

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS - UNIS**  
**ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**FLÁVIO MENDES SARTO**

**DISPOSITIVO DE CORTE E RELIGAMENTO DE ENERGIA RESIDENCIAL**  
**ATRAVÉS DA TECNOLOGIA *BLUETOOTH***

**Varginha**  
**2018**

**FLÁVIO MENDES SARTO**

**DISPOSITIVO DE CORTE E RELIGAMENTO DE ENERGIA RESIDENCIAL  
ATRAVÉS DA TECNOLOGIA *BLUETOOTH***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Me. Eduardo Henrique Ferroni.

**Varginha  
2018**

**FLÁVIO MENDES SARTO**

**DISPOSITIVO DE CORTE E RELIGAMENTO DE ENERGIA RESIDENCIAL  
ATRAVÉS DA TECNOLOGIA *BLUETOOTH***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado em        /        /

---

Prof. Me. Eduardo Henrique Ferroni

---

Prof. Erick Nagata

---

Prof. Paulo Roberto Novo

Obs.:

Dedico este trabalho a toda minha família e amigos que me apoiaram durante esses cinco anos de caminhada, onde contribuíram de forma significativa para minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a toda minha família, em especial meus pais, que sempre foram meu apoio minha referência como exemplo. Certamente foram eles os responsáveis pela pessoa de caráter que sou e por todos os objetivos que atingi. À minha namorada Emily, pela paciência que teve nos meus momentos de ausência enquanto me dediquei ao curso e a esse trabalho de conclusão de curso, por seu amor, apoio, exemplos e por estar sempre ao meu lado nesta fase da minha vida. Ao professor Me. Eduardo Henrique Ferroni, por ter dedicado seu valioso tempo para me orientar na elaboração deste trabalho.

## RESUMO

O trabalho demonstra a elaboração de um dispositivo que realiza a interrupção no fornecimento de energia residencial de forma remota, a fim de minimizar os gastos na realização da atividade, trazendo o uso de tecnologias de grande confiabilidade. Esta pesquisa visa desenvolver meios para a redução dos números de idas e voltas para a realização de operações de corte e religamento de energia no estado de Minas Gerais. O estudo se justifica pois o projeto possui uma grande chance de ser implantado em todo o país, uma vez que se torna ágil, seguro e eficiente a atividade de suspensão na entrega de energia, garantindo uma redução significativa nos custos para realizar os procedimentos. O atual momento econômico vivido pelo Brasil e a desaceleração do consumo e produção implica no alto índice de desempregados no país, que tem como consequências o crescimento mensal de clientes inadimplentes com as concessionárias de energia elétrica. Caminhando nesta mesma linha de raciocínio, este trabalho visou colaborar de modo a promover ações para combater o crescente número de inadimplentes no setor elétrico, sendo que os investimentos em tecnologias ajudam garantir essa arrecadação em uma solução bastante eficaz. O projeto foi desenvolvido utilizando componentes de conexões como o *bluetooth*, de controle como o Arduino e chaveamento de energia como os relés, onde o dispositivo estão recebendo seus comandos remotamente através de um *smartphone* com o sistema operacional Android e com um aplicativo criado na plataforma do App Inventor, sendo que esse App foi desenvolvido de forma simples e específica para esse projeto, já o programa do Arduino é feito em uma plataforma IDE escrita em Java que tem a responsabilidade de processar os comandos recebidos e ordenar os outros componentes nas portas de saídas. Outro ponto foi a realização desse projeto com o menor custo possível e sem perder a qualidade do produto, uma vez que terá de ser instalado em cada residência gerando um custo adicional para isso, por sua vez com sua eficiência em realizar a atividade, tem-se um retorno mais rápido do valor investido devido a não utilização dos veículos especiais, técnicos qualificados, gastos com EPI's e treinamentos para suspender o fornecimento de energia, sendo que o dispositivo é totalmente operado de forma remota.

**Palavras-chave:** Corte e Religamento. Segurança. Inadimplência. Dispositivo Remoto.

## ***ABSTRACT***

The work demonstrates the elaboration of a device that performs the interruption in the residential power supply remotely, in order to minimize the expenses in the accomplishment of the activity, bringing the use of technologies of great reliability. This research aims to develop means to reduce the numbers of back and forth for the performance of cutting and reclosing operations of energy in the state of Minas Gerais. The study is justified because the project has a great chance of being implemented throughout the country, once it becomes agile, safe and efficient the suspension activity in the delivery of energy, ensuring a significant reduction in costs to carry out the procedures. The current economic situation in Brazil, the slowdown in consumption and production implies a high unemployment rate in the country, which has as a consequence the monthly growth of defaulting customers with electric power concessionaires. Moving along this same line of reasoning, this work aimed to collaborate in order to promote actions to combat the growing number of defaulters in the electric sector, and investments in technologies help to guarantee this collection in a very effective solution. The project was developed using components such as bluetooth connections, control like Arduino and power switching as the relays where the device are receiving their commands remotely through a smartphone with the Android operating system and with an application created on the platform App Inventor, since this app was developed in a simple and specific way for this project, since the Arduino program is done in an IDE platform written in Java that has the responsibility to process the commands received and to order the other components in the output ports . Another point was the realization of this project with the lowest possible cost and without losing the quality of the product, since it will have to be installed in each residence generating an additional cost for this, in turn with its efficiency in performing the activity, there is a faster return on invested value due to non-use of special vehicles, qualified technicians, PPE expenses and training to suspend power supply, and the device is fully operated remotely.

***Keywords*** – *Cut and Reclose, Security, Default, Remote Device.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Modulo <i>bluetooth</i> para Arduino .....	22
Figura 02 – Arduino Uno .....	26
Figura 03 – Modulo relé Arduino .....	28
Figura 04 – Primeiro contator .....	29
Figura 05 – Esquema de um contator de potência .....	31
Figura 06 – Contator de potência.....	32
Figura 07 – Nomenclatura do APP .....	33
Figura 08 – <i>App Inventor Designer</i> .....	34
Figura 09 – <i>App Inventor Blocks Editor</i> .....	36
Figura 10 – Blocos compatíveis.....	37
Figura 11 – Tela do aplicativo .....	38
Figura 12 – Arquitetura do projeto. ....	41
Figura 13 – Protótipo do projeto.....	42
Figura 14 – Possíveis substituições. ....	45

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quantidade de desligamentos. ....	16
Quadro 2 – Quantidade de religamentos.....	17
Quadro 3 – Custo por unidade de serviço.....	17
Quadro 4 – Gasto total por tipo de corte referente ao ano.....	18
Quadro 5 – Especificações das classes do <i>bluetooth</i> . ....	21
Quadro 6 – Especificações do <i>hardware</i> .....	27
Quadro 7 – Valores dos componentes .....	43
Quadro 8 – Testes de realizados .....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRADEE - Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica.

ADD - Adicionar.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica.

APP - Aplicativo.

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais.

CPF - Cadastro de Pessoa Física.

EDR - Taxa de Dados Aprimorada.

EPI - Equipamento de Proteção Individual.

FDA - Food and Drug Administration

IEEE - Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos.

Mb/s - Megabit Por Segundo.

MIT - Instituto de Tecnologia de Massachusetts.

mW - Miliwatt.

NA - Normalmente Aberto.

NF - Normalmente Fechado.

QR CODE - Código de Resposta Rápida.

RAM - Memória de acesso aleatório.

SIG - Grupo de Interesse Especial.

USB - Barramento Serial Universal.

WPAN - Redes de Área Pessoal Sem Fio.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 INADIPLÊNCIA</b> .....	13
<b>2.1 Métodos de cobrança</b> .....	14
<b>2.2 Índice de cortes em minas gerais</b> .....	16
2.2.1 Gastos com a realização da manobra.....	17
<b>3 TECNOLOGIA EM COMUNICAÇÃO</b> .....	19
<b>3.1 Comunicação</b> .....	21
<b>3.2 Bluetooth</b> .....	22
3.2.1 Alcance .....	23
3.2.2 Consumo de energia .....	23
3.2.3 Segurança e confiabilidade.....	23
3.2.4 Tempo de detecção .....	24
<b>4 ARDUINO</b> .....	25
<b>4.1 Especificações do hardware</b> .....	26
<b>5 RELÉS E CONTADORES</b> .....	28
<b>5.1 Modulo relé para Arduino</b> .....	28
<b>5.2 Contator</b> .....	29
5.2.1 Funcionamento e comandos .....	30
<b>6 APP INVENTOR</b> .....	33
<b>6.1 Estrutura do App Inventor</b> .....	33
6.1.1 Paleta .....	32
6.1.2 Visualizador.....	35
6.1.3 Componentes .....	35
6.1.4 Propriedades .....	35
<b>7 METODOLOGIA</b> .....	39
<b>8 ARQUITETURA DO SISTEMA</b> .....	41
<b>9 CUSTOS COM O PROJETO</b> .....	43
<b>9.1 Custos com a implantação</b> .....	44
<b>9.2 Previsão de gastos futuros</b> .....	44
<b>10 RESULTADOS</b> .....	46
<b>10.1 Viabilidade econômica</b> .....	47
<b>11 CONCLUSÃO</b> .....	48
<b>REFERENCIAS</b> .....	49
<b>ANEXO A</b> .....	51

## 1 INTRODUÇÃO

É de extrema importância a execução dos procedimentos de Corte e Religamento de energia residencial de baixa tensão em rede energizada. Esta operação exige procedimentos que garantam segurança e facilidade operacional, que diminuam os riscos à integridade física dos funcionários, evitando quedas ou outro tipo de acidentes com a manipulação da energia. Normalmente estas ações são intrusivas e desgastantes no relacionamento entre o cliente e o consumidor, e precisam ser executadas de acordo com a imagem de seriedade da empresa concessionária e as normas estabelecidas na Resolução Normativa 414 de 2010 (ANEEL, 2010).

Em resposta a essa questão, surgiu a ideia de desenvolver um Dispositivo de Corte e Religamento de Energia através da Tecnologia *Bluetooth*. Este dispositivo se comunica através da tecnologia sem fio com uma leitora (desenvolvida sobre um *smartphone* comercial). Este aparelho executa os comandos de Corte e Religamento através dos comandos dados pelo funcionário da companhia com o consentimento da fornecedora e do cliente em questão, mantendo assim o relacionamento entre a distribuidora de energia e o consumidor.

A inovação neste dispositivo idealizado, está justamente por tratar-se de um equipamento que pode ser utilizado individualmente e diretamente no ramal do cliente, dispensando o desligamento de uma rede energizada no poste de distribuição, ou seja, será um equipamento com o menor custo de desenvolvimento possível e com uma configuração que diante dos demais existentes, apresenta uma certa simplicidade na sua construção, operação e mantendo a utilização de tecnologias de comunicação disponíveis.

Com este novo sistema, será necessário apenas um profissional com um *smartphone* para realizar as operações a distância, evitando assim o uso dos automóveis e equipes com dois ou mais profissionais qualificados para realizar a manobra, podendo ser um funcionário de leitura ou um negociador, ampliando assim a relação com o cliente.

O dispositivo proposto neste trabalho atende diferentes unidades consumidoras, ou seja, monofásicas, bifásicas e ou trifásicas através de uma única interface *Bluetooth*, e podendo assim atender diversos tipos de residências em locais diferentes.

Com a elaboração deste trabalho permite que as concessionárias melhorem o relacionamento com o cliente, com solução menos constrangedoras e onerosas, sem contar a redução no índice de inadimplentes com a concessionária que é bastante alto.

## 2 INADIMPLÊNCIA

De acordo com Ludmila Pizarro (2016), no Estado, no ano de 2015, a Cemig fez 753,2 mil suspensões de fornecimento de energia devido à atrasos em quitações em Minas Gerais. A maior parte delas, 188,6 mil, foi por menos de 48 horas. O segundo maior número, 57,7 mil, foram por mais de um mês. Outras 5,1 mil suspensões duraram mais de um ano (PIZARRO, 2016).

Os reajustes tarifários (ordinário e extraordinário) e o realismo tarifário (bandeiras) implementados em 2015, aliados ao cenário econômico brasileiro agravado em 2016, contribuíram para a situação de alta dos índices de inadimplência. Dessa forma, os valores faturados e não pagos pelos consumidores finais geraram crescimento no estoque da dívida, acima da média dos últimos meses.

Comparando a inadimplência medida em dezembro/15 em relação ao mesmo período de 2016 percebeu-se aumento superior a 19%. A taxa referente a dezembro/16 foi de 4,59%. Isso impacta diretamente o resultado da empresa sendo um dos fatores responsáveis pela sua saúde financeira (CEMIG, 2016).

Já no ano de 2017 o somatório de todos os cortes por tempo de duração mostra que a inadimplência em relação pagamento de contas motivou 846.949 suspensões de fornecimento de energia elétrica sendo 300,1 mil por menos de 48 horas que ainda é o segundo maior número, 67,1 mil foram realizadas por mais de um mês, e o maior número foram as que duraram mais de um ano, totalizando 348 mil interrupções (CEMIG, 2017).

Conviver com o pior de dois mundos, a tarifa alta e a recessão econômica fez a inadimplência crescer no Brasil, e conseqüentemente aumentar o número de cortes de energia nos prazos fixados em lei. Segundo levantamento da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (Abradee), eles cresceram 93,75% no Brasil no primeiro semestre do ano passado comparado ao mesmo período de 2014 passando de 1,6 para 3,1 milhões.

Pizarro ainda diz que a situação se agravou à ponto da Abradee solicitar a Aneel um prazo maior para as empresas realizarem os cortes, meios mais eficazes para evitar a inadimplência. “Fizemos o pedido porque as empresas estavam movimentando grandes recursos para conseguir cumprir o prazo de corte, que é de 45 dias de atraso.” (PIZARRO, 2016).

Com este alto índice de inadimplência, a concessionária precisa usar diversos meios de cobranças e negociações para tentar reduzir o número de devedores sem precisar realizar o corte de energia imediato nas residências.

## 2.1 Métodos de cobrança

A Cemig informa que utiliza diversas ferramentas de comunicações e cobranças para evitar o aumento da inadimplência. Entre as medidas adotadas pela empresa estão os e-mails, SMS, Carta-Cobrança, Negativação, Recorte (relição à revelia), Corte com Selo (selo de material biodegradável), Cobrança Administrativa, Negociação por e-mail com equipe própria, Campanhas Especiais de negociação, Cobrança Pré-Processual, Cobrança Pré-Audiência e Cobrança Judicial, desde que o cliente mantenha o seu cadastro devidamente atualizado, informou ainda que caso o cliente não pague há o envio de comunicação com a possibilidade de inscrição do Cadastro de Pessoa Física (CPF) do titular em serviços de proteção ao crédito, tendo o cliente dez dias após o recebimento da correspondência para regularizar a situação e evitar a negativação (CEMIG, 2017).

Caso a situação de inadimplência continue o procedimento de suspensão e religação de energia elétrica é regulamentada pela Aneel, por meio da Resolução Normativa nº414/10. A suspensão ocorre no caso do não pagamento da fatura, sendo precedida de notificação com entrega comprovada e com antecedência mínima de 15 (quinze) dias. Para a religação, a distribuidora deve restabelecer o fornecimento nos seguintes prazos contados ininterruptamente, 24 horas, para religação normal de unidade consumidora localizada em área urbana e 48 horas, para religação normal de unidade consumidora localizada em área rural.

De acordo com a CEMIG (2017), A empresa faz a leitura de consumo do medidor de energia nas instalações de seus consumidores em intervalos de aproximadamente 30 dias. No momento da leitura, a fatura é impressa e entregue ao cliente, que tem no mínimo cinco dias úteis para realizar o pagamento. Quando o pagamento não é realizado, o consumidor recebe na conta seguinte a informação de que há débito vencido e não pago. Essa informação está em destaque na fatura, no campo “reaviso de contas vencidas”, caso a dívida não seja quitada em até 15 dias após a notificação a unidade consumidora passa à condição de corte e pode ter o fornecimento de energia suspenso a qualquer momento (CEMIG, 2017).

A contagem do prazo para religação se inicia com a comunicação do pagamento, compensação do débito no sistema da distribuidora, ou com a solicitação para a religação, e quando ela ocorrer em dias úteis, a religação será feita entre 8h e 18h. Quando esse procedimento ocorrer após as 18h ou em dia não útil, o início da contagem dos prazos se dá a partir das 8h da manhã do dia útil subsequente.

Segundo Welbert (2016), o consumidor em dívida fica impedido de parcelar a dívida de acordo com condições oferecidas a quem não é inadimplente. "Para isso, o cliente titular da

instalação deve procurar uma das agências munido de sua documentação. Vale destacar que a maioria dos clientes historicamente prioriza o pagamento das contas próximo ao vencimento, visando ficar em dia com a Cemig e evitar cobranças e a suspensão no fornecimento" (WELBERT, 2016, f.1).

Esses métodos de cobrança e planos elaborados tem ajudado as concessionárias a reduzir o número de inadimplentes, mas não é a melhor solução sendo que no estado de Minas Gerais a quantidade de devedores é muito alto, e esse número tem aumentado cada vez mais devido as diversas situações financeiras no Brasil.

## 2.2 Índice de cortes em Minas Gerais

O número de desligamentos em 2017 foi significativamente maior quando comparado com 2016, em especial para aqueles cujo tempo de duração do desligamento foi superior a um ano, isso se dá em razão do crescimento histórico de devedores e, conseqüentemente, da necessidade de fortalecer o combate à inadimplência buscando novos caminhos e tecnologias existentes para diminuir esse histórico.

O número de desligamentos residenciais por falta de pagamento pode ser analisado no Quadro 1.

Quadro 1 - Quantidade de desligamentos

Tempo de duração do desligamento	Quantidade de desligamentos por duração
<48 horas	300.107
48 horas – 1 semana	73.668
1 semana – 1 mês	58.027
1 mês – 1 ano	67.118
> 1 ano	348.029

Fonte: (CEMIG, 2017).

Na somatória de todos os cortes por tempo de duração, mostra que a inadimplência em relação á pagamentos de contas continua em 846.949 suspensões de fornecimento de energia elétrica em 2017. Esse alto número se torna ainda maior em relação as operações devido ao fato de ter o religamento na maior parte dos locais onde foram suspensos temporariamente a entrega de energia. Devemos considerar o fato de que nem todas as vezes que os funcionários especializados para realizar as operações ao chegarem no local irão conseguir executar o corte no primeiro momento, aumentando ainda mais os custos com essa atividade pois estes mesmos chegam a ir duas ou até mais vezes para se conseguir realizar a atividade. O Quadro 2 nos mostra a quantidade de religamentos que foram feitos neste mesmo ano.

Quadro 2 – Quantidade de religamentos

Tempo de religamento após pagamento	Quantidade de religamentos por tempo, após pagamento da fatura
< 24 horas	538.525
24 horas – 1 semana	64.848
> 1 semana	280

Fonte: (CEMIG, 2017).

Segundo o relatório de religamento da companhia de energia foram religados cerca de 603.653 unidades consumidoras no mesmo ano, permanecendo desligado 243.296 locais que a qualquer momento podem solicitar o religamento e aumentar ainda mais os gastos com as operações.

### 2.2.1 Gastos com a realização da manobra

Os gastos realizados com as atividades de corte e religamento no fornecimento de energia é calculado de acordo com cada situação, sendo que o custo por unidade de serviço é de R\$ 1.400,84 onde se multiplica por um fator multiplicador referente a cada tipo de manobra e esses valores são mostrados no Quadro 3 (CEMIG, 2017).

Quadro 3 – Custo por unidade de serviço

<b>CALCULOS CEMIG POR MANOBRA DE CORTE</b>			
<b>Tipo de Corte</b>	<b>Especificações</b>	<b>Fator Multiplicador</b>	<b>Valor em R\$</b>
RP	Religação no Poste	0,085	R\$ 118,71
DP	Desligação no Poste	0,045	R\$ 63,60
		0,068	R\$ 95,38
		0,136	R\$ 190,78
DC	Desligação na Caixa	0,012	R\$ 17,34
		0,026	R\$ 36,42
		0,052	R\$ 72,85
RC	Religação na Caixa	0,012	R\$ 16,19
RUC	Religação de Urgencia na Caixa	0,035	R\$ 49,47
RUP	Religação de Urgencia no Poste	0,106	R\$ 148,39
Base de custo por unidade de serviço em R\$		R\$	1.400,84

Fonte: (CEMIG, 2017).

O Quadro 3 mostrou os custos por unidade onde se tem o valor de cada tipo de operação, se tirar como referência esses valores e multiplicar pela quantidade de cortes realizados no ano de 2017, tem-se valores em reais gastos pela CEMIG em todo o ano supondo que fosse todas de mesma forma, como mostra o Quadro 4.

Quadro 4 – Gasto total por tipo de corte referente ao ano

<b>CALCULOS EM R\$ GASTO COM CADA TIPO DE MANOBRA</b>		
<b>Quantidade de manobras realizadas em 2017</b>		<b>846.949</b>
<b>Tipo de Corte</b>	<b>Custo por Corte</b>	<b>Valores em R\$ por cada situação</b>
RP	118,714	R\$ 100.544.703,59
DP	63,598	R\$ 53.864.262,50
	95,383	R\$ 80.784.536,47
	190,780	R\$ 161.580.930,22
DC	17,344	R\$ 14.689.483,46
	36,423	R\$ 30.848.423,43
	72,846	R\$ 61.696.846,85
RC	16,188	R\$ 13.710.410,41
RUC	49,465	R\$ 41.894.332,29
RUP	148,394	R\$ 125.682.149,91

Fonte: (CEMIG, 2017).

Esses custos apresentado são em relação a cada tipo de corte, mas a CEMIG realiza essas de forma a atender cada necessidade, desde as com menor custo quanto as de maiores custos, ressaltando que todas são caras, sendo que o melhor para a empresa é que não houvessem gastos com essas manobras.

Para esse projeto pode-se exemplificar uma situação mais simples que seria o de corte dentro da caixa medidora chegando ao valor de quase R\$ 62 milhões, sem contar as vezes em que os especialistas para realizar as manobras chegam no local e não encontram ninguém, ou o morador está e não abre o portão, também tem as situações em que o morador não deixa realizar as operações com agressões verbais ou até violências físicas, causando um transtorno enorme entre o cliente e a concessionária com a possibilidade de haver uma intervenção da polícia para que a manobra seja feito, no entanto isso gera um gasto a mais para a concessionária.

Os gastos para realizar essas manobras têm sido elevados devido à necessidade de transportes, equipamentos específicos e funcionários especializados, sendo necessário a busca por meios e tecnologias que reduzem ou evite esses gastos excessivos, um desses é conhecido como a internet das coisas que engloba diferentes *hardwares*, *softwares* e meios de comunicações que juntos podem reduzir os gastos desnecessários com a realização da manobra.

### 3 TECNOLOGIA EM COMUNICAÇÃO

Segundo Zambarda (2014) a ideia de conectar objetos é discutida desde 1991, quando a conexão TCP/IP e a Internet, como é conhecida hoje, começou a se popularizar. Em 1999, ASHTON (2014), do MIT propôs o termo “Internet das Coisas” e dez anos depois escreveu o artigo “A Coisa da Internet das Coisas” para o *RFID Journal*. Segundo o autor a “Internet das Coisas” se refere a uma revolução tecnológica que tem como objetivo conectar os equipamentos usados no dia a dia à rede mundial de computadores.

Segundo entrevista realizada pela Revista Inovação da Pauta, (n. 18, p. 6-9, 2014) Kevin Ashton, pesquisador britânico do Massachusetts *Institute of Technology* (MIT), é considerado o primeiro especialista a usar o termo “Internet das Coisas (IoT, na sigla em inglês), em 1999. Desde então, o novo mundo em que os objetos estarão conectados e passarão a realizar tarefas sem a interferência humana, começa aos poucos a parecer menos ficção científica, e mais algo do cotidiano (ZAMBARDA, 2014).

De acordo com Alecrim (2013) e tomando como base o conceito de IoT, que prevê uma imensa e crescente variedade de dispositivos permanentemente *online*, a tecnologia *bluetooth* também está sendo preparada para oferecer tráfego otimizado tanto de pacotes pequenos de dados quanto de volumes maiores, embora não haja informações sobre aumento da taxa de transferência.

Estas características possibilitarão ainda que praticamente qualquer dispositivo compatível possa ser um mero nó em uma conexão e, simultaneamente, atuar como um *hub* de uma segunda rede, concentrando a troca de informações entre os demais equipamentos desta.

De acordo com *bluetooth SIG* (2011) é uma tecnologia global de comunicação sem fio e de baixo consumo de energia que permite a transmissão de dados entre dispositivos, desde que um esteja próximo do outro. Uma combinação de *hardware* e *software* é utilizada para permitir que esse procedimento ocorra entre os mais variados tipos de aparelhos (*BLUETOOTH SIG*, 2011).

Em 1994 a Ericsson *Mobile Communications* começou a estudar a comunicação entre celulares e acessórios sem a necessidade de fios. Este estudo resultou na especificação do sistema radio de curto alcance *MCLink* que tinha as vantagens de baixo consumo e baixo custo (ALECRIM, 2008).

As empresas Intel, IBM, Toshiba e Nokia se juntaram à Ericsson e formaram o consórcio *Bluetooth SIG* (*Special Interest Group*) em 1998. A *SIG* é responsável por publicar as especificações, administrar o programa de qualificação de empresas e proteger a marca

*Bluetooth*. Atualmente o SIG é formado pelas empresas Ericsson, Intel, Lenovo, *Microsoft*, Motorola, Nokia e Toshiba que se juntaram para elaborar tecnologia de maior alcance de comunicação (*BLUETOOTH SIG*, 2011).

Em 1998 a SIG atinge a marca de 400 membros.

Em 1999 a especificação do *Bluetooth* 1.0 foi liberada.

Em 2000 a tecnologia começou a ser utilizada em celulares, computadores, dispositivos periféricos (*headsets*, adaptadores *USB-Bluetooth*).

Em 2001 a tecnologia é utilizada em impressoras, *laptops* e *hands-free car kit*.

Em 2002 a IEEE reconhece a especificação 802.15.1 baseada na tecnologia *Bluetooth*, para *Wireless Personal Area Network* (WPAN) que utilizam menores taxas de transição, cobrindo distâncias menores.

Em 2003, *Bluetooth SIG* adota a especificação *Bluetooth* 1.2. Foi lançado o primeiro *player* de MP3 com *Bluetooth* e a FDA (*Food and Drug Administration*), agência do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos responsável, dentre outras coisas, pela regulamentação e supervisão de dispositivos que emitem radiação, aprovou o primeiro sistema médico usando *Bluetooth*.

Em 2004, é adotada a versão 2.0 com *Enhanced Data Rate* (EDR).

Em 2005, A matriz da *Bluetooth SIG* instala-se em Bellevue, Washington; E são abertos escritórios regionais em Malmö, Sweden and Hong Kong.

Em 2006, O sistema sem fio *Bluetooth* atinge a marca de 1 bilhão de dispositivos instalados.

Em 2007, Primeira televisão a utilizar a tecnologia *Bluetooth*.

Em 2008 marcou o aniversário de 10 anos da tecnologia *Bluetooth* – nenhuma outra tecnologia sem fio cresceu tanto a ponto de vender aproximadamente 2 bilhões de produtos em apenas 10 anos (*BLUETOOTH SIG*, 2011).

Em 2009, é liberada a especificação 3.0 com foco na velocidade

Em 2012 a *Bluetooth Special Interest Group* (*Bluetooth SIG*) revelou que a versão 4.1 do *Bluetooth* está oficialmente a caminho. Se a especificação 4.0 já havia tornado o uso da tecnologia mais viável em dispositivos móveis, o novo padrão deverá reforçar ainda mais este aspecto ao oferecer, entre outros recursos, conexões mais estáveis e rápidas.

Essa tecnologia possui um meio de comunicação por radiofrequência, no qual o seu alcance depende de sua potência máxima de trabalho, e esse tipo de comunicação também dependem das obstruções em meio sua conexão que podem influenciar em sua ancoragem com o dispositivo em que estiver instalado.

### 3.1 Comunicação

De acordo com Alecrim (2008), as transmissões de dados via *bluetooth* são feitas por meios de radiofrequência, permitindo que um dispositivo detecte o outro independente de suas posições, sendo necessário apenas que ambos estejam dentro do limite de proximidade (via de regra, quanto mais perto um do outro, melhor).

Para que seja possível atender aos mais variados tipos de dispositivos, o alcance máximo do *Bluetooth* foi dividido em três classes como mostra o Quadro 5.

Quadro 5 – Especificações das classes do *bluetooth*.

Classe de Energia	Potência Máxima	Alcance
Classe 1	100mW	100 metros
Classe 2	2,5mW	10 metros
Classe 3	1mW	1 metro

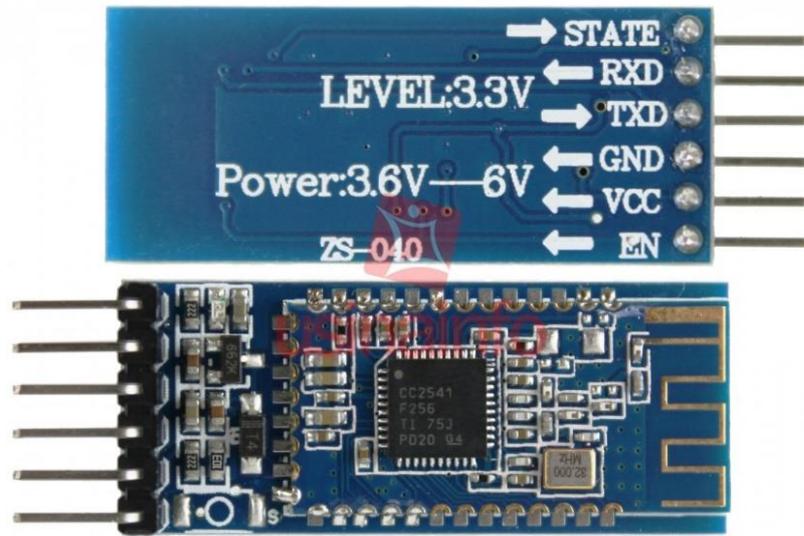
Fonte: (ALECRIM, 2008).

Ainda segundo Alecrim (2008) a Classe 2 é a mais usada, logo, a maioria dos dispositivos trabalha com alcance de até 10 metros. Há ainda a Classe 4, que é destinada a dispositivos que consomem muito pouco energia: sua potência é de 0,5 mW; o alcance é de meio metro, aproximadamente.

Esse índice sugere que um aparelho com *Bluetooth* classe 3 somente conseguirá se comunicar com outro se a distância entre ambos for inferior a 1 metro, por exemplo, essa distância pode até parecer inutilizável, mas é suficiente para conectar um fone de ouvido a um telefone celular guardado no bolso da calça. É importante frisar, no entanto, que dispositivos de classes diferentes podem se comunicar sem nenhum problema, bastando respeitar o limite daquele que possui alcance menor.

Para o dispositivo utilizou-se um *bluetooth* 4.0 como mostra a Figura 1, no qual está integrado a um micro controlador que realiza o seu processamento de dados.

Figura 1 – Módulo *bluetooth* para Arduino



Fonte: (ALECRIM, 2008).

Segundo Alecrim (2008), a velocidade de transmissão de dados no *Bluetooth* é relativamente baixa: até a versão 1.2, a taxa pode alcançar, no máximo, 1 Mb/s (*megabit* por segundo). Na versão 2.0, esse valor passou para até 3 Mb/s. Embora essas taxas sejam baixas, são suficientes para uma conexão satisfatória entre a maioria dos dispositivos. Todavia, a busca por velocidades maiores é constante, como prova a versão 5.0, capaz de atingir taxas de até 50 Mb/s (ALECRIM, 2008).

Sendo assim consegue-se analisar o porquê de usar o *bluetooth* nesse projeto.

### 3.2 *Bluetooth*

Para a escolha da melhor tecnologia de comunicação sem fio para este projeto, foi analisado alguns critérios como:

- a) A necessidade de alcance do dispositivo, uma vez que é comum o padrão medidor ficar mais próximo à entrada da residência, para ser ligado ao poste, levando em consideração que não é necessário um alcance tão longe;
- b) O consumo de energia do dispositivo que deve ser o menor possível, evitando gastos excessivo ao manter o dispositivo ligado;
- c) Segurança e confiabilidade no acesso ao dispositivo e durante a manobra que será realizada;
- d) Tempo de detecção entre os dispositivos para agilizar o processo de corte e religamento;

### 3.2.1 Alcance

No caso do protocolo *Bluetooth* o seu alcance cabe o das redes *WPAN* que compreende as distâncias de mínimas de 10m e a máxima de 100 metros (ALECRIM, 2008).

Já o Wifi é uma rede *WLAN* ou *Wireless Local Area Network* que é uma rede local, trata-se uma rede com alcance limitado a um raio de 100 a 300 m, comumente usadas em escritórios, shopping centers, residências e instituições de ensino em como alternativa de acesso à internet ou extensões de redes convencionais.

De acordo com os dados encontrados, o alcance do *bluetooth* atende a necessidade do dispositivo, uma vez que o padrão medidor fica na entrada da residência e pode ser conectada através da tecnologia.

### 3.2.2 Consumo de energia

O calcanhar de Aquiles de uma rede sem fio é o consumo energético, esforços não são medidos pelos desenvolvedores de equipamentos para o desenvolvimento de equipamentos que economizem energia.

Esse item é estratégico e está relacionado com uma baixa complexidade que possibilita a economia a tal ponto desses dispositivos de transmissão poder utilizar até mesmo baterias como fontes de alimentação.

Em consonância com a utilização de lógicas que aperfeiçoe a busca por melhores caminhos para o envio de informação para o menor consumo possível. O protocolo *Bluetooth* conta com transmissores com consumo de 1mW até 100mW (ALECRIM, 2008).

### 3.2.3 Segurança e confiabilidade

Com um demanda cada vez mais crescente de usuários a necessidade de cuidados com a segurança é eminente, sendo assim o estudo de técnicas de chave que possibilitem que o acesso às interconexões sejam restritos apenas os usuários da rede. Técnicas como *WEP* (Privacidade Equivalente com Fio) e *WPA* (Acesso Protegido Wi-Fi).

São cada vez mais usados em conjuntos a *firewalls* para garantir a segurança e privacidade nas trocas de informações. O *Bluetooth* usa três serviços básicos de segurança que são os seguintes: Autenticação, Confidencialidade e Autorização (OZORIO, 2007).

### 3.2.4 Tempo de detecção

O *Bluetooth* leva de 2,5 ms a no máximo 10,24s na pior das condições para detecção de outro dispositivo, o *Zigbee* leva por volta dos 30ms segundos para encontra os participes de sua rede, enquanto o *Wi-Fi* demora 30 segundos para efetuar a conexão.

Essa característica é estratégica gestão energética como também na agilidade de visualização dos dispositivos disponíveis no sistema (SOARES, 2008).

Após a escolha da melhor tecnologia de comunicação para esse projeto, devemos combiná-lo com um dispositivo que possa realizar os comandos necessários para a atividade, e um desses é conhecido como *Arduino* que é uma plataforma *open-source* de prototipagem eletrônica com *hardware* e *software* flexíveis e fáceis de usar, sem contar o custo que é bastante agradável para esse projeto inovador.

## 4 ARDUINO

De acordo com MCROBERTS (2011), o Arduino surgiu na Itália, no ano de 2005, através do professor chamado Massimo Banzi, que queria ensinar programação de computadores e eletrônica a seus alunos de *design*, para que os mesmos pudessem utilizar em seus projetos de arte interativa e robótica, pois ele enfrentava uma grande dificuldade que era a falta de placas poderosas que fossem baratas no mercado.

Foi com base nesta carência que o professor Massimo e o David Cuartie, decidiram criar uma placa simples, mas que fosse similar a um computador, pois possui um processador, memória *flash* e memória *RAM*, eles também tiveram a ajuda do David Mellis, que era aluno do professor Massimo e que ficou responsável pela linguagem de programação da placa que foi apelidada de Arduino. O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica *open-source* baseado em *hardware* e *software*, seu ambiente de desenvolvimento implementa a linguagem *Processing/Wiring*. Ele pode ser utilizado para desenvolver objetos interativos, tendo entradas a partir de uma variedade de sensores ou interruptores, pode controlar uma variedade de dispositivos, como luzes, motores e etc.

O ambiente de desenvolvimento chamado de IDE (*Integrated Development Environment*) pode ser baixado gratuitamente, é multiplataforma, e pode ser executado em *Windows*, *Macintosh* OS e sistemas operacionais Linux. É destinado a qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos (ARDUINO, 2017).

O Arduino IDE é uma aplicação multiplataforma escrita em Java, derivada dos projetos *Processing* e *Wiring*. É esquematizado para introduzir a programação a pessoas não familiarizadas com o desenvolvimento de *software*. Inclui um editor de código com recursos de realce de sintaxe, parênteses correspondentes e formatação automática, sendo capaz de compilar e carregar programas para a placa com um único clique. Com isso, não há a necessidade de editar *Makefiles* ou rodar programas em ambientes de linha de comando.

Após criar o programa necessário para uma determinada aplicação, você encontra diversos *hardwares* da família Arduino que possuem especificações diferentes, sendo assim deve-se escolher a melhor opção para atender a necessidade do projeto, alguns desses são bem relevantes para que o projeto não tenha alto custo com seu funcionamento, tanto no consumo de energia quanto no valor do próprio *hardware*, sendo que para esse projeto uma das principais preocupações é o custo para que possa ser colocado um em cada residência e sem perder a qualidade e durabilidade do dispositivo.

#### 4.1 Especificações do *hardware*

O Arduino apresenta várias versões de *hardware* com diferentes preços e aplicações. A sua descrição vai ser feita para a versão UNO como mostra a Figura 2, utilizada neste trabalho e seu esquema elétrico pode ser visualizado no Anexo A.

O modelo de referência pode usar um Arduino Atmega8, 168, ou 328; os modelos atuais usam um ATmega328, sendo que as configurações dos pinos são idênticas em todos os três processadores, que está especificado no quadro 6.

Figura 2 – Arduino Uno



Fonte: (ARDUINO, 2017).

A Figura 2 nos mostra como é o *hardware* em si após estar confeccionado e já com todos os seus componentes instalados e pronto para ser comercializado, no entanto para se usar um modulo desse deve-se levar em consideração os seus parâmetros de funcionamento tais como, a tensão de alimentação que é usada, essa sim pode ser considerada uma das mais importante de todas, uma vez que se for colocado um energia maior do que é de sua característica a placa pode danificar, perdendo assim a funcionalidade do equipamento, outro ponto é respeitar a corrente máxima em seus terminais de saída, pois também pode vir a prejudicar o funcionamento do *hardware* em um determinado tempo ou até mesmo instantaneamente, também deve-se ter em mente o que se espera com projeto, sendo que existem vários modelos de micro controladores para o Arduino, Isso tudo pode ser visto no Quadro 6, que nos mostra com mais detalhes as características do que foi usado para este trabalho.

Quadro 6 – Especificações do *hardware*

<b>Características</b>	<b>Descrição</b>
Micro controlador	Atmega328
Tensão de funcionamento	5V
Tensão de entrada (recomentado)	7-12V
Tensão de entrada (limites)	6-20V
Pinos digitais de <i>I/O</i>	14 (dos quais 6 oferecem saída <i>PWM</i> )
Pinos de entrada analógica	6
Corrente máxima por pino de E/S	40mA
Corrente máxima no pino de 3.3V	50mA
Memória <i>Flash</i>	32 KB
<i>SRAM</i>	2 KB
<i>EEPROM</i>	1 KB
Velocidade de <i>Clock</i>	16 MHz

Fonte: (Arduino, 2017).

Este *hardware*, após se comunicar com um dispositivo móvel que realiza os comandos para cortar e religar a energia na residência, envia um sinal através de suas portas de saídas para um relé integrado a placa do Arduino, que por sua vez possui um funcionamento com níveis de tensão e corrente mais baixo, sendo assim o relé não consegue ser conectado diretamente a rede da concessionária, adquirindo a necessidade de utilizar uma contatora de potência que suportam cargas mais elevadas e que possam atender os níveis de tensões oferecidos e as cargas instaladas nas residências, que por sua vez possui em sua composição uma bobina de acionamento que será comandada por este relé integrado ao *hardware*.

## 5 RELÉS E CONTADORES

### 5.1 Modulo relé para Arduino

Allan Mota,2017 diz que apesar de a bobina relé demandar uma corrente e uma tensão baixa, ainda assim o relé precisa de mais energia do que uma porta digital que sua placa Arduino pode fornecer. Por conta disso, precisamos de um circuito auxiliar para o acionamento do relé que pode ser visto na Figura 3. Esse circuito, que usa uma fonte de alimentação que pode ser a própria saída de 5V do seu Arduino e uma corrente de operação de 15mA, não é trivial, mas já pode ser encontrado pronto nos módulos relés muito usados com Arduino. Esse tipo de módulo poupa tempo e é muito simples de usar (MOTA, 2017).

Figura 3 – Modulo relé Arduino



Fonte: (Modulo relé, 2017).

Veja que esse módulo relé possui 3 pinos. São eles:

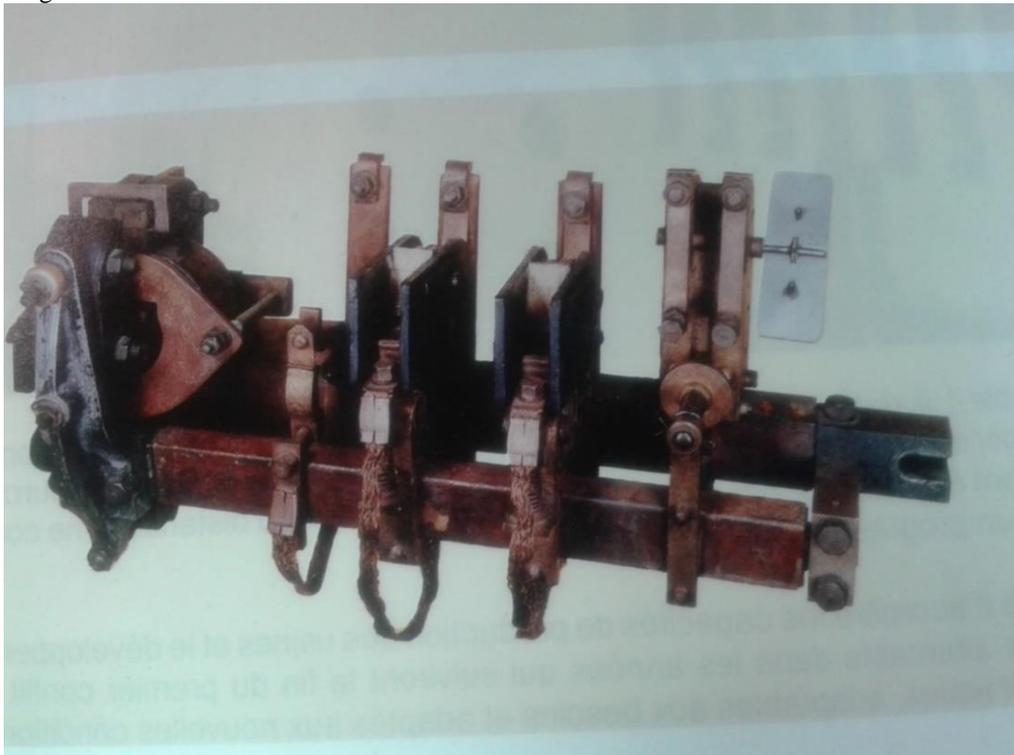
- a) Vcc – Pino para alimentação 5V
- b) GND – Pino para Terra 0v
- c) IN – Pino de comando do módulo. Esse é o pino responsável por ligar ou desligar o relé.

Esse módulo relé ao ser energizado fecha um contato de saída como se fosse uma chave liga/desliga que por sua vez fica responsável por liberar a passagem de corrente para a bobina de uma outra contatora de potência que varia de 9 a 15 Ampères e que está ligada em série com a rede elétrica e comandando toda a carga de uma determinada residência, podendo realizar o corte e o religamento da energia oferecida pela concessionária.

## 5.2 Contator

De acordo com João a invenção do primeiro contator em 1924 como mostra a Figura 4 e criado pela Telemecanique, agora Schneider Electric, mostrou pela primeira vez que podíamos automatizar esses processos, trazendo maior conforto para os usuários e maior segurança para os trabalhadores (CARRO, 2014).

Figura 4 – Primeiro contator



Fonte: (CONTADORES, 2017).

Depois que André Blanchet registrou uma patente para o primeiro contator sobre barras, a empresa começou a produzir contadores de 40A, temporizadores, caixas de distribuição, botões e relés. Eles rapidamente expandiram o negócio para se tornar um dos principais especialistas mundiais em controle industrial e automação.

Os últimos 90 anos têm visto inovação contínua.

Com a segurança em primeiro lugar, as indústrias continuaram a inovar, não só com a introdução de terminais seguros contra contatos involuntários, mas também influenciando as normas de segurança para contadores.

Ao longo dos anos o contator evoluiu até os dias atuais, desenvolvendo, um produto único no mercado, oferecendo múltiplas funções em um único dispositivo compacto e inteligente. A tecnologia utiliza um diferencial, com diversas características de segurança, tais

como terminais com sistema de compensação para eliminação da “deformação do cobre” em função da compressão/dilatação térmica, que poderia levar ao afrouxamento dos terminais e perigosos sobreaquecimentos.

Em 90 anos de evolução e inovação resultaram em uma grande variedade de produtos. Hoje em dia algumas dessas empresas lideram o mercado em partida de motores e chaveamento de potência oferecendo aos clientes uma solução para qualquer aplicação (CARRO, 2014).

Mas para que isso aconteça devemos conhecer como funciona seus comandos e acionamentos para que se possa trabalhar de forma eficiente em diferentes tipos de cargas aplicada.

### 5.2.1 Funcionamento e comandos

Para Flarys (2006), os contatores são constituídos por um conjunto de contatos fixos a, e outro de contatos móveis b, cujo movimento de abrir/fechar é comandado pela parte móvel de um núcleo de ferro, que por sua vez é envolvido por uma bobina que ao ser energizada cria um campo magnético que movimenta essa parte móvel desse núcleo.

Usualmente os contatores possuem um conjunto de contatos normalmente fechados (NF) que "abrem" quando a bobina é energizada e um conjunto de contatos normalmente abertos (NA) que "fecham" quando a bobina é energizada.

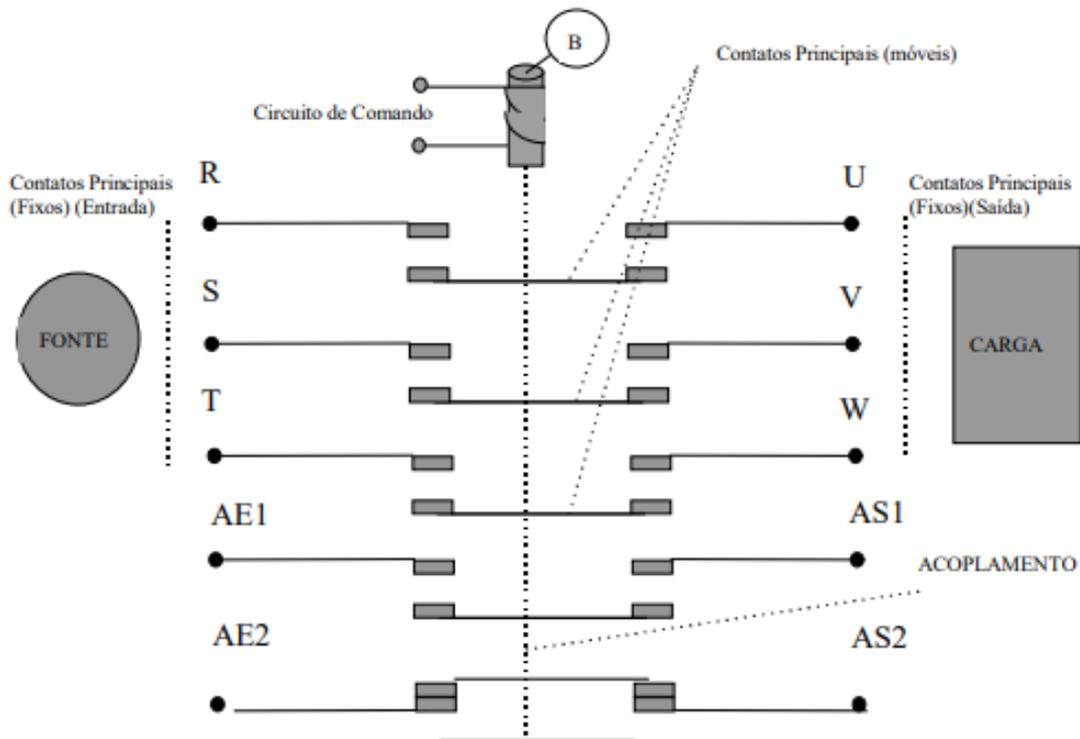
A título de exemplo, um contator utilizado para comandar um motor trifásico possui pelo menos: - 3 contatos principais NA, que pertencem ao circuito principal (monofásico, bifásico ou trifásico), - 1 contato auxiliar na, que pertence ao circuito de comando, - 1 contato auxiliar NF, que pertence ao circuito de sinalização.

Os 3 contatos na de "potência" são dimensionados para ligar/desligar cargas com correntes relativamente altas, enquanto os contatos auxiliares são dimensionados para ligar/desligar correntes bem menores, outros contatos auxiliares podem ser integrados no contator, conforme a necessidade ou conveniência.

O núcleo de ferro é composto por uma parte fixa, envolvida pela bobina e uma parte móvel que é mantida distante (aberto) da parte fixa pela ação de uma mola, quando a bobina é energizada a força de atração resultante do campo magnético no núcleo supera a força da mola e fecha o núcleo, justapondo a parte móvel à fixa. Assim, o comando para atuação do contator é realizado pela energização da bobina, cujo campo magnético provoca a atração do núcleo de ferro, ocasionando o deslocamento dos contatos móveis que nessas condições se justapõem ou se afastam dos fixos, conforme sejam normalmente aberto ou fechados, respectivamente.

Em outras palavras, os contatos NF são mantidos abertos ou NA mantidos fechados enquanto circula corrente pela bobina. Note que a corrente que circula pela bobina é a corrente do circuito de comando, sendo portanto muito menor de que aquela que circula pelo circuito principal. Com isso, consegue-se ligar/desligar correntes de intensidades relativamente grandes através de comando, o qual lida com corrente de pequena intensidade.

Figura 5 - Esquema de um contator de potência



Fonte: (CONTADORES, 2017).

A Figura acima nos mostra como é o esquema elétrico interno de um contator de potência, com isso fica fácil visualizar o funcionamento que será explicado neste trabalho.

- a) Entre a fonte e a carga há 3 pares de contatos principais (R, S e T,) normalmente abertos (NA) que se fecham quando a bobina b é energizada puxa os contatos móveis que estão rigidamente acoplados a parte móvel do núcleo magnético da bobina. Quando a bobina está desenergizada o núcleo magnético (e os contatos a ele solidários) é mantido aberto pela força de uma mola;
- b) O contato auxiliar AE1-AS1 é normalmente aberto e se fecha quando a bobina b é energizada;
- c) O contato auxiliar AE2-AS2 é normalmente fechado e se abre quando a bobina b é energizada;

A Figura 6 nos mostra como é uma contatora comercial, ou seja, ao comprar esses componentes, a estrutura interna são iguais sendo o que diferenciam entre si é o modelo que depende do fabricante, mas o seu esquema elétrico pode se considerar o mesmo entre eles.

Figura 6 - Contator de potência



Fonte: (CONTADORES, 2017).

Com todos esses componentes juntos, consegue-se ligar e desligar um fornecimento de energia em uma residência remotamente. Esse conjunto de *hardwares* não podem fazer isso sozinho, necessita de um programa que através de uma determinada linguagem se comunica com esses periféricos, sendo que no caso desse projeto será dado os comandos através de um aplicativo de celular, que no entanto pode ser criado em uma ferramenta de desenvolvimento de *software* conhecida como *APP Inventor*.

## 6 APP INVENTOR

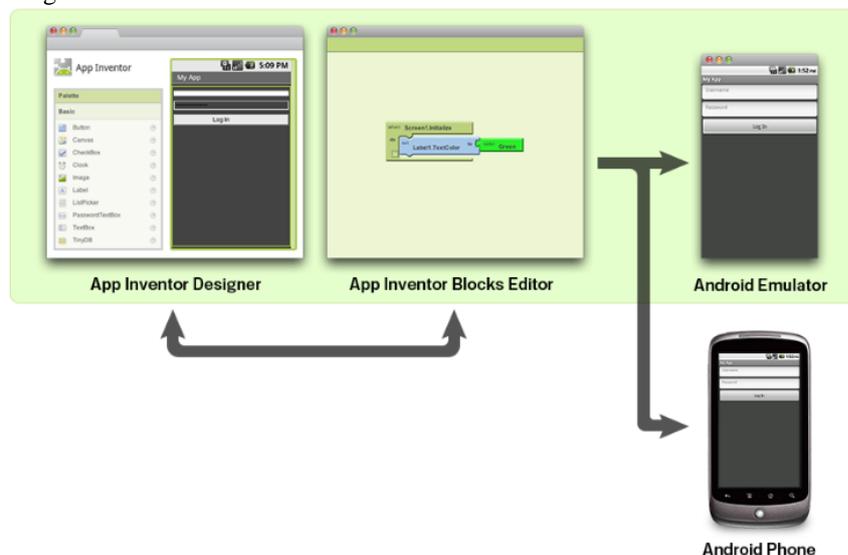
Segundo Guiss (2011), o sonho de todo usuário de *smartphone* é um aplicativo que faça exatamente o que ele quer. A realidade é bastante diferente. O usuário tem que se contentar com aplicativos desenvolvidos por terceiros, e muitas vezes programas específicos possuem apenas versões pagas nas lojas de apps dos desenvolvedores (GUISS, 2011).

Ainda de acordo com Guiss, o *App Inventor* é uma ferramenta de desenvolvimento de *software*, inicialmente desenvolvida pela Google e hoje mantida pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Ele permite que qualquer pessoa familiarizada com programação crie aplicativos para o sistema operacional *Android*, permitindo que as pessoas, sejam também criadoras e não apenas consumidores. Com uma interface simples e fácil de usar, o programa foge das linhas de programação normal e possibilita até mesmo usuários comuns de lançarem seus aplicativos. Graças ao recurso *drag and drop* (arrastar e soltar), a programação das aplicações acontece através de uma estrutura simples e intuitiva (GUISS, 2011).

### 6.1 Estrutura do *App Inventor*

A estrutura para desenvolver um App é simples porem dividido em três partes como mostra a Figura 7, sendo: a tela principal do aplicativo onde será montado da forma que será visto no aparelho em que está instalado, o editor em blocos que fica a parte da programação de funcionamento encaixados quando está correto e o simulador que pode ser o próprio aparelho.

Figura 7 – Nomenclatura do APP

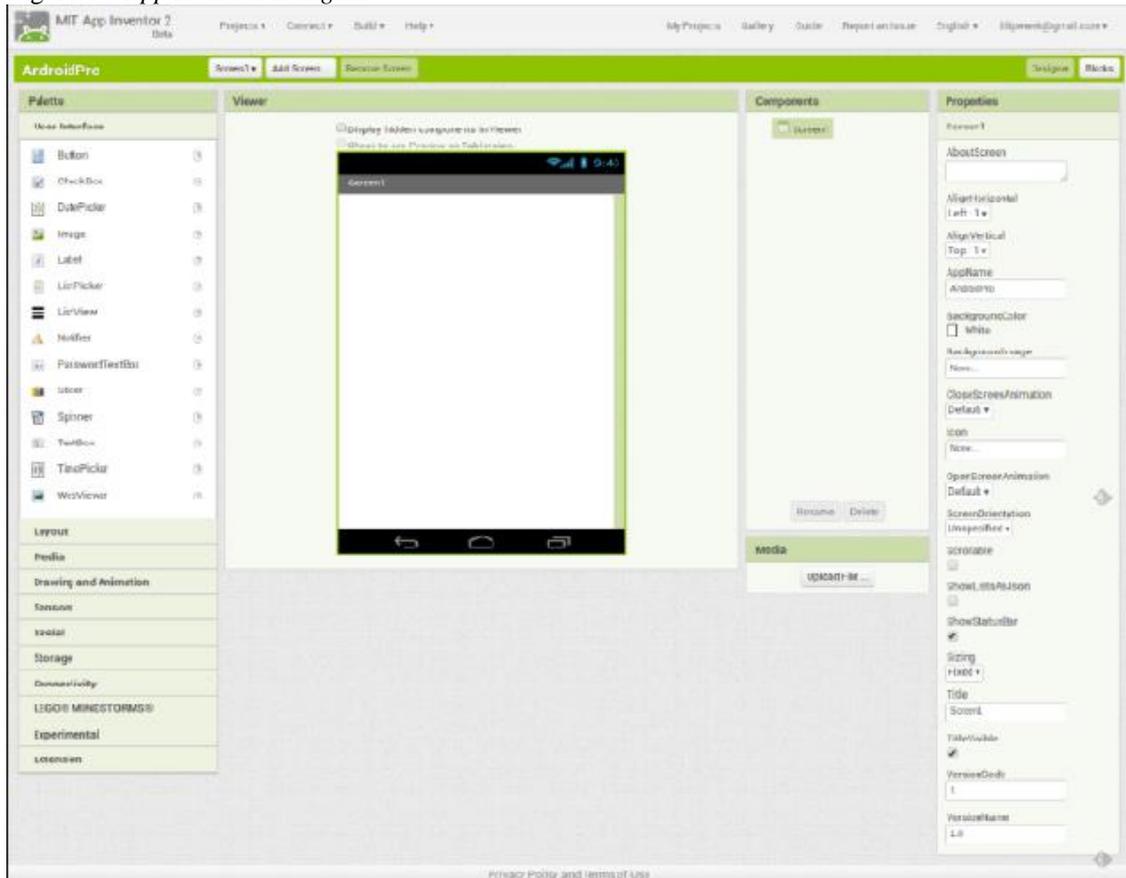


Fonte: (CORDEIRO, 2016).

De acordo com Cordeiro (2016), Geralmente, para quem está começando, montar um ambiente de desenvolvimento pode levar algumas horas. Mas com o *App Inventor*, as coisas são muito mais fáceis.

Se tiver uma conexão *Wi-Fi*, um computador e um *smartphone* com o sistema androide, consegue-se fazer todas as configurações do ambiente da Figura 8 em poucos minutos.

Figura 8 – *App Inventor Designer*



Fonte: (CORDEIRO, 2016).

O *App Inventor Designer* é a tela principal de um projeto. É aqui que se desenha a interface do aplicativo, escolhendo a posição dos botões e imagens, inserindo fotos, *droplists*, *checkboxes* e outros componentes disponíveis para a construção de um programa (CORDEIRO, 2016).

Essa tela é dividida em quatro colunas.

### 6.1.1 Paleta

A primeira coluna, chamada de “*Palette*” (Paleta), é onde ficam todos os componentes utilizáveis num aplicativo.

Esta paleta é dividida em seções para facilitar a localização dos componentes, que vão dos básicos (botões, imagens e textos) até uma seção exclusiva para integração com ferramentas de *Lego Mindstorms*. Para utilizar um desses componentes basta clicar sobre ele e arrastar para cima da segunda coluna, chamada “*Viewer*” (Visualizador).

### 6.1.2 Visualizador

Na coluna “*Viewer*”, pode organizar cada um dos objetos, montando o aplicativo como ele deve ser.

Uma janela de exibição simula a tela de um *smartphone* com o sistema operacional Android, apresentando uma versão próxima da final ao programador, à medida que ele organiza o espaço de uso do programa.

Todos os itens adicionados da “*Palette*” ao “*Viewer*” são apresentados na terceira coluna, chamada de “*Components*” (Componentes).

### 6.1.3 Componentes

Na coluna de componentes, ficam armazenados todos os itens adicionados, sejam eles visíveis ou não na tela do aplicativo. Dessa forma, fica muito mais simples selecionar cada objeto, pois eles estão listados de forma ordenada e acessível.

Neste momento também é possível renomear cada item. Assim, pode-se chamar os componentes por nomes que façam sentido para o projeto.

É muito mais fácil encontrar cada coisa se o programador mesmo criar um nome específico para ela, Como “botão de som” em vez de “*Button1*”.

É possível também inserir arquivos de mídia pela terceira coluna. Clicando no botão “*Add*” (Adicionar) que importa sons, fotos e vídeos do computador para o servidor do *App Inventor*, e eles ficam disponíveis para que se possa usar no projeto.

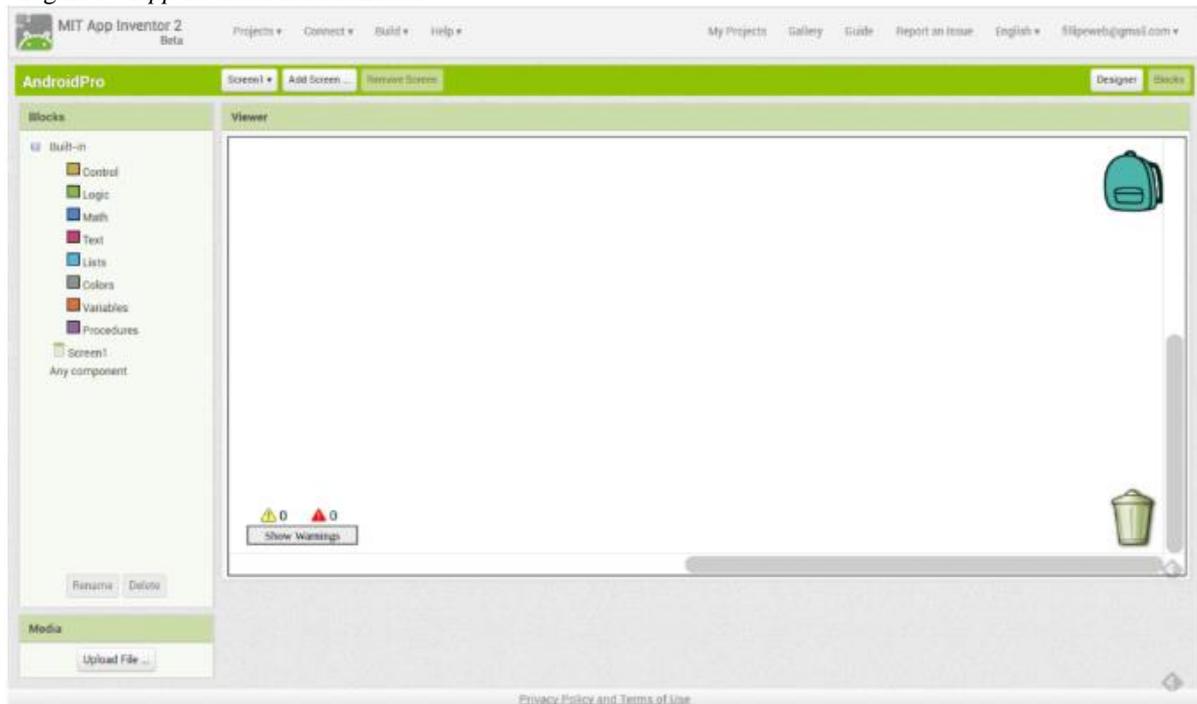
Clicar sobre qualquer um dos itens da lista na coluna “*Components*” permite que você possa editar seus detalhes na quarta coluna, chamada de “*Properties*” (Propriedades).

### 6.1.4 Propriedades

Esta é a coluna mais importante do *App Inventor Designer*, já que aqui pode definir os tamanhos e conteúdo dos textos de botões e caixas de informação, tamanho das imagens, cores

de fundo e largura e altura de objetos. Essas e muitas outras configurações são aplicadas instantaneamente na tela da coluna “*Viewer*”, permitindo que consiga sempre uma ótima ideia de onde e o que está mudando no programa. Uma vez que o aplicativo esteja parcialmente montado, é hora de começar a atribuir funções a cada um dos componentes que selecionou. Para isso é preciso selecionar o botão “*Blocks*” (Blocos), como visto na Figura 9.

Figura 9 - *App Inventor Blocks Editor*



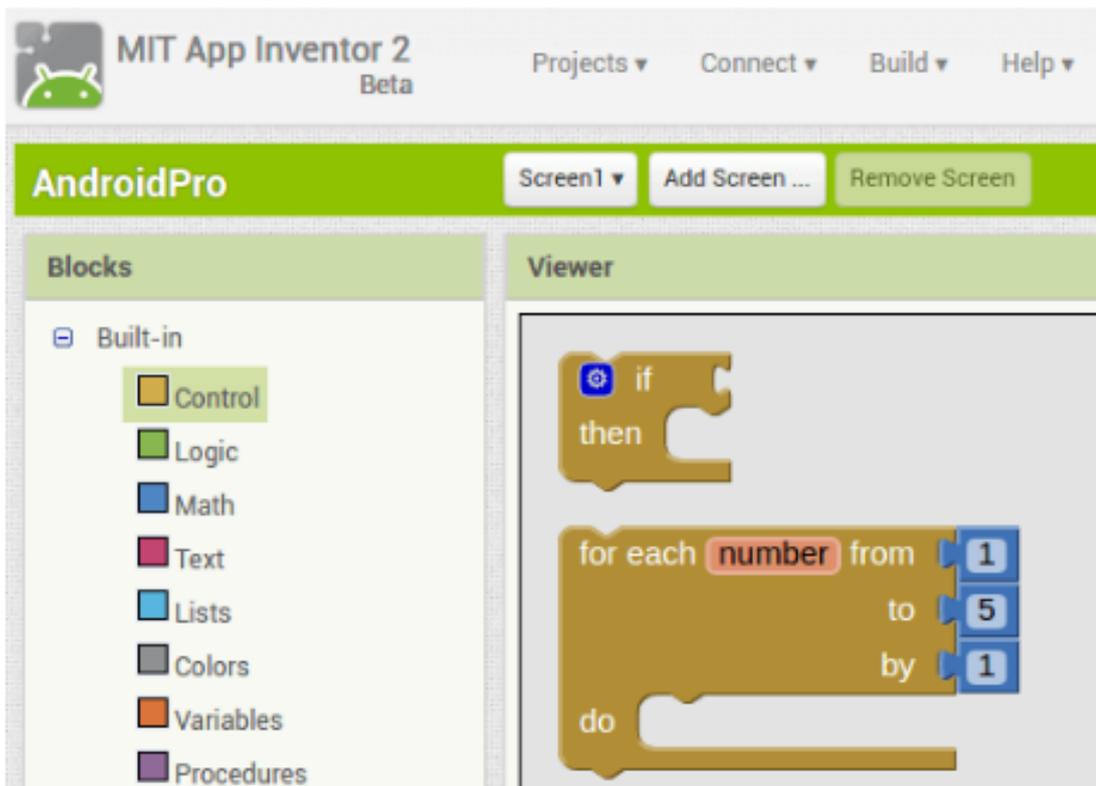
Fonte: (CORDEIRO, 2016).

Acessando o “*Blocks Editor*” você pode começar a associar ações para cada item do seu aplicativo. Usando uma interface simples e intuitiva, a construção do aplicativo parece muito com montar um quebra-cabeça.

O menu na lateral esquerda fornece a aba de comandos: “*Built-in*” (Internos). Que são os comandos de execução.

A combinação de um ou mais comandos forma uma ação completa. E para facilitar a construção das ações, os comandos são estruturados como peças de quebra-cabeças, como mostra a Figura 10 apenas funções compatíveis se encaixam.

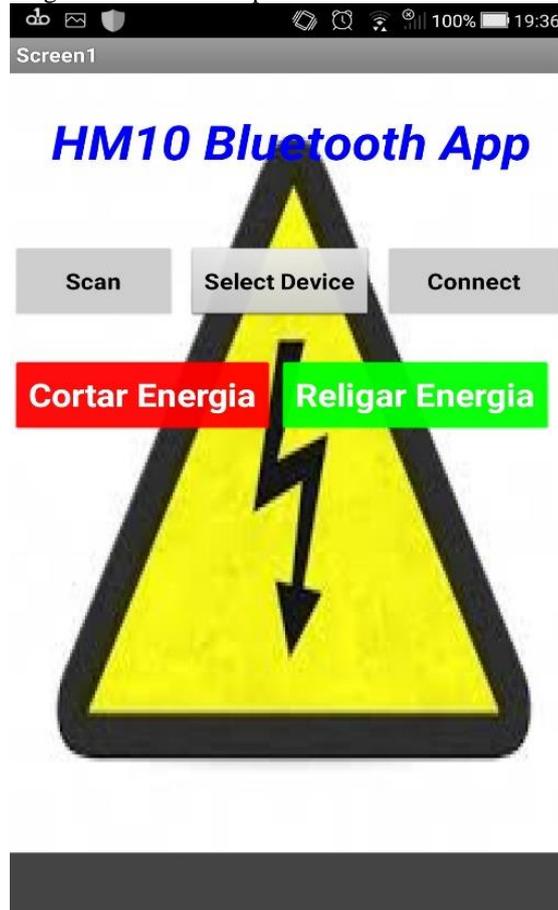
Figura 10 – Blocos compatíveis



Fonte: (CORDEIRO, 2016).

Para esse projeto foi criado um aplicativo que realize a conexão com o dispositivo e envie o comando de corte e religamento como mostra a Figura 11, mas esse não será utilizado pela concessionária por não ter parâmetros de segurança para que se evite de qualquer pessoa religar a energia. No caso, a concessionária fica responsável por contratar uma empresa especializada em criar aplicativos com a segurança adequada e senhas para evitar esse tipo de fraude.

Figura 11 – Tela do aplicativo



Fonte: O autor.

Após a criação do *App* e ser instalado em um aparelho com o sistema operacional Android, a tela inicial do mesmo ficou com os seguintes caracteres; um comando para procurar os sinais *bluetooth* ali presentes, um comando para selecionar em qual você quer se conectar, um comando para se conectar com o dispositivo e os principais que são para cortar e religar o fornecimento de energia em uma determinada residência.

Para que esse trabalho seja possível, é necessário uma estrutura que nos mostra o que se espera desse projeto, trazendo a principal aplicabilidade e o benefício que o mesmo pode trazer tanto para a fornecedora de energia quanto para os demais envolvidos.

## 7 METODOLOGIA

A metodologia utilizada no trabalho teve como meta o desenvolvimento de um dispositivo de fácil manuseio e confiabilidade, levando em conta a utilização das tecnologias existentes e de forma mais econômica possível, para auxiliar as companhias de energia a realizarem Cortes e Religamentos de energia em residências urbanas ou rurais.

A possibilidade do cliente se auto religar é reduzida com a instalação do dispositivo uma vez que o mesmo é comandado por uma contatora ligada em série com o sistema, e por se tratar de um equipamento isolado do disjuntor e dependente do aplicativo, não se consegue religar sem o *APP* específico para o mesmo. Diferentemente do corte no disjuntor, que está ao alcance do cliente interferir violando o lacre da concessionária e religando o fornecimento de energia, o dispositivo fica instalado dentro do padrão medidor de forma a não ter um fácil acesso pelo cliente, desta forma a possibilidade de auto religamento é reduzida e torna mais eficaz a ação de cobrança após o corte.

Este dispositivo conta com o uso de um módulo *Bluetooth* para o acesso remoto que será conectado a uma placa de controle conhecida como Arduino UNO, no qual fica encarregado de processar o comando dado pelo funcionário responsável da concessionária e ordenar o Corte ou o Religamento da energia fornecida no local, os comandos serão feitos através de um aplicativo instalado no *smartphone* com o sistema operacional Android, este aplicativo será criado pela concessionária de energia juntamente com especialistas em aplicativos de forma exclusiva ao dispositivo, reduzindo assim a chance de um religamento de energia não autorizado. Essa será a parte de controle do dispositivo, já a parte de potência, será utilizado uma contatora de potência de acordo com um carga estipulada podendo ser mudado de acordo com cada residência, que será ligado em série com a rede de alimentação internamente no padrão medidor a fim de atuar quando for solicitado.

Os objetivos que esse dispositivo pode trazer a concessionária são:

- a) Agilidade no processo de corte e religação das unidades consumidoras, de forma rápida e segura, com o menor custo possível operacional de manutenção e aquisição;
- b) Com a utilização deste equipamento estima-se reduzir o volume de serviços que necessitam serem executados por eletricitas devido a ação de corte no poste da concessionária;
- c) Aumento da produtividade dos cortes por falta de pagamento, melhorando assim o indicador de inadimplência;
- d) Redução do índice de rejeição de serviços por falta de acesso;

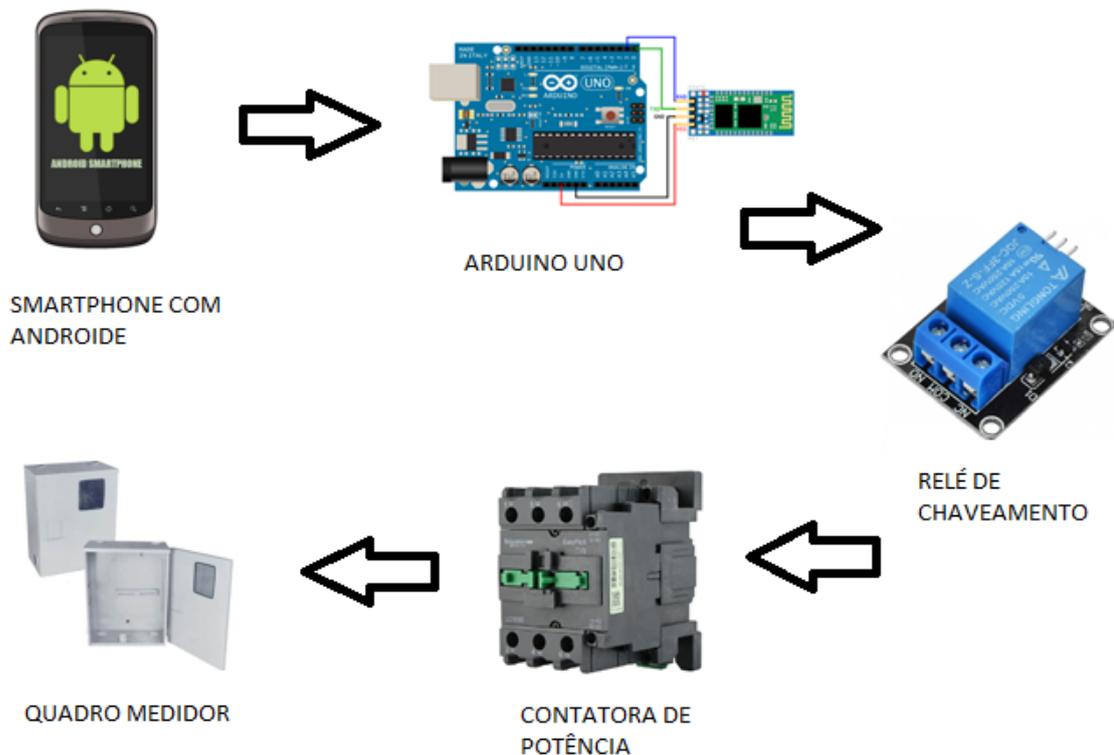
e) Também será eliminado os riscos de acidente, uma vez que não se tem contato com a rede energizada.

Ao se definir uma metodologia que mostra os benefícios que esse dispositivo pode trazer em relação aos custos, segurança e confiabilidade, deve-se traçar o modo em que isso será possível, para isso monta-se uma arquitetura de todo o sistema, desde os dispositivos internos que irão atuar diretamente quanto aos que dependem de uma pessoa para comandar.

## 8 ARQUITETURA DO SISTEMA

A arquitetura do Sistema de corte e religamento de energia está composta pelos seguintes elementos sistêmicos, um *smartphone* com o sistema Android que irá controlar o *hardware* do dispositivo, uma placa eletrônica de Arduino com um módulo *bluetooth* que se conecta ao dispositivo móvel, um relé para o acionamento da contatora ligada diretamente à rede elétrica, sendo que essa contatora de potência que realizará o corte temporário no fornecimento e o padrão residencial onde será instalado o dispositivo, tudo isso é pode ser mostrado na Figura 12.

Figura 12 – Arquitetura do projeto.



Fonte: O autor.

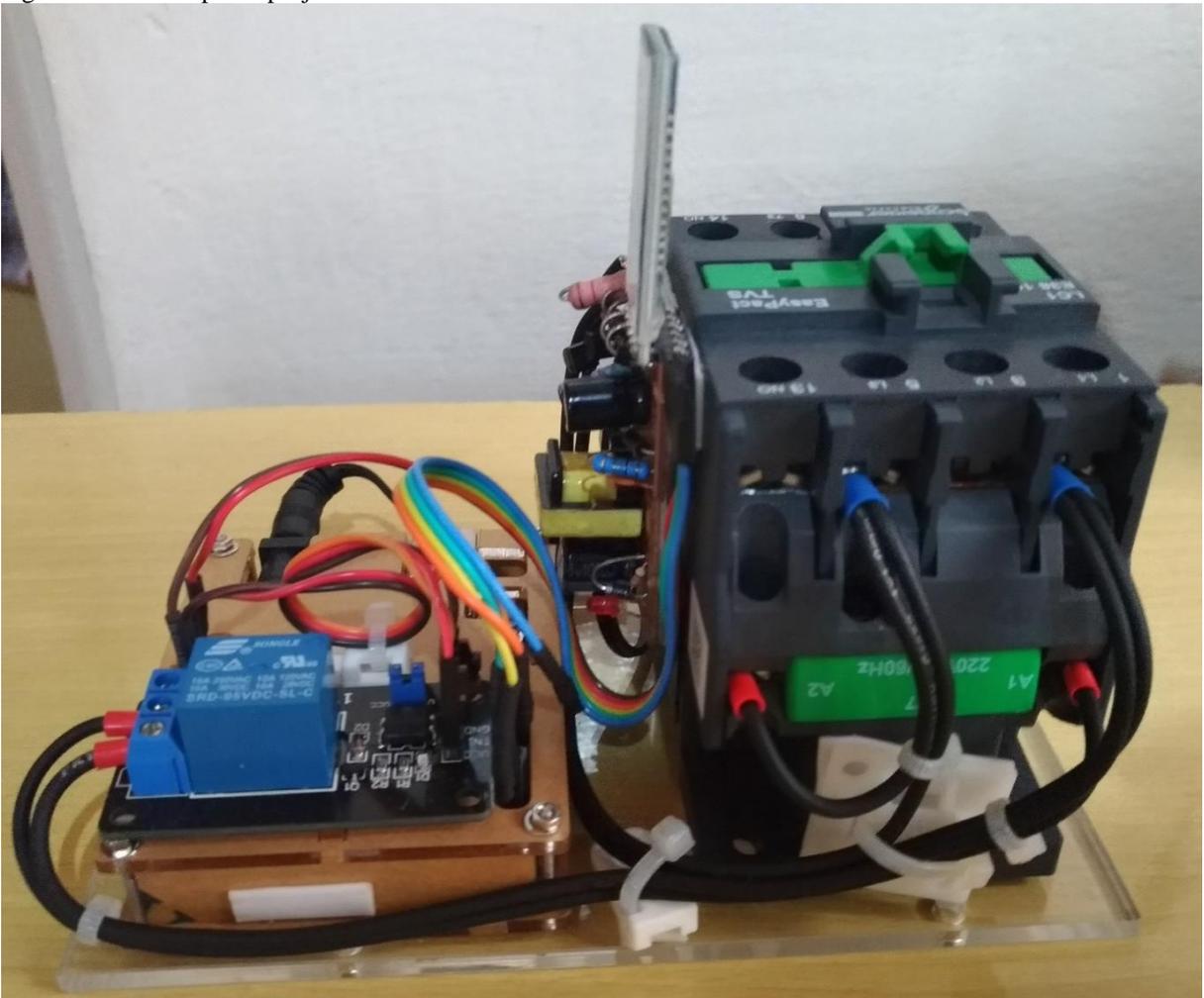
Esses componentes todos juntos torna-se possível a realização do corte e do religamento de energia em uma determinada residência, sendo que tem-se uma divisão desse projeto em 3 partes, são elas:

- Medidor: medidor (Padrão de Energia) atual nas instalações do cliente;
- Dispositivo de Corte e Religamento: integrado com uma interface *Bluetooth*, instalado no ramal de ligação da unidade consumidora, para permitir as operações remotas comandadas pelos operadores;

c) *Smartphone* com Sistema Android: *Smartphone* com recursos de comunicação via *Bluetooth*, e com um software aplicativo que executa e controla as operações remotas de Corte e Religamento de energia realizadas pelos responsáveis da companhia fornecedora;

O Protótipo em si é compacto e cabe dentro de todas as caixas de medidores de energia existente, possibilitando uma acomodação e segurança na hora de ser implantado. A Figura 13 mostra o dispositivo montado e pronto para colocar no padrão medidor.

Figura 13 – Protótipo do projeto



Fonte: O autor.

Ao mostrar como foi realizado e o que é necessário para realização desse projeto, deve-se atentar a um ponto muito importante para que este dispositivo seja viável, ou seja os custos para se criação de um dispositivo assim devem ser os menores possíveis, trazendo confiança e durabilidade, sendo que pretende-se alcançar o menor custo possível e que seja uma qualidade satisfatória.

## 9 CUSTOS COM O PROJETO

Para esse trabalho ser elaborado, foi necessário alguns componentes que se encontram no mercado brasileiro, sendo assim foram cotados alguns com o melhor custo possível e sem diminuir a qualidade e eficiência do dispositivo como mostra o Quadro 7. Esses componentes são necessários para interligar o dispositivo móvel com a rede da concessionária, fazendo com que seja possível o corte e religamento da energia na residência em questão. Realizou-se um quadro com a relação de componentes necessários.

Quadro 7 – Valores dos componentes

COMPONENTES	PREÇO R\$
Arduino UNO r3 Atmega328 + cabo USB	28,05
Gabinete <i>Box</i> Arduino UNO acrílico	11,50
Modulo Relé 1 canal 5V	13,99
Módulo <i>Bluetooth</i> Serial Hm 10 Arduino UNO r3	24,40
Contator Tripolar Elotherm 50A 127V	120,00
Fonte de Alimentação 12V 1 <sup>a</sup>	12,50
<b>TOTAL DE MATERIAIS</b>	<b>210,44</b>

Fonte: O autor.

Esses são os componentes necessários para que seja possível este projeto, juntos eles podem se conectar através da tecnologia *bluetooth* que será integrado a placa do Arduino com um determinado programa de comando salvo na memória, onde envia o sinal de comando ao relé que por sua vez aciona a bobina da contatora principal que ficará ligada em série com a rede elétrica, tornando possível a manobra a ser realizada.

Realizando as cotações necessárias para atender o projeto e escolhendo os melhores possíveis e com um custo satisfatórios, deve-se considerar os custos com as implantações dos dispositivos que devem ser o menor possível e que após o seu funcionamento, traga um retorno o mais breve do que será investido.

O *hardware* utilizado no protótipo serve para diversos projetos ou protótipos, sendo que se pode projetar a placa incluindo somente o necessário para atender ao projeto, havendo um custo para se projetar e que ao dividir pela quantidade de dispositivos necessários para atender todas unidades residenciais consumidoras em que a concessionária atende esse valor se torna mínimo, trazendo assim uma redução de custo ainda maior.

## 9.1 Custos com a implantação.

A instalação do dispositivo é internamente no padrão e de fácil conexão sendo que fica em serie com as ligações, ou seja, na saída do disjuntor pode ser colocado e necessitando de um mínimo de cabeamento possível e poucas ferramentas para serem conectados. Outro ponto é que por ser ligado no medidor não necessitando de escadas e nem carros específicos para incluir o mesmo possibilitando somente o deslocamento de um veículo de duas rodas para ser feito o trabalho. Mas o melhor momento para ser instalado o dispositivo, é no exato momento de corte ou de religamento do fornecimento de energia, uma vez que já foi gerado a ordem de serviço para se ir até local e se tem acesso ao padrão eliminando um gasto adicional com deslocamento para ser implantado.

Na pior ocasião o valor para se implantar esse dispositivo é feito através do deslocamento mais simples, que é o RC (Religamento na caixa) que tem um fator multiplicador de 0,011557 e custa em média R\$ 16,19 por dispositivo implantado, esse é o valor a ser considerado para a implantação de cada dispositivo que fosse ligado sem o aproveitamento de uma ordem de corte ou religamento.

## 9.2 Previsão de gastos futuros

Os possíveis gastos após a implantação desse dispositivo se dá ao fato de tempo de vida útil e manutenção, sendo que uma contatora nesse caso pode durar mais de 10 anos devido ao pouco acionamento na maioria dos casos, já o restante tem uma durabilidade menor mas que não foi mensurado ainda, ou seja, pode durar um dois ou mais anos dependendo do quantidade de acionamento, levando em conta esse fator o projeto ainda continua positivo, pois os custos dos componentes menores são menos da metade de todo o projeto.

Tendo em vista tudo isso consegue-se reduzir ainda mais esse custo, uma vez que se trata de um *hardware* com diversas funções e aplicabilidade diferentes, agora se for projetado uma placa com as funções necessárias para o projeto tem-se um investimento de criação inicial e que se dividido pela quantidade equivalente para cobrir todas as instalações que são atendidas pela concessionária, o resultado é um valor menor ainda que todos esses componentes comprados separadamente, pois teremos uma só placa com as funções de todas essas juntas, a Figura 14 mostra os componentes de conexão e comandos que foram utilizados nesse protótipo e com os seus devidos valores comerciais.

Figura 14 – Possíveis substituições



Arduino Uno R\$ 28,05



Bluetooth Hm 10 R\$ 24,40



Relé 5V R\$ 13,99

Fonte: O autor.



Fonte 12V 1Amp R\$ 12,50

Outros gastos seriam com o transporte para realizar essas substituições dos dispositivos, mas podem ser referenciados com o menor custo de deslocamento que a Cemig possui, sendo uma pessoa com a moto e o acesso ao padrão medidor, lembrando que a manutenção é repentina e em casos diversos e não serão todos os equipamentos de uma só vez para se realizar o concerto ou a substituição, mantendo assim um gasto mais baixo para ser realizado.

Para mostrar a aplicabilidade do projeto foi realizado alguns testes que validam a sua eficácia, sendo que se deve ficar atento na conexão em diversas situações e com possíveis obstáculos, outro fator é o funcionamento desde o *hardware* de comando até o acionamento da contatora que fica responsável por interromper o fornecimento de energia.

## 10 RESULTADOS

Os testes foram realizados de diversas maneiras e em diversas situações para se provar a eficiência e validar o dispositivo respeitando a distância máxima que a Cemig permite colocar o padrão medidor dentro de uma determinada residência, ou seja, de acordo com a ND 5.1, o padrão de entrada deve ser construído no limite da propriedade da edificação com a calçada e com a leitura para a via pública. Opcionalmente, para as unidades consumidoras abaixo o padrão de entrada pode ser instalado no interior dessas unidades admitindo-se um afastamento máximo de 6 metros do limite da propriedade da edificação com o passeio público (CEMIG, 2013).

O dispositivo foi colocado dentro de uma caixa padrão CM 14 que é uma caixa para medidor polifásico e disjuntor de 40 a 120A com leitura pela via pública, essa por sua vez é utilizada pela concessionária em redes com tensão 127/220v, onde conseguiu simular o real funcionamento em uma determinada situação, após sua instalação pode-se verificar o funcionamento do protótipo e seu alcance máximo segundo diversas distancias e obstáculos como mostra o Quadro 8 abaixo:

Quadro 8 – Testes realizados

<b>TESTES REALIZADOS DENTRO DA CM14</b>			
<b>Condição</b>	<b>Alcance máx. (mts)</b>	<b>Tempo de conexão (s)</b>	<b>Situação</b>
Conexão em linha direta sem barreira	20	3	Liga/Desliga
Conexão com uma barreira	15	3	Liga/Desliga
Conexão com duas barreiras	7	4	Liga/Desliga
Conexão com três barreiras	-	-	Perde Conexão

Fonte: O autor.

Os testes com esse projeto mostrou um ótimo resultado, uma vez que a fornecedora limita uma distância máxima para ser colocado o padrão no interior da residência, que é de 6 metros, sendo assim além de o dispositivo atender a distância necessária para se conectar com APP instalado no celular, apresentou um alcance maior ainda mostrando a confiabilidade na hora de realizar a interrupção no fornecimento de energia, lembrando também que existem vários modelos de padrões medidores e inclusive com tampas de policarbonato que minimiza as barreiras de conexão do celular e o dispositivo de corte e religamento.

## 10.1 Viabilidade econômica

De acordo com o Quadro 1, foram realizados 846.949 cortes nos fornecimento de energia no ano de 2017, sendo que os gastos para a realização de uma manobra mais simples, como por exemplo, um desligamento na caixa medidora, resulta em um gasto anual em torno de R\$14.689.483,46. Supondo a utilização de todos os tipos de manobras a serem realizadas, pode-se considerar o valor de um sexto de cada situação, sendo assim, o valor de cada tipo de manobra somados ao decorrer do ano, totaliza um valor de R\$114.216.013,20 gastos anualmente.

Se for considerado o valor de um religamento na caixa para a implantação do dispositivo, havia um acréscimo de R\$16,19 em cada dispositivo instalado, sendo assim se dividir os gastos anuais pelo valor de cada dispositivo, teria 503.976 residências com os equipamentos ligados, reduzindo a quase zero os gastos com as atividades nessas residências.

Na proposta deste trabalho o corte seria realizado pelo próprio leiturista no ato da segunda conta em debito, desta forma pode-se considerar uma redução mínima de R\$14.689.483,46 gastos com a manobra mais simples na realização do corte.

Como neste sistema o próprio leiturista pode realizar o corte, ao realizar a leitura no dia 1 e com vencimento dia 10, a partir deste dia o cliente já pode ser notificado utilizando os diversos meios adotados pela empresa, sendo que acima deste período o cliente já passa a ser um inadimplente, podendo a concessionária suspender o fornecimento a qualquer momento, sendo que na próxima vez em que o funcionário da concessionaria for realizar a leitura do medidor, já será possível realizar a suspensão no fornecimento de energia de forma remota e sem a utilização de veículos e equipamentos especiais.

## 11 CONCLUSÃO

Os resultados alcançados para este trabalho, é que com o desenvolvimento de um dispositivo de Corte e Religamento de energia através da tecnologia *bluetooth*, consegue-se alcançar uma redução significativa nos custos mensais com as ordens de serviços referentes a atividades de suspensões no fornecimento de energia, aumentando também a segurança na realização das atividades, uma vez que não é necessário subir em postes e nem haver um contato direto com a rede energizada, considera-se como economia que com essa nova sistemática não será necessário a mobilização de um automóvel com dois ou mais funcionários capacitados e com os devidos equipamentos de segurança necessários para a atividade, uma vez que o dispositivo será comandado de forma remota, ou seja, apenas será necessário um funcionário, no caso um leiturista, que no exato momento de leitura do medidor de energia, verifica-se a ordem de corte autorizada pela concessionária na conta emitida ali na hora e realiza a suspensão através de um *smartphone* com o aplicativo criado para o dispositivo, executando assim tanto a suspensão quanto o religamento da energia de tal residência.

Com os testes realizados conclui-se que o dispositivo é bastante viável devido ao seu satisfatório alcance de conexão e sua aplicabilidade no processo, atendendo o mínimo de exigência da concessionária e obtendo um resultado gratificante no processo de corte e religamento de energia.

O fator mais importante que viabilizou esse projeto é que se consegue reduzir os custos com as manobras de uma forma bastante satisfatória, reduzindo ao máximo possível o valor total investido nas atividades, sendo que as economias podem ser ainda maiores se os dispositivos forem implantados nos exatos momentos de corte ou religamento de energia. Outro ponto é que com essa economia durante os anos, a concessionária pode implantar os dispositivos em todo território atendido por ela somente com a redução de custo gerado antes da implantação do dispositivo.

## REFERENCIAS

ALECRIM, Emerson. **Tecnologia Bluetooth**, 2008. Disponível em: <<https://www.infowester.com/bluetooth.php>>. Acesso em: 03/05/2017.

ANEEL 414. **Resolução Normativa N° 414**, 2010. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>>. Acesso em: 23/06/2017.

APP INVENTOR. **App Inventor**, 2010. Disponível em: <<http://appinventor.mit.edu/explore/index-2.html>>. Acesso em: 20/03/2017.

ARDUINO. **Arduino**, 2011. Disponível em: <<http://arduino.cc/>>. Acesso em: 04/05/2017.

ASHTON, Kevin. **Internet das Coisas**, 2014. Inovação em Pauta, Porto Alegre, n. 18, p. 6-9, 14 dez. 2014. Entrevista concedida a Inovação em Pauta. Disponível em: <<http://www.flip3d.com.br/web/pub/finep/>>. Acesso em: 22/08/2018.

BLUETOOTH SIG. **Tecnologia Bluetooth**, 2011. Disponível em: <<https://www.bluetooth.org/Building/HowTechnologyWorks/ProfilesAndProtocols/TCP.htm>>. Acesso em: 03/05/2017.

CARRO, João. **Invenção do Primeiro Contator**, 2014. Disponível em: <https://schneider-electric.com/gestao-de-energia/2014/12/02/invencao-primeiro-contator/>>. Acesso em: 12/02/2018.

CEMIG. **Relatório Cemig**, 2015. Disponível em: <[http://ri.cemig.com.br/static/ptb/relatorios\\_anuais.asp?idioma=ptb](http://ri.cemig.com.br/static/ptb/relatorios_anuais.asp?idioma=ptb)>. Acesso em: 15/09/2018.

CEMIG. **Relatório Cemig**, 2016. Disponível em: <[http://ri.cemig.com.br/static/ptb/relatorios\\_anuais.asp?idioma=ptb](http://ri.cemig.com.br/static/ptb/relatorios_anuais.asp?idioma=ptb)>. Acesso em: 05/10/2018.

CEMIG. **Relatório Cemig**, 2017. Disponível em: <[http://ri.cemig.com.br/static/ptb/relatorios\\_anuais.asp?idioma=ptb](http://ri.cemig.com.br/static/ptb/relatorios_anuais.asp?idioma=ptb)>. Acesso em: 03/10/2018.

CONTADORES. **Dispositivos De Comando – Contadores**, 2014. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/136674/mod\\_resource/content/2/teo\\_dispositivos\\_comando.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/136674/mod_resource/content/2/teo_dispositivos_comando.pdf)>. Acesso em: 15/02/2017.

CORDEIRO, Fillipe. **App Inventor**, 2016. Disponível em: <<https://www.androidpro.com.br/blog/desenvolvimento-android/app-inventor/>>. Acesso em: 15/03/2018.

FLARYS, Francisco. **Eletrotécnica Geral**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2006.

GUISS, Alexandre. *Google App Inventor*, 2011. Disponível em:  
<<https://www.tecmundo.com.br/google/11458-google-app-inventor-o-criador-de-apps-para-android-para-quem-nao-sabe-programar.htm>>. Acesso em: 18/03/2017.

MCROBERTS, Michael. *Arduino Básico*. São Paulo, SP: Novatec. 2018.

MOTA, Allan. *Módulo relé – Acionando cargas com Arduino*, 2017. Disponível em:  
<<https://portal.vidadesilicio.com.br/modulo-rele-com-arduino/>>. Acesso em: 23/09/2018.

CEMIG. **ND 5.1** - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária Rede de Distribuição Aérea - Edificações Individuais. Belo Horizonte: ND, 2013. 24 p. Cap. 2.2.2

OZORIO, W.C. *Análise Comparativa Entre Os Protocolos de Segurança WEP, WPA E WPA2*, 2007. Disponível em:  
<[Http://under-linux.org/attachments/f105/3979d1239745744-comparativo-criptografia-wep-x-wpa-x-wpa2-0402049.pdf](http://under-linux.org/attachments/f105/3979d1239745744-comparativo-criptografia-wep-x-wpa-x-wpa2-0402049.pdf)>. Acesso em: 08/04/2018.

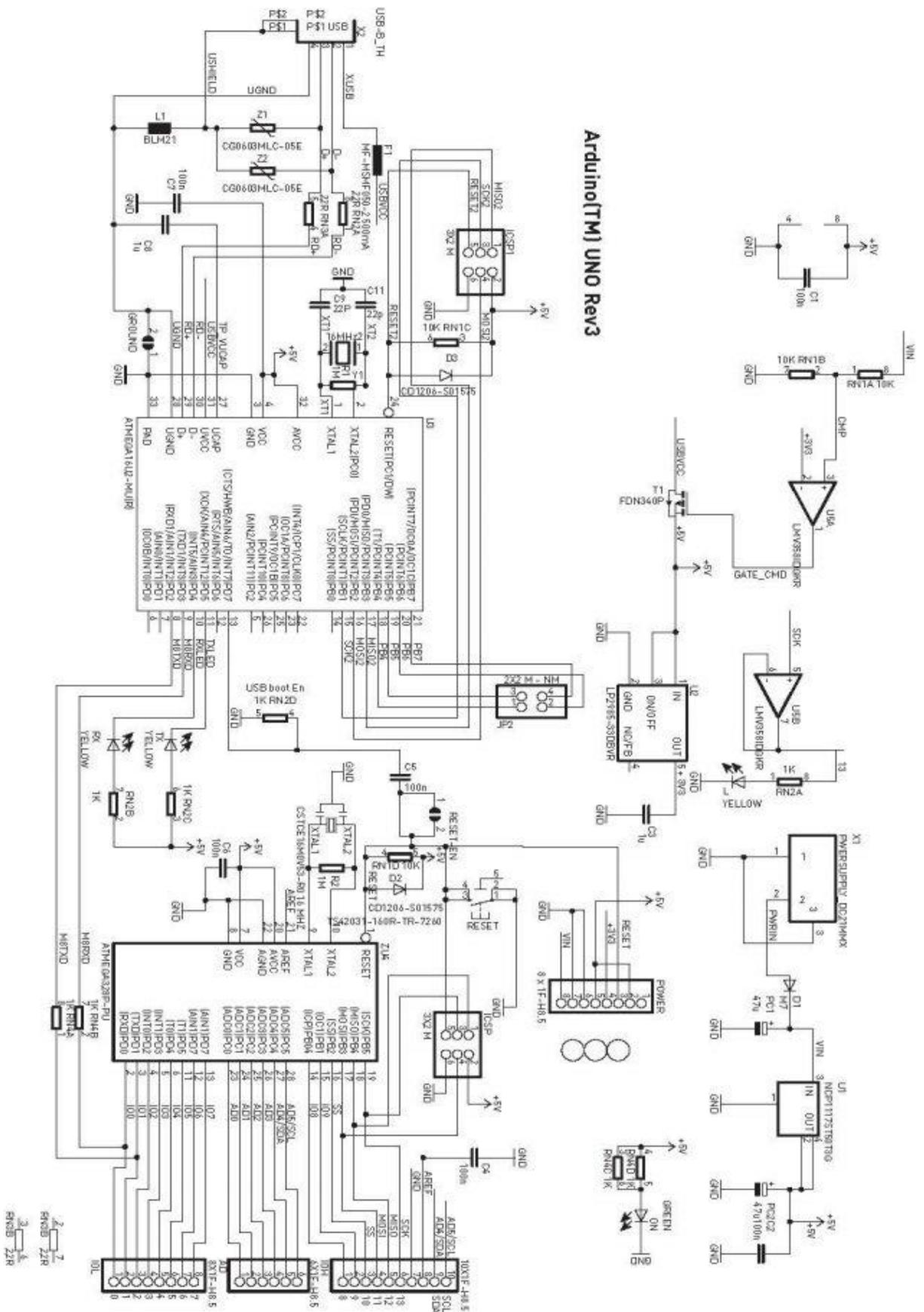
PIZARRO, Ludmila. Inadimplência faz corte de energia elétrica crescer 94%. *O Tempo*. Belo Horizonte, 22, fev. 2016. Seção Economia. Disponível em:  
<<http://www.otempo.com.br/capa/economia/inadimpl%C3%Aancia-faz-corte-de-energia-el%C3%A9trica-crescer-94-1.1239787>>. Acesso em: 12/11/2017.

SOARES, A. *Bluetooth Low Energy*, 2008. Disponível em:  
<[Http://ave.dee.isep.ipp.pt/~malves/act\\_lect/RECIN/Trabalho%20200809/RECIN2009\\_BluetoothLowEnergy.pdf](http://ave.dee.isep.ipp.pt/~malves/act_lect/RECIN/Trabalho%20200809/RECIN2009_BluetoothLowEnergy.pdf)>. Acesso em: 14/07/2018.

ZAMBARDA, Pedro. *Internet das Coisas: entenda o conceito e o que muda com a tecnologia*, 2014. Disponível em:  
<<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/08/internet-das-coisas-entendao-conceito-e-o-que-muda-com-tecnologia.html>>. Acesso em: 14/06/2018.

WELBERT, Ricardo. *Métodos de Cobrança*, 2015. G1 Disponível em:  
<<http://g1.globo.com/mg/centro-oeste/noticia/2015/07/apos-aumento-na-conta-de-energia-cresce-inadimplencia-em-divinopolis.html>>. Acesso em: 03/11/2017.

# ANEXO A



Arduino(TM) UNO Rev3