscientização de energia é baixo, com isso, o projeto é viável no mercado e que trará benefícios para sociedade na redução do consumo e economia de energia.

APÊNDICE H

Aplicativo Mobile Android usando o MIT App Inventor

Telas



Códigos

```
when FirebaseDB1 .FirebaseError
  message
do
  call Notifier1 .LogError
    message
    get message
```

```
when Screen1 .Initialize
do
  call FirebaseDB1 .GetValue
    tag
    valueIfTagNotThere
```

```
when btnON1 .Click
do
  call FirebaseDB1 .StoreValue
    tag
    valueToStore
  set imgTmd1 . Picture to
```

```
when btnON2 .Click
do
  call FirebaseDB1 .StoreValue
    tag
    valueToStore
  set imgTmd2 . Picture to
```

```
when btnOFF1 .Click
do
  call FirebaseDB1 .StoreValue
    tag
    valueToStore
  set imgTmd1 . Picture to
```

```
when btnOFF2 .Click
do
  call FirebaseDB1 .StoreValue
    tag
    valueToStore
  set imgTmd2 . Picture to
```

```
when btnON3 .Click
do
  call FirebaseDB1 .StoreValue
    tag
    valueToStore
  set imgTmd3 . Picture to
```

```
when btnOFF3 .Click
do
  call FirebaseDB1 .StoreValue
    tag
    valueToStore
  set imgTmd3 . Picture to
```



```

when btnON4 .Click
do
  call FirebaseDatabase1 .StoreValue
    tag "tomada4 "
    valueToStore 1
  set imgTmd4 . Picture to "ligado.png "

```

```

when btnON5 .Click
do
  call FirebaseDatabase1 .StoreValue
    tag "tomada5 "
    valueToStore 1
  set imgTmd5 . Picture to "ligado.png "

```

```

when btnOFF4 .Click
do
  call FirebaseDatabase1 .StoreValue
    tag "tomada4 "
    valueToStore 0
  set imgTmd4 . Picture to "desligado.png "

```

```

when btnOFF5 .Click
do
  call FirebaseDatabase1 .StoreValue
    tag "tomada5 "
    valueToStore 0
  set imgTmd5 . Picture to "desligado.png "

```

```

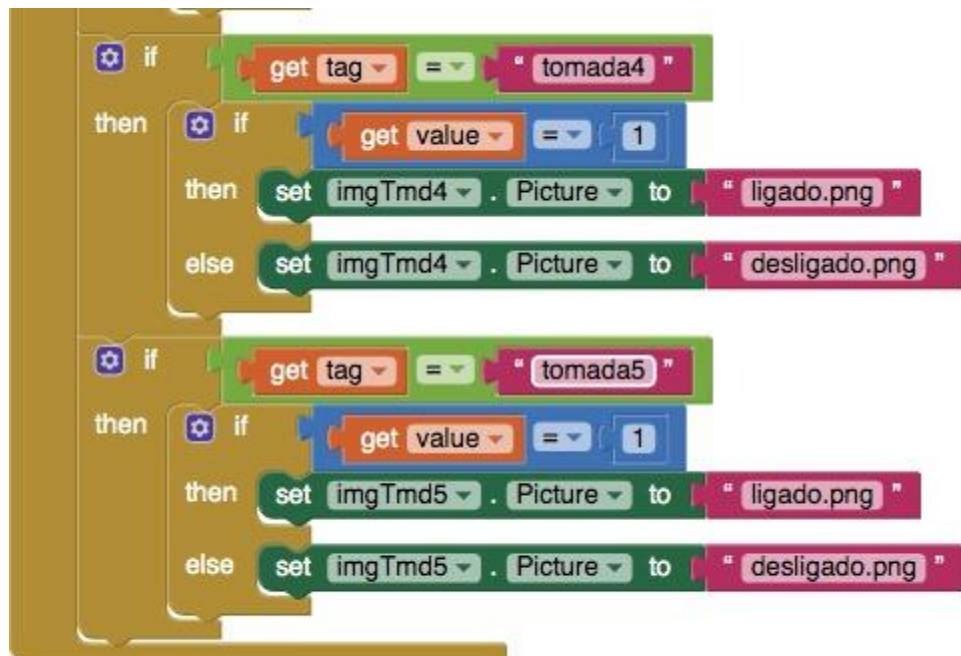
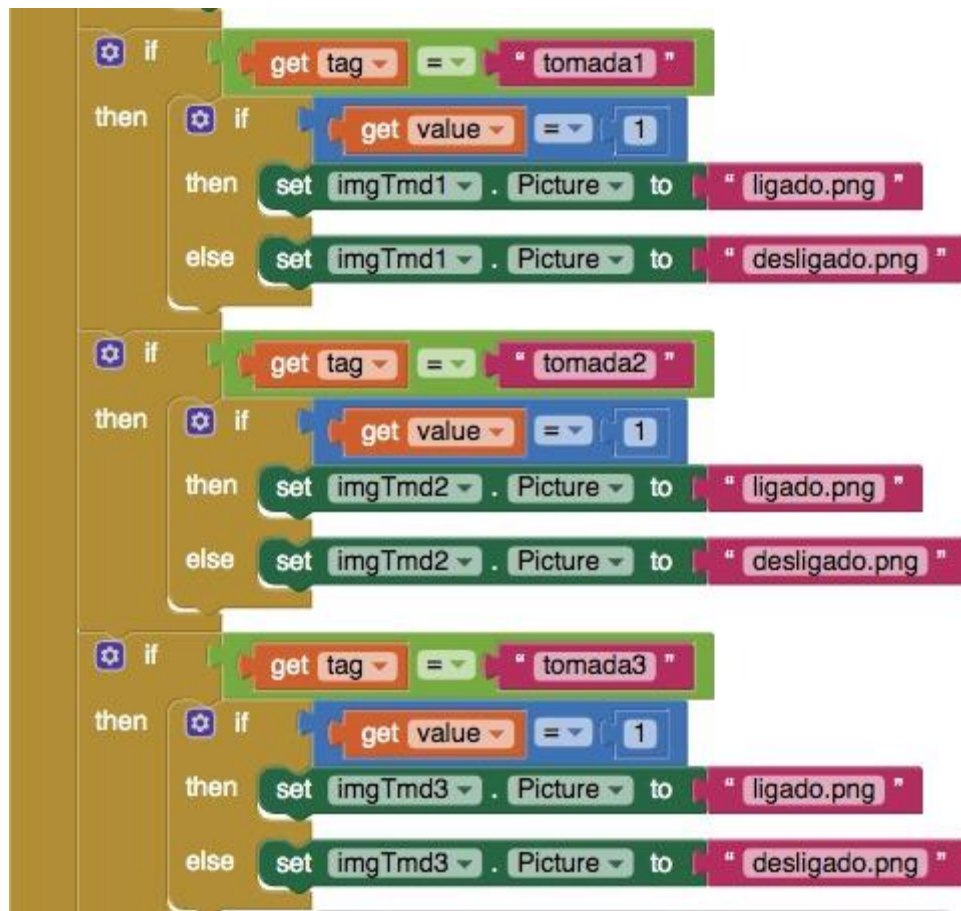
when btnSair .Click
do
  close application

```

```

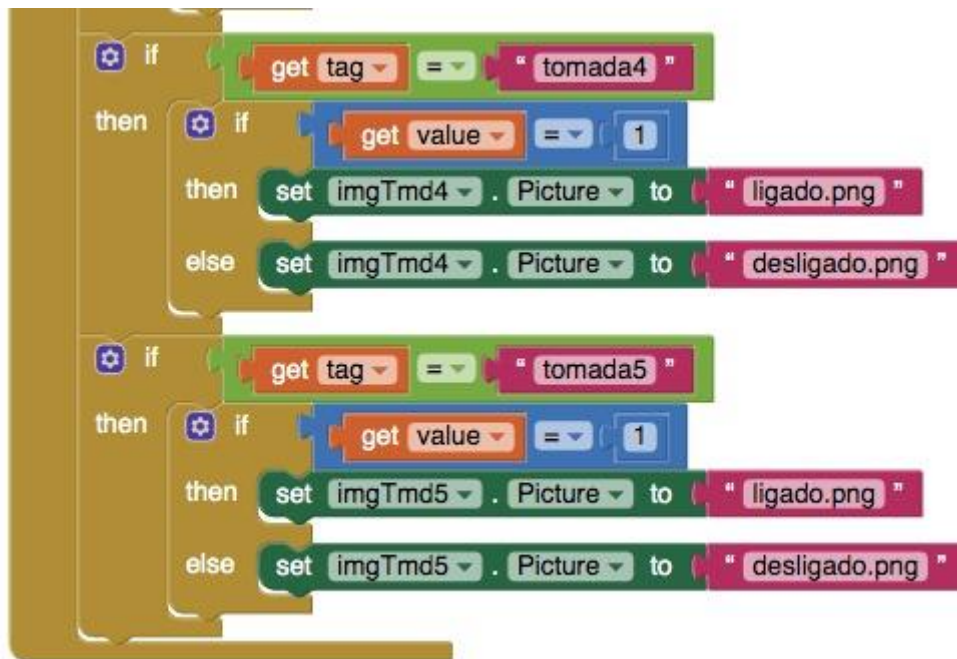
when FirebaseDatabase1 .DataChanged
  tag value
do
  if
    get tag == "Sensor1RealTime "
  then
    set lblSensorTmd1 . Text to get value
  if
    get tag == "Sensor2RealTime "
  then
    set lblSensorTmd2 . Text to get value
  if
    get tag == "Sensor3RealTime "
  then
    set lblSensorTmd3 . Text to get value
  if
    get tag == "Sensor4RealTime "
  then
    set lblSensorTmd4 . Text to get value
  if
    get tag == "Sensor5RealTime "
  then
    set lblSensorTmd5 . Text to get value
  if
    get tag == "tomada1 "

```



```
when FirebaseDB1 .GotValue
  tag value
do
  if get tag = "Sensor1RealTime"
  then set lblSensorTmd1 . Text to get value
  if get tag = "Sensor2RealTime"
  then set lblSensorTmd2 . Text to get value
  if get tag = "Sensor3RealTime"
  then set lblSensorTmd3 . Text to get value
  if get tag = "Sensor4RealTime"
  then set lblSensorTmd4 . Text to get value
  if get tag = "Sensor5RealTime"
  then set lblSensorTmd5 . Text to get value
  if get tag = "tomada1"
```

```
  if get tag = "tomada1"
  then
    if get value = 1
    then set imgTmd1 . Picture to "ligado.png"
    else set imgTmd1 . Picture to "desligado.png"
  if get tag = "tomada2"
  then
    if get value = 1
    then set imgTmd2 . Picture to "ligado.png"
    else set imgTmd2 . Picture to "desligado.png"
  if get tag = "tomada3"
  then
    if get value = 1
    then set imgTmd3 . Picture to "ligado.png"
    else set imgTmd3 . Picture to "desligado.png"
```

Para realizar a consulta do código do aplicativo mobile do MIT App Inventor, acessar link: <https://github.com/EidiKumagai/GACCIE/blob/master/GACCIE.aia>.

Para consultar o código de todo o projeto, acessar o link:
<https://github.com/EidiKumagai/GACCIE>.