

FACULDADE DOCTUM DE JOÃO MONLEVADE

**MARCUS VINÍCIUS BARCELOS LEANDRO
TAMARA PRISCILA DE SOUZA CASTRO**

**IMPACTO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO RESIDENCIAL COM
CÉLULAS DE CARGAS NO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO
BAIRRO LUCÍLIA EM JOÃO MONLEVADE-MG**

JOÃO MONLEVADE

2019

FACULDADE DOCTUM DE JOÃO MONLEVADE

**MARCUS VINÍCIUS BARCELOS LEANDRO
TAMARA PRISCILA DE SOUZA CASTRO**

**IMPACTO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO RESIDENCIAL COM
CÉLULAS DE CARGAS NO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO
BAIRRO LUCÍLIA EM JOÃO MONLEVADE-MG**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Engenharia Elétrica da Faculdade
Doctum de João Monlevade, como
requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia
Elétrica.**

**Área de Concentração: Sistemas
de Energia**

**Orientador: Prof. MSc José
Olímpio dos Santos Filho.**

JOÃO MONLEVADE

2019



FACULDADE DOCTUM DE JOÃO MONLEVADE

FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: O IMPACTO QUE O SISTEMA DE MONITORAMENTO RESIDENCIAL COM CÉLULAS DE CARGAS CAUSA NO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO BAIRRO LUCÍLIA EM JOÃO MONLEVADE-MG, elaborado pela aluna MARCUS VINÍCIUS BARCELOS LEANDRO foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceita pelo curso de Engenharia Elétrica da Faculdade Doctum de João Monlevade, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA ELÉTRICA.

João Monlevade, 04 de Julho 2019

Prof. José Olímpio dos Santos Filho

Profa. Daysemara Maria Cotta

Prof. Hernani De Oliveira Santiago Filho

RESUMO

O presente trabalho retrata como o índice de roubos e furtos em residências vêm crescendo a cada dia e como a domótica pode agregar muito no ramo de segurança patrimonial. Visa analisar os tipos de sistemas de monitoramentos já existentes, apresentando uma ideia por meio da automação, com uso de células de carga, monitorando a residência através do peso das pessoas, baseando-se em dados reais de ocorrências policiais em nossa região. Além disso, foram abordados a junção de componentes simples e de fácil manuseio, proporcionando curiosidade e interesse dos acadêmicos em aprofundar as pesquisas e coleta de dados reais. Realizou-se uma amostragem com a população de um determinado bairro da cidade de João Monlevade-MG, a fim de calcular o consumo de energia elétrica daquela referida região, supondo a instalação do projeto proposto. Apesar de parecer quase imperceptível o aumento no consumo de energia com a utilização de tal projeto, quando se abrange uma grande população, estimando 100% das instalações, verifica-se um consumo de energia considerável, o que acarreta num valor relativamente alto na conta de energia.

Palavras-chave: Segurança; Células de cargas; Consumo.

ABSTRACT

The present work portrays how the index of thefts and thefts in homes have been growing every day and how home automation can add much in the branch of patrimonial security. It aims to analyze the types of monitoring systems already in place, presenting an idea through automation, using load cells, monitoring the residence through the weight of the people, based on real data of police occurrences in our region. In addition, the combination of simple and easy-to-handle components was approached, providing the curiosity and interest of academics to deepen their research and collect real data. Sampling was carried out with the population of a certain neighborhood of the city of João Monlevade-MG, in order to calculate the electric energy consumption of that region, assuming the installation of the proposed project. Although the increase in energy consumption with the use of such a project seems almost imperceptible, when a large population is included, estimating 100% of the installations, there is considerable energy consumption, which results in a relatively high energy.

Keywords: Security; Load Cells; Consumption.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Consumo de Energia por Classe	15
Figura 2- Valor final da Energia Elétrica	18
Figura 3- Esquema exemplificativo de um sistema domótico.....	21
Figura 4- Arquitetura centralizada dos equipamentos	21
Figura 5- Diagrama Esquemático do Projeto.....	23
Figura 6- Célula de carga 50kg	26
Figura 7 - Arduino Uno	27
Figura 8 - Módulo Conversor HX711	28
Figura 9 - Módulo GSM SIM900.....	29
Figura 10 - Planilha de Amostragem de população para análise de consumo de energia	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Faixa etária de autores e coautores dos roubos e furtos em residências nos últimos 5 anos	24
Gráfico 2 - Índice de roubos e furtos em residências no Médio Piracicaba nos últimos 5 anos	33
Gráfico 3- Número de ocorrências registradas em alguns bairros de João Monlevade- MG	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Consumo de energia dos componentes eletrônicos.....	30
---	----

ABREVIATURAS E SIGLAS

A- Ampère

ADC- Conversor analógico digital

ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica

CEMIG- Companhia Energética de Minas Gerais

CIA IND. PM- Companhia Independente de Polícia Militar

EPE- Empresa de Pesquisa Energética

GSM- Global System for Mobile Communications

GWh- Giga Watts Hora

ICMS- Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços

Kg- Quilograma

KV- Quilovolts

KWh- Quilowatts hora

LED- Diodo emissor de luz

mA- mili ampere

PIS- Programa de Integração Social

PM- Polícia Militar

PMJM- Prefeitura Municipal de Minas Gerais

PNUD- Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento

V- Volt

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 Consumo de energia elétrica	14
3.2 Demanda de energia elétrica residencial	15
3.3 Tarifas de energia	17
3.4 Bandeiras Tarifárias	18
3.6 O sistema de monitoramento através do peso	24
3.7.1 Sensor de peso	25
3.7.2 Microcontrolador Arduino.....	26
3.7.3 Módulo Conversor HX711	27
3.7.4 Módulo GSM SIM900.....	29
3.8 Consumo dos componentes	30
4 METODOLOGIA	31
4.1 Abordagem da pesquisa.....	31
4.2 Tipo de pesquisa.....	31
4.3 Método.....	31
5 ANÁLISE DE DADOS	32
5.1 Escolha do bairro para estudo comparativo.....	32
5.2 Demanda dos transformadores instalados no bairro Lucília.....	34
5.3 Consumo de energia elétrica de residências do bairro Lucília com e sem instalação do sistema proposto.....	35
6 CONCLUSÃO	37
7 REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

O cotidiano das pessoas está marcado pela constante onda de criminalidades, onde roubos e furtos em residências são registrados em grande número. Conforme pesquisa realizada em 2015 pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud), o Brasil é o terceiro país com o maior número de assaltos na América Latina; perdendo apenas para a Argentina e México.

Na região do Médio Piracicaba em Minas Gerais, a situação não é diferente, e indicadores da 17ª Cia PM Ind. mostram que, em 2014 os registros de furtos eram de 503, em 2016 este número aumentou para 681 e em 2018 caiu para 408. Em relação aos roubos, as ocorrências são bem menores, sendo 22 em 2014, 34 em 2016 e 16 em 2018. Os números ainda apontam que, o tipo de domicílio de maior alvo dos criminosos são as casas, totalizando 1968 ocorrências nos últimos 5 anos (POLÍCIA MILITAR DE MINAS GERAIS, 2018).

Moser (1991) afirma que a criminalidade é, conceitualmente, um comportamento social, já que pressupõe uma relação que envolve pelo menos duas pessoas, como a maioria das condutas humanas. É uma interação, na medida em que se origina e se efetiva na relação com o outro, o que condiciona e modela nosso comportamento. Existem, pelo menos, duas pessoas que participam dessa interação: o agressor e a vítima.

A fim de garantir a atenuação das perdas patrimoniais de uma determinada organização, considerando estas como empresas, condomínios e residências, há um conjunto de medidas de prevenção denominado segurança patrimonial. Tais medidas de prevenção devem ser pensadas e adotadas de forma que se tenha um sistema antifurtos integrado a um bom controle de portaria (ASTER SEGURANÇA E FACILITES, 2016).

A escolha do sistema de segurança depende de três fatores: a necessidade de segurança do local, a disponibilidade financeira para tal investimento e o impacto que o sistema pode causar no consumo de energia do imóvel. Mas para que a automação de uma residência possa corresponder às expectativas, é preciso que ela seja de simples acesso, tenha controles claros e

é importante que tanto o sistema de automação como a instalação elétrica da residência, estejam em conformidade com a norma regulamentadora.

O consumidor quando vai em busca de sistemas de monitoramento patrimonial, ele não busca apenas algo que garanta segurança de seus bens. Quer algo que seja de fácil acesso para ele, tenha um bom funcionamento com baixa probabilidade de falha, que não tenha um custo tão além da realidade que ele vive e que não impacte tanto na conta de energia. Afinal, as companhias energéticas estão sempre acrescentando alguma porcentagem no consumo dos seus clientes, o que impacta bastante no orçamento, visto que o consumo geralmente não tem muitas alterações de mês para mês.

O comércio de segurança patrimonial disponibiliza uma grande variedade de produtos, como por exemplo: sistemas de alarmes, cercas elétricas, concertinas, circuito fechado de televisão, controle de acesso eletrônico, dentre outros. Porém ainda há muitas tecnologias passíveis de desenvolvimento e avanços, para aumentar, integrar e melhorar a proteção das residências.

A automação nos sistemas de monitoramento residencial permite praticidade e eficiência em seu funcionamento. Porém, a relação custo benefício pode não trazer agradáveis gastos para o consumidor. É um conjunto de custo alto para tal investimento, tempo necessário para retorno do valor investido e principalmente o impacto causado no valor da conta de energia no final do mês, visto que, as tarifas energéticas sofrem aumentos constantes, impactando no bolso do consumidor.

A modernização dos sistemas de monitoramento é capaz de atenuar estes roubos e furtos nas residências. Porém, esta onda de crimes evoluiu, devido a alta exibição dos sistemas pois, domicílios cercados por muros altos, portões eletrônicos, cercas elétricas, dentre outros tipos de monitoramento chamam mais a atenção e atiçam a curiosidade dos ladrões. O raciocínio lógico do criminoso é o método perverso de ação, pois, quanto mais rica de aparatos de segurança, mais a residência se torna atrativa, porque presume-se que ali existem muitos bens a serem roubados e que os riscos que envolvem o assalto valem a pena (ANTONELLI, 2012).

Mas se os mecanismos de proteção já existentes no mercado, contribuem como atrativo nestes crimes, qual a possibilidade de resolver este problema investindo em algo que não seja do campo de visão dos criminosos, apresente

eficiência em seu funcionamento e principalmente seja pouco impactante no consumo de energia dos seus consumidores?

Para atenuar tais crimes, a aplicação de sistemas de controles baseados na automação é uma forma de minimizar os assaltos, onde todas as funções encontradas no ambiente, integrando seus acionamentos, visam sempre praticidade, simplicidade e objetividade dos comandos, e paralelamente, a segurança, o conforto e a valorização do ambiente. Dispositivos como detectores, sensores, captadores e atuadores trocam informações com unidades centrais inteligentes, sendo capazes de processar os dados recebidos e enviar sinais, para efetuar acionamentos ou ajustes em determinados equipamentos e/ou gerar sinalizações e/ou avisos, podendo ainda, em alguns casos, receber respostas de confirmação da operação (Dias e Pizzolato, 2004).

Tal projeto de monitoramento pode ser executado observando-se as características típicas dos criminosos, como a associação da idade com a média de peso dentro daquela faixa etária, onde, células de carga podem ser instaladas como placas pontuais na superfície, capazes de identificar, calcular e transmitir uma força peso aplicada e convertida em um sinal elétrico, em seguida, informar ao cliente através de variadas formas que existe uma invasão na residência.

Este tipo de projeto permite que o cliente escolha o melhor local para instalação e execução do mesmo, variando de acordo com a necessidade de cada cliente. Esta escolha faz com que o aparato de segurança em questão seja útil como sistema principal de monitoramento ou complemento de algum mecanismo de segurança já existente na residência, visando a descrição, eficiência na atenuação dos roubos e furtos e que seja de baixo consumo de energia elétrica.

Motivados pelo grande número de roubos e furtos registrados pela Polícia Militar, onde autores, coautores e suspeitos apresentaram idade entre 5 a 64 anos, a programação de medição da célula de carga seria baseada no peso médio destes infratores, pois, como há um grande número de ocorrências envolvendo crianças, não justificaria utilizar o peso médio do brasileiro em idade adulta, a qual não enquadra ao peso de uma criança.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Fazer uma amostragem baseada na população contida nos dados dos transformadores instalados no bairro Lucília em João Monlevade-MG, calculando e avaliando o impacto que a instalação do sistema de segurança patrimonial com células de carga causaria no consumo de energia elétrica daquela referida área.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar diferentes formas de automação residencial, suas características e componentes utilizados em sistemas de segurança patrimonial, para atenuar os roubos e furtos em residências;
- Apurar os sistemas disponíveis no mercado e verificar possíveis substituições dos componentes por elementos mais viáveis e de mesma funcionalidade;
- Identificar os melhores locais a serem instalados tal sistema de acordo com índices de maiores meios de invasão;
- Comparar dados reais de consumo de energia de algumas residências do bairro em estudo com base no valor da amostragem.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Consumo de energia elétrica

Refletindo como um ritmo de atividades quanto a capacidade da população em aquisição de bens e serviços, podemos utilizar o consumo de energia elétrica para verificar essa capacidade, pois essa vem a ser um dos principais indicadores de desenvolvimento econômicos, conforme a ANEEL (2008).

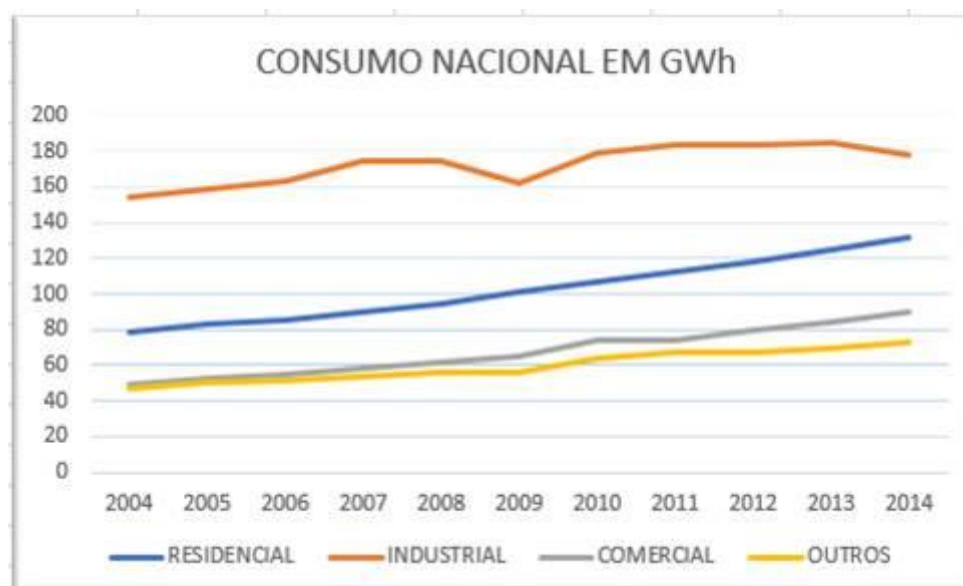
Dois grupos classificam os consumidores de energia: grupo A e grupo B. O grupo de alta tensão é classificado como grupo A composto pelos consumidores que recebem energia em tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou são atendidas por sistema de distribuição subterrâneo em tensão secundária. Já o grupo B, é o grupo de baixa tensão, composto pelos consumidores que recebem energia em tensão inferior a 2,3 kV.

O grupo A é caracterizado pela tarifa binômia, aplicada ao consumo e à demanda faturável e o grupo B com tarifa monômia, aplicável apenas ao consumo. A Aneel (2008) subdividiu o grupo A em 6 subgrupos, que normalmente se enquadram estabelecimentos comerciais de grande ou médio porte e indústrias. São eles:

- O tipo B1 é o consumidor residencial;
- O tipo B2 é o consumidor rural;
- O consumidor B3 são os estabelecimentos industriais de pequeno porte e os estabelecimentos comerciais;
- O consumidor B4 é a iluminação pública.

A Empresa de Pesquisa Energética- EPE (2011) informou que, entre 2004 a 2014, os setores industrial e residencial foram os maiores consumidores de energia no país, como mostra o gráfico abaixo:

Figura 1- Consumo de Energia por Classe



Fonte: EPE, 2015

A tendência do consumo energético é que entre 2010 e 2020 o segmento comercial deverá registrar um aumento de 69,1 mil GWh para 123,8 mil GWh, ou 6% ao ano. Já no segmento industrial, o crescimento será de 4,8% ao ano, passando de 221,2 mil GWh para 354,7 mil GWh. Por último, a classe residencial sofrerá alta anual de 6% no período. "As projeções indicam que importante parcela da demanda total de eletricidade do país será atendida por autoprodução, que crescerá a uma taxa média de 6,6 por cento ao ano e deverá atingir 71 mil GWh em 2020, o equivalente a 10 por cento do consumo total de eletricidade neste ano", diz a EPE (2011).

3.2 Demanda de energia elétrica residencial

Esforços recentes para reestruturar os mercados de eletricidade renovaram o interesse em entender como os consumidores respondem às mudanças de preço. Vários problemas inter-relacionados complicam as análises de demanda desses mercados, incluindo preços não-lineares, heterogeneidade nas sensibilidades de preços das famílias e agregação de dados.

A demanda residencial por energia elétrica pode ser demonstrada, à princípio, como um resultado de uma questão de maximização de utilidade, sujeita a uma limitação orçamentária, já as demandas comercial e industrial podem ser melhor descritas como um problema de minimização de custo.

Contudo, como a demanda por eletricidade é derivada da necessidade do indivíduo, a energia pode ser melhor interpretada como um fator que participa de processos ou atividades produtoras de bens. Desta forma, mesmo para o caso residencial, o modelo que melhor descreve o problema é o segundo mencionado. Em meados da década de 80, surgiu o primeiro trabalho a utilizar métodos econométricos na análise da demanda por energia elétrica no Brasil. Com dados anuais para o período 1963-1981, Modiano (1984) estimou pelo método de mínimos quadrados ordinários as elasticidades-preço e renda da demanda para consumidores residenciais, comerciais e industriais. Utilizando um modelo de ajustamento dinâmico de demanda de energia, o autor pode calcular elasticidades-preço de longo prazo.

Os estudos de Andrade e Lobão (1997) e Schmidt e Lima (2004) atualizaram as estimativas do trabalho pioneiro de Modiano (1984). Ambos os trabalhos utilizaram um modelo econométrico que estima a quantidade demandada de energia elétrica nas residências em função não apenas da tarifa de energia e da renda, mas também em função do preço dos eletrodomésticos. Empregando técnicas de co-integração, os trabalhos obtiveram elasticidades-preço da demanda residencial de energia abaixo do valor apresentado por este autor: enquanto Andrade e Lobão (1997) calcularam uma elasticidade-preço de longo prazo de -0,05, Schmidt e Lima (2004) estimaram um valor de -0,09. As estimativas para a elasticidade-renda também foram inferiores às calculadas por Modiano (1984).

Estimativas para regiões específicas do Brasil foram realizadas por Mattos e Lima (2005), que analisaram a demanda de energia residencial no estado de Minas Gerais. Os autores estimaram uma elasticidade-preço de -0,26. Por seu turno, Siqueira, Cordeiro Júnior e Castelar (2006) estimaram a demanda residencial na região Nordeste. Os resultados encontrados foram bastante próximos aos de Modiano (1984), com uma elasticidade-preço de -0,41 e uma elasticidade-renda acima de 1,0.

O recente trabalho de Hollanda, Dias e Dutra (2010) apresentou a primeira estimativa da demanda residencial de energia utilizando microdados. O trabalho baseou-se nas informações da POF 2002-2003, o que tornou possível incorporar informações detalhadas sobre o estoque de eletrodomésticos dos domicílios.

A elasticidade-preço estimada foi de -0,35. Por sua vez, a elasticidade-renda não foi significativa, contrariamente aos resultados encontrados nos

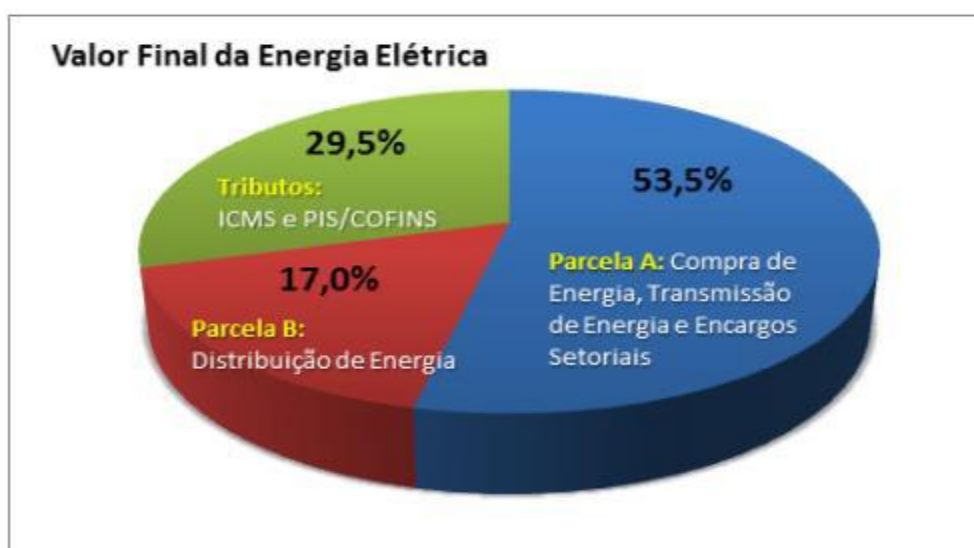
demais trabalhos empíricos. Hollanda, Dias e Dutra (2010) atribuíram este resultado à inclusão das variáveis relacionadas ao estoque de eletrodomésticos, que estariam capturando boa parte do efeito da renda no consumo de energia.

3.3 Tarifas de energia

A aplicação de tarifas é necessária para que a qualidade do serviço de energia seja mantida. A Aneel (2016) elabora critérios de cálculos para os diferentes ramos do setor elétrico: geração, transmissão, distribuição e comercialização, a partir de critérios que envolvem a infraestrutura dos ramos e fatores econômicos do mercado. A definição das tarifas é feita através da consideração de três custos: transmissão e distribuição de energia, encargos do setor e energia gerada. Além disso, o ICMS, PIS/CONFINS e a taxa de iluminação pública também são cobrados referentes aos governos Municipal, Estadual e Federal (ANEEL, 2016). Ou seja, ao receber a conta de energia, o cliente paga pelos custos de geração, pela transmissão e pela distribuição, além dos tributos e encargos.

Vale ressaltar que a tarifa é determinada pela ANNEEL nas resoluções homologatórias para cada concessionária. A figura 2, mostra como cada item incluso no valor final da tarifa pesa.

Figura 2- Valor final da Energia Elétrica



Fonte: ANEEL, 2016.

Os consumidores tiveram uma nova opção de informação a partir de 2015; é a tarifa Branca. Tal tarifa mostra a variação da energia elétrica conforme dias e horários de consumo. Dando ao consumidor a opção de pagar valores diferentes decorrentes destes fatores (ANEEL, 2010).

O valor da tarifa Branca depende de três horários. Os horários de ponta (P) e o intermediário (INT) possuem os valores mais altos e estão presentes nos dias úteis; para finais de semana e feriados, tem-se o horário fora de ponta (FP). Refere-se ao horário de ponta 3 horas consecutivas determinadas pela distribuidora; intermediário refere-se ao período de uma hora antes e uma hora depois do período de ponta, e o horário fora de ponta refere-se as horas complementares àquelas definidas pelos horários de ponta e intermediário (ANEEL, 2010).

Antes do surgimento da tarifa Branca, havia a convencional que era um valor único para cada kWh e era o mesmo valor para todos os dias e horários.

3.4 Bandeiras Tarifárias

Desde o ano de 2015, as contas de energia elétrica de baixa tensão foram compostas pelo sistema de bandeiras tarifárias, onde mostra a oscilação do valor da energia de acordo com as condições da geração da mesma. Estas bandeiras

são classificadas como verde, amarela e vermelha.

A bandeira verde sinaliza que não há nenhum acréscimo na tarifa. A amarela, indica uma alteração leve na condição de geração, acrescentando R\$ 0,020 para cada kWh. Já a bandeira vermelha alerta para custos mais elevados na geração de energia, tendo acréscimo de R\$ 0,030 para cada kWh no patamar 1 e R\$ 0,035 para cada kWh no patamar 2 (ANEEL, 2016).

Todas as concessionárias de energia elétrica aplicam este sistema de bandeiras, juntamente ao Sistema Interligado Nacional. Vale lembrar que, tarifas de energia são a maior parte da fatura e as bandeiras tarifárias refletem as variações que a geração pode sofrer, dependendo do tipo de usina que está gerando esta energia. Antes disso, as variações só eram alteradas no reajuste do próximo ano.

3.5 Domótica

A definição de automação nada mais é que o conjunto de serviços provido por sistemas tecnológicos integrados como o melhor meio de satisfazer as necessidades básicas de segurança, comunicação, gestão energética e conforto de uma habitação (MURATORI e BÓ, 2011).

O surgimento da automação residencial foi inicialmente a adaptação da automação industrial a residências, decorrente da diminuição dos custos de equipamentos e componentes utilizados para a fabricação de hardwares e do avanço tecnológico utilizado para o desenvolvimento de softwares.

Diante do exposto, Bolzani (2004) relata que as pesquisas no setor de automação, incluindo a domótica, tendem para a área da inteligência artificial, visando acrescentar às residências a capacidade de “aprender” com os seus moradores e de se autoconfigurar para proporcionar um maior conforto, segurança e praticidade. Num primeiro momento, ao se falar de automação residencial, vem à mente a imagem de casas futuristas onde tudo é feito automaticamente sem o menor esforço do morador, atualmente essa imagem já não está mais tão distante da realidade, pois cada vez mais se popularizam controles inteligentes de iluminação, temperatura e segurança, por exemplo. Além disso, o conceito de *iot (internet of things)* vem ganhando força e cada vez um maior número de dispositivos e utensílios apresentam conexão e controles via internet, fazendo com que toda a residência e também seus equipamentos

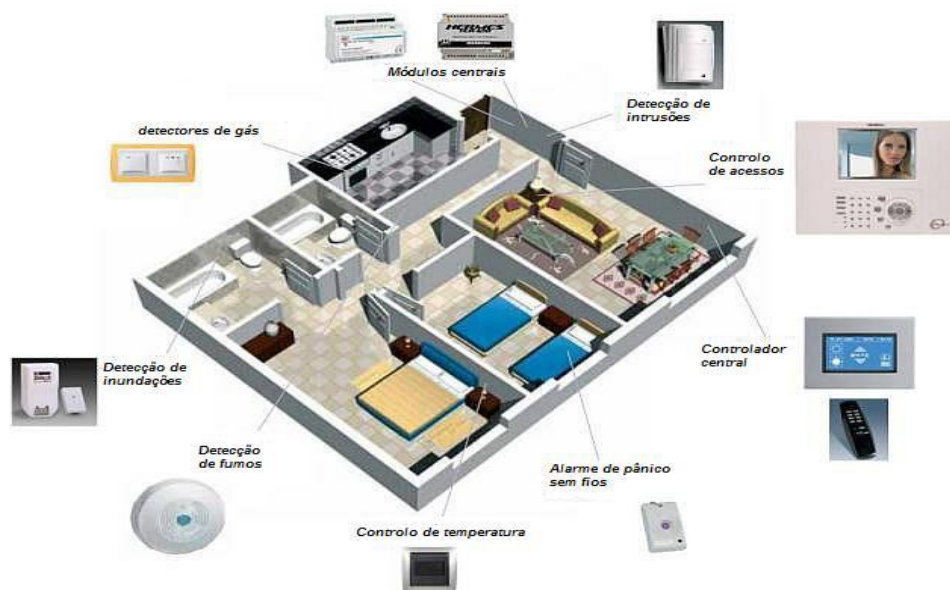
estejam conectados e se comuniquem com o morador sem restrições de tempo e distância.

Devido às visíveis diferenças entre o ambiente industrial e o residencial, a automação tornou-se uma nova linha de pesquisa e investimentos, pois, após o surgimento e aprimoramento de dispositivos como microprocessadores, relés e sensores, todas as áreas em que a automação estava presente sofreram significativas mudanças quanto à qualidade dos equipamentos. Os novos equipamentos não exigem grandes espaços reservados, e passaram a ser capazes de interagir com outros equipamentos e não precisavam de manutenção constante de técnicos (BOLZANI, 2004).

A automação é um recurso utilizado para controlar um ou mais aparelhos eletrônicos por meio de uma central computadorizada. Ela é um sistema que prioriza a melhoria do estilo de vida das pessoas, do conforto, da economia e principalmente da segurança. Conforme cita Takiuch (2004), a automação faz uso de vários equipamentos distribuídos pela residência conforme a necessidade dos moradores, e estes equipamentos são divididos em três principais grupos:

- Atuadores: controlam os aparelhos da residência;
- Sensores: capturam informações do ambiente;
- Controladores: são responsáveis pela administração dos atuadores e sensores, ou seja, coordenam todos os aparelhos e equipamentos da residência que fazem parte da automação.

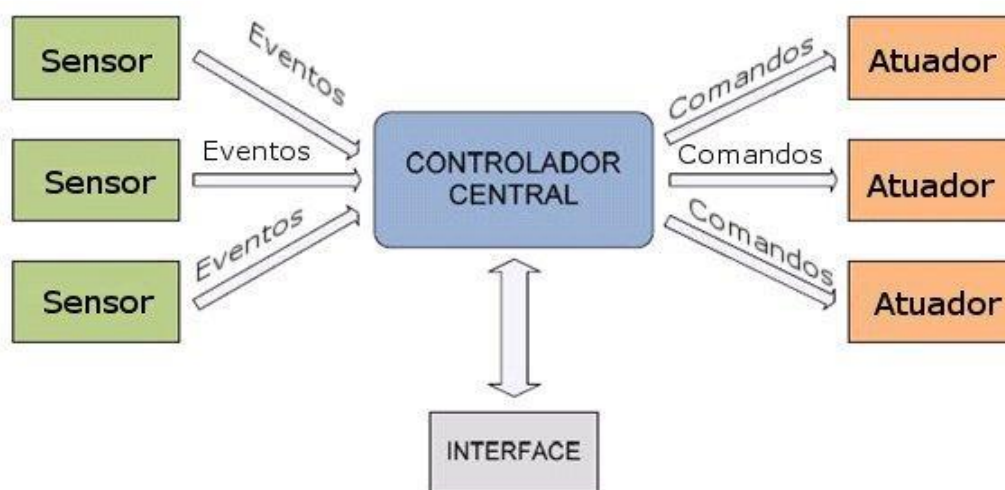
Figura 3- Esquema exemplificativo de um sistema domótico



Fonte: Pereira, Bento, Ferreira (2011)

Abaixo, é apresentado o esquemático da relação entre os principais grupos de equipamentos e sistemas integrados:

Figura 4- Arquitetura centralizada dos equipamentos



Fonte: Ferreira (2008)

De acordo com o nível de integração e complexidade do sistema, os projetos de domótica são divididos em três tipos, sendo eles:

- Sistemas autônomos, onde cada cômodo possui um módulo do sistema independente, tendo o seu controlador no próprio local;
- Sistemas integrados com controle centralizado onde existe apenas um controlador para todos os cômodos da residência que estão incluídos na automação;
- Sistemas de automação complexos: onde há nível total de automação na residência, trazendo assim um alto grau de complexidade e a necessidade de a residência ser projetada com o intuito de ser totalmente automatizada.

Segundo Angel (1993), a domótica oferece uma maior satisfação em relação ao conforto, segurança e outras necessidades já mencionadas anteriormente que podem ser divididas em três principais grupos de acordo com o tipo de serviço. São eles:

- Função de gestão: é responsável pela automação de eventos sistemáticos que são pré-programados pelo usuário,
- Função de controle: é responsável por fornecer ao usuário o poder de atuar sobre os equipamentos e obter informações sobre os mesmos,
- Função de comunicação: é responsável pela interatividade entre o usuário, o sistema e o ambiente.

Assim como toda nova tecnologia, a domótica também encontra dificuldades para ser difundida. A seguir, algumas dificuldades estruturais e conceituais serão analisadas.

Um dos primeiros problemas encontrados no planejamento de uma residência automatizada é o local no qual serão acomodados os equipamentos necessários para o controle da residência (BOLZANI, 2004).

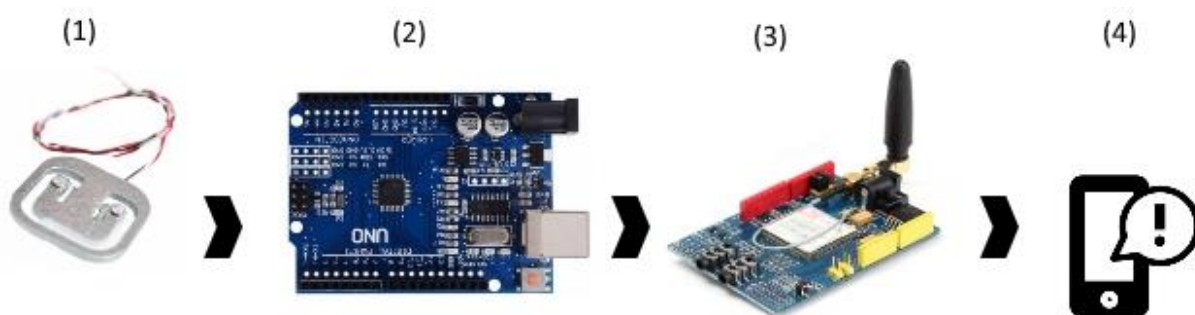
Outra dificuldade estrutural, segundo Bolzani (2004) é o fato de que nem sempre o planejamento da automação residencial pode ser feito juntamente com a construção da residência, acarretando assim a necessidade de alteração na estrutura física do local, como, por exemplo, a modificação de quadros

embutidos, alargamento de vias de cabeamento e inserção de novos equipamentos. A necessidade de uma reforma estrutural numa residência, com certeza, gera gastos que, para uma maioria, serão considerados muito altos. Talvez, o alto custo seja considerado a maior dificuldade enfrentada pela domótica.

O terceiro grande problema enfrentado pela domótica é a troca de informações entre equipamentos de diferentes marcas que pode ser resolvido utilizando apenas equipamentos de uma mesma marca ou que utilizem o mesmo padrão de comunicação (DAAMEN, 2005).

O diagrama esquemático do projeto proposto pode ser observado na Figura 5, na qual representa de forma objetiva a composição geral do projeto.

Figura 5- Esquema do Projeto



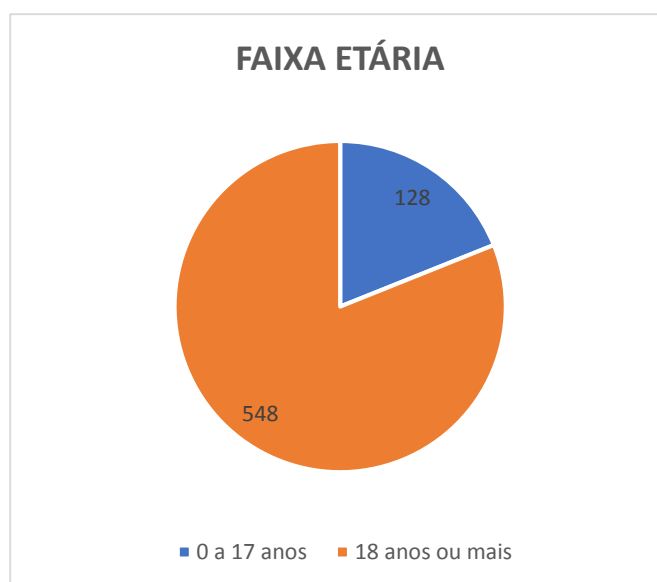
Fonte: Eletrogate (2018)

A célula de carga (1) detecta o peso aplicado em sua superfície e manda os valores para o módulo conversor HX711 que recebe a informação em sinais analógicos e converte para sinais digitais. Feita esta conversão, os sinais digitais são enviados para o Arduino (2) ler as informações recebidas e enviá-los para o módulo GSM SIM900 (3), este faz a comunicação pela rede do celular, enviando uma mensagem SMS para o telefone programado (4) como forma de aviso de invasão.

3.6 O sistema de monitoramento através do peso

Tal projeto de monitoramento pode ser executado observando-se as características típicas dos criminosos, como a associação da idade com a média de peso dentro daquela faixa etária, onde, células de carga podem ser instaladas como placas pontuais na superfície, capazes de identificar, calcular e transmitir uma força peso aplicada e convertida em um sinal elétrico, em seguida, informar ao cliente através de variadas formas que existe uma invasão na residência. O gráfico abaixo mostra a faixa etária dos criminosos envolvidos em roubos e furtos em residências nos últimos 5 anos, registrados em ocorrências policiais até o dia 06 de novembro de 2018.

Gráfico 1- Faixa etária de autores e coautores dos roubos e furtos em residências nos últimos 5 anos



Fonte: Polícia Militar de Minas Gerais (2018)

Este tipo de projeto permite que o cliente escolha o melhor local para instalação e execução do mesmo, variando de acordo com a necessidade de cada cliente. Esta escolha faz com que o aparato de segurança em questão seja útil como sistema principal de monitoramento ou complemento de algum mecanismo de segurança já existente na residência, visando a discricção e eficiência na atenuação dos roubos e furtos.

3.7. Componentes e funções do sistema

3.7.1 Sensor de peso

É um termo utilizado para indicar dispositivos sensíveis a alguma forma de energia do ambiente que pode ser luminosa, térmica, cinética, relacionando informações sobre uma grandeza que pode ser medida, como: temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição, etc. (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2005, p.17). Geralmente o sinal de saída é manipulado antes de sua leitura no sistema de controle. (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2005, p.17).

O sensor proposto no projeto, trata-se de uma célula de carga; um acessório capaz de detectar diferentes cargas que estejam sobre sua meia-ponte.

O funcionamento do Sensor de peso é simples. Sobre seu centro existe uma área sensível responsável por detectar a carga, não necessariamente o peso precisa ser aplicado sobre essa área para a obtenção de resultados. Mecanicamente o Sensor de peso é composto por uma ponte resistiva que altera sua resistência conforme o peso aplicado. Eletricamente quando o Sensor de peso entra em operação, ou seja, é aplicado determinado peso, ele envia uma tensão ao microcontrolador, conforme o peso a tensão de saída vai variar.

A célula de carga deve atuar em conjunto com uma plataforma de prototipagem, sendo algumas delas, o Arduino, PIC, ARM, AVR, entre outros. Comumente o Sensor de peso é empregado na construção de balanças, onde cada célula de peso consegue medir até 50kg, mas é possível combinar simultaneamente mais sensores para aumentar a capacidade.

Importante lembrar que a tensão é tão baixa que é necessário utilizar um amplificador de sinal para comunicação com o Arduino, comunicação esta que não deve ser feita por meio de pino digital.

A conversão de força para tensão é dada via extensômetros, os quais são colados ao corpo da célula de carga e inteiramente solidários à sua deformação. Uma força é aplicada ao corpo da célula de carga provocando uma deformação e essa por sua vez é transmitida aos extensômetros, que medirão sua intensidade (CONCEIÇÃO, 2005).

O sistema em questão poderia ser programado para acionar quando o peso determinado fosse baseado no peso médio do brasileiro em idade adulta. Porém, como o índice de invasões em residências é alto, e a autoria e/ou co-autoria envolve bastante crianças e adolescentes (Polícia Militar de Minas Gerais, 2018), a escolha do sensor e o peso determinado para alarme se baseou nestes dados. Não poderia utilizar um peso muito baixo, devido a probabilidade de algum animal de pequeno porte passar em cima da célula e o mesmo acionar. A figura abaixo mostra uma célula de carga de 50kg.

Figura 6- Célula de carga 50kg



Fonte: Beck, Silva e Haude (2012)

3.7.2 Microcontrolador Arduino

Segundo Monk (2013), o Arduino permite que você conecte circuitos eletrônicos aos seus terminais de modo que ele possa controlar dispositivo, e o que diferencia o Arduino de outras plataformas de prototipagem é a sua multifuncionalidade em um único microcontrolador padrão.

A maior vantagem do Arduino sobre outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a facilidade de sua utilização; pessoas que não são da área técnica podem, rapidamente, aprender o básico e criar seus próprios projetos em um intervalo de tempo relativamente curto. Outra vantagem proporcionada por ele, é a grande variedade de extensões, chamadas de

Shields, que agregam funcionalidades à placa (ARDUINO, 2014).

Tendo em vista que o Arduino possui memória bem limitada, pode-se trabalhar com bibliotecas que são uma coleção de funções que quando adicionadas ao código acrescentam funcionalidades específicas ao projeto, algumas destas bibliotecas podem ser usadas por si próprias, porém existem outras que devem ser usadas juntamente com componentes eletrônicos, que são chamados Shields (MONK, 2015).

A maior vantagem do Arduino sobre outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a facilidade de sua utilização; pessoas que não são da área técnica podem, rapidamente, aprender o básico e criar seus próprios projetos em um intervalo de tempo relativamente curto. Outra vantagem proporcionada por ele, é a grande variedade de extensões, chamadas de Shields, que agregam funcionalidades à placa (ARDUINO, 2014).

Figura 7 - Arduino Uno



Fonte: Arduino (2014)

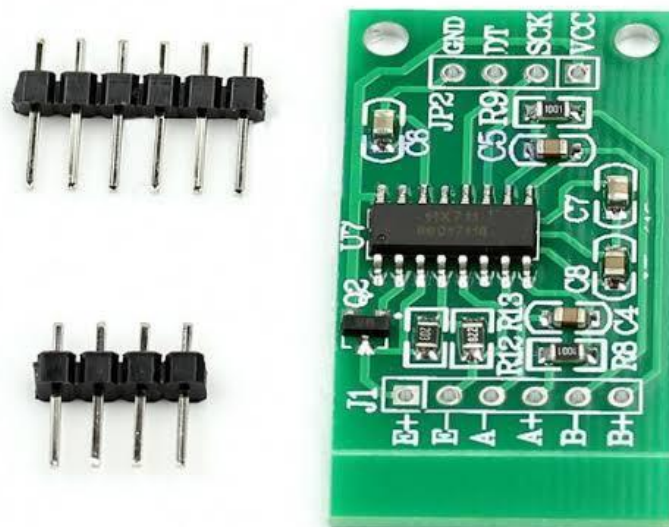
3.7.3 Módulo Conversor HX711

Foi desenvolvido com a finalidade de fazer a conversão das alterações de valor da resistência dos sensores de uma balança em dados digitais, por meio do circuito ADC de 24-bit. Como os sensores de peso instalados nas balanças não oferecem dados com grande precisão, é necessário o Módulo Conversor HX711 que também funciona como um amplificador de sinal para oferecer dados mais exatos (NOGUEIRA, 2018).

Baseado na tecnologia patenteada da Avia, o Módulo Conversor HX711 foi projetado especialmente para balanças digitais e aplicações de controle industrial. Seu princípio de funcionamento é converter as mudanças medidas em alteração do valor de resistência, através do circuito de conversão em potência elétrica.

Para comunicação com o computador o Módulo Conversor Amplificador HX711 se comunica através do padrão de comunicação TTL 232, possuindo estrutura simples, fácil de usar e com desempenho estável, além é claro, da elevada sensibilidade e velocidade de medida. Geralmente é empregado na indústria aeroespacial, mecânica, elétrica, eletrônica, química, construção, medicina e muitos outros campos.

Figura 8 - Módulo Conversor HX711



Fonte: Eletrogate (2018)

3.7.4 Módulo GSM SIM900

Criada em 1982, a rede GSM é uma tecnologia digital para celulares usada para transmissão móvel de voz e dados. Tal rede foi criada com o objetivo de padronizar o sistema de telefonia móvel acabando com a incompatibilidade de redes.

Um grupo de estudos Europeu foi criado para desenvolver um sistema móvel padrão o Group Special Mobile (GSM). A rede GSM é uma tecnologia digital para celulares usada para transmissão de voz e serviços de dados móveis. Suporta chamadas de voz e dados como o envio de SMS, com velocidade de transferência de até 9,6 Kbps. (GSM WORD, 2012, traduzido). O sistema GSM 900 utiliza dois conjuntos de frequência na banda dos 900 MHz: o primeiro nos 890-915 MHz, utilizado para transmissões de terminal, e o segundo nos 935-960 MHz.

O módulo GSM proposto neste projeto é o GSM IComsat SIM900, também conhecido como shield1 GSM, que é uma placa que é conectada diretamente a um Arduino UNO, ampliando assim, as funções do módulo GSM. O IComSat é um shield GSM/GPRS baseado no módulo Quad-band GSM/GPRS SIM900, e ele é controlado via comando AT (GSM 07.07, 07.05 e comando AT melhorado SIMCOM2), é um módulo completamente compatível com inúmeros microcontroladores, porém foi feito para uso fácil com Arduino. (SIM 900 Data Sheet, IComSat SIM 900).

Figura 9 - Módulo GSM SIM900



Fonte: SIM 900 Data Sheet, IComSat SIM 900 (2012)

3.8 Consumo dos componentes

O termo técnico utilizado para identificar um documento relativo a um determinado componente é chamado de Datasheet. É uma ferramenta gratuita de engenharia que fornece especificações técnicas do componente eletrônico pesquisado. Fabricantes destes componentes de todo o mundo fornecem os Datasheets aos usuários.

Através do Datasheet de cada componente proposto no sistema, foi possível verificar o consumo de energia de cada um deles, para analisar o consumo total do sistema, em caso de instalação do mesmo nas residências.

Tabela 1- Consumo de energia dos componentes eletrônicos

COMPONENTE ELETRÔNICO	CONSUMO
Arduino Uno	1A
Módulo GSM Sim900	1,5A
Células de carga 50 Kg	Módulo que alimenta as células
Módulo conversor HX711	1,5mA=> 0,0015A
Display LCD 4x20	1,5mA=> 0,0015A
Diodo Led 5mm	30mA=> 0,03A
Buzzer	40mA=> 0,04A
Bateria 12V Green	2,16A (carregando)- Capacidade 5,5A, 20 horas

Fonte: Datasheet de cada componente (2019)

Considerando a alimentação de todos eles como 5V, utilizando a fórmula básica de potência $P= V \times I$, teremos como potência individual de cada componente:

- Arduino: $1 \times 5= 5W$
- Módulo GSM: $1,5 \times 5= 7,5W$

- Células de carga: $0,0015 \times 5 = 0,0075W$
- Módulo Conversor HX711: $0,0015 \times 5 = 0,0075W$
- Display LCD: $0,0015 \times 5 = 0,0075W$
- Diodo Led: $0,03 \times 5 = 0,15W$
- Buzzer: $0,04 \times 5 = 0,2W$
- Bateria 12V: $2,16 \times 5 = 10,8W$ (carregando)

Potência total: 23,67 W

Multiplicando a potência total por um período diário (24 horas), temos um total de 568.14 kW/h. Ou seja, num mês com 30 dias, o consumo do sistema é de aproximadamente 17 kWh.

4 METODOLOGIA

A abordagem metodológica da pesquisa é o conjunto de processos empregados na investigação e na demonstração da verdade.

4.1 Abordagem da pesquisa

A abordagem escolhida para a pesquisa é de caráter quantitativo, pois utiliza uma amostragem da população do bairro em estudo a fim de representar a população do bairro por completo através de uma pequena parcela representante.

4.2 Tipo de pesquisa

A pesquisa possui dois tipos, sendo eles exploratório e descritivo. Pesquisa exploratória devido a maior familiaridade com o tema e componentes pesquisados, aproximando-se mais com o mundo doméstico. Descritiva pelo fato de descrever o perfil do bairro em estudo e analisar consumos reais de energia elétrica de cada instalação existente, possibilitando uma maior precisão nos cálculos realizados.

4.3 Método

O primeiro método utilizado foi a pesquisa bibliográfica, onde todo o conteúdo do sistema proposto e seus componentes tiveram embasamento de vários autores presentes em artigos científicos e monografias. O segundo método foi o levantamento de campo, através de coleta de informações na prefeitura de João Monlevade-MG referentes ao bairro estudado; amostragem para definição de uma população representante do bairro como um todo e a coleta de informações na Cemig, referentes ao consumo de energia elétrica de cada instalação do bairro Lucília, calculando assim, o aumento no consumo que o sistema proposto causaria naquela localidade.

5 ANÁLISE DE DADOS

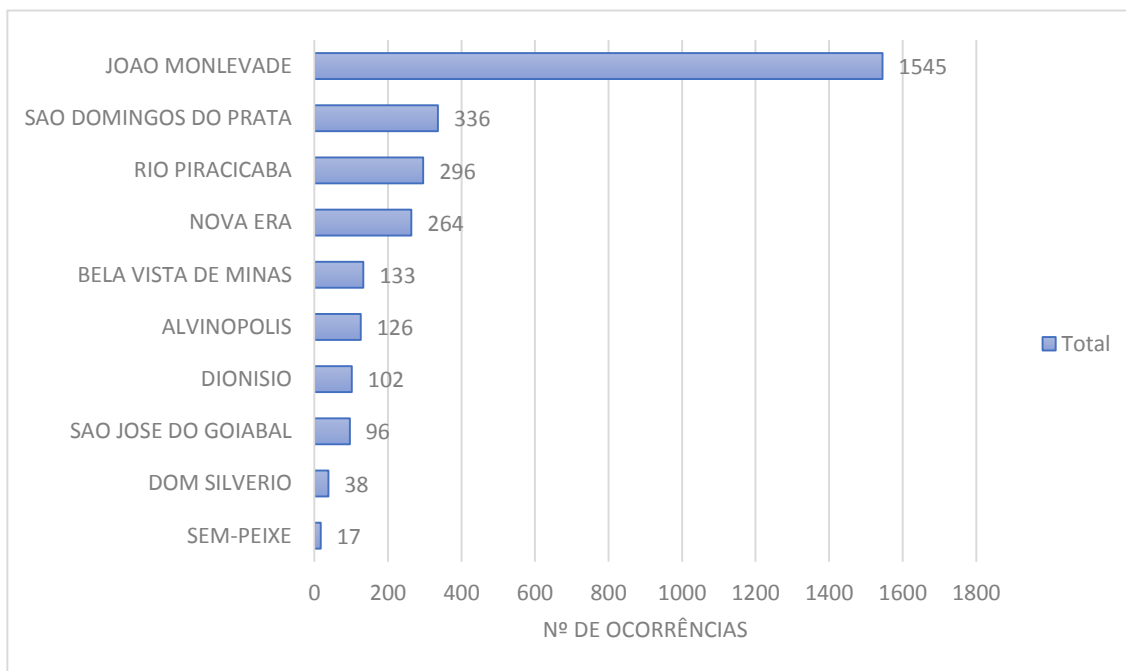
5.1 Escolha do bairro para estudo comparativo

Para fazer um estudo comparativo, optou-se por analisar dados reais de uma determinada área, e a cidade escolhida para tal proposta é a cidade de João Monlevade-MG, por ser a cidade com maior índice de roubos e furtos em residências no Médio Piracicaba, a qual a 17ª Cia Ind. PMMG abrange.

João Monlevade é uma cidade situada no Leste do estado de Minas Gerais, e possui 72 bairros. Dentre todos estes bairros, determinou-se para análise o bairro Lucília. Ele nasceu no ano de 1971, tendo recebido algumas quadras em 1976. Recebeu este nome em homenagem à mãe do proprietário da referida área da época, o Senhor Antônio Loureiro Sobrinho. Hoje o bairro Lucília possui 19 ruas, 1208 imóveis e 3865 moradores (PMJM, 2019).

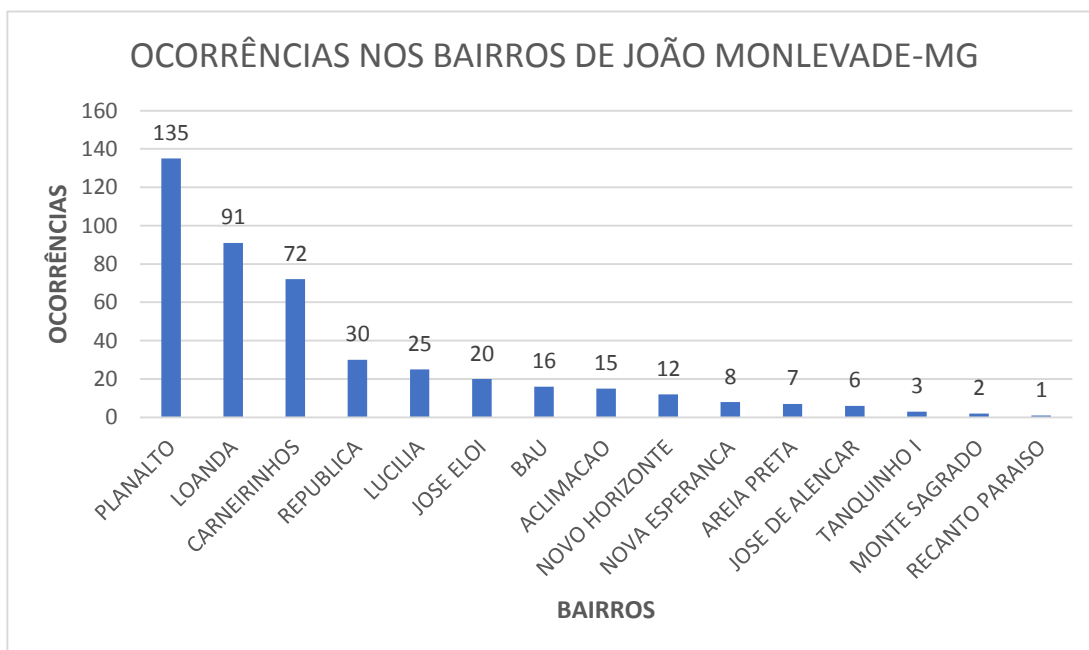
Tal bairro foi definido para estudo de caso através da aparente mista condição financeira dos habitantes, possibilitando a comparação de consumo energético entre algumas instalações elétricas da área referida. Os gráficos abaixo mostram o número de ocorrências registradas nas cidades do Médio Piracicaba em Minas Gerais e em 15 bairros da cidade de João Monlevade-MG, e suas posições no ranking da Polícia Militar, respectivamente.

Gráfico 2 - Índice de roubos e furtos em residências no Médio Piracicaba nos últimos 5 anos



Fonte: Polícia Militar de Minas Gerais (2018)

Gráfico 3- Número de ocorrências registradas em alguns bairros de João Monlevade- MG



Fonte: Policia Militar de Minas Gerais (2018)

5.2 Demanda dos transformadores instalados no bairro Lucília

Devido a disponibilidade da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG, 2019), foi possível verificar os dados de cada transformador instalado no bairro, mostrando sua demanda distribuída entre residências, comércios, indústrias e iluminação pública.

O bairro Lucília é composto por 12 transformadores que fazem a distribuição da energia para as residências e comércios locais. Os dados obtidos são referentes à carga horária de 19 horas, sendo eles:

- **Transformador 1:** Localizado na Rua Padre Pinto, número 94. Somam-se 76 consumidores residenciais e 3 comerciais. A demanda deste transformador para as residências é de 31,13 kVA, 5,77 kVA comercial e 1,59 kVA pública.
- **Transformador 2:** Localizado na Rua Calafate, número 153. Somam-se 38 consumidores residenciais e 3 comerciais. A demanda deste transformador para as residências é de 25,42 kVA, 2,89 kVA comercial e 0,97 kVA pública.
- **Transformador 3:** Localizado na Rua Calafate, número 300. Somam-se 62 consumidores residenciais e 2 comerciais. A demanda deste transformador para as residências é de 32,78 kVA, 0,4 kVA comercial e 1,3 kVA pública.
- **Transformador 4:** Localizado na Rua Vera Cruz, número 183. Somam-se 71 consumidores residenciais, 1 comercial e 1 industrial. A demanda deste transformador para as residências é de 29,08 kVA, 0,06 kVA comercial e 1,62 kVA pública.
- **Transformador 5:** Localizado na Rua Virgílio Lima, número 179. Somam-se 67 consumidores residenciais, 7 comerciais e 1 industrial. A demanda deste transformador para as residências é de 35,2 kVA, 2,51 kVA comercial, 0,24 industrial e 1,4 kVA pública.
- **Transformador 6:** Localizado na Rua Virgílio Lima, número 436. Somam-se 127 consumidores residenciais e 3 comerciais. A demanda deste transformador para as residências é de 76,11 kVA, 0,85 kVA comercial e 1,82 kVA pública.

- **Transformador 7:** Localizado na Rua Antônio Loureiro Sobrinho, número 137.
Somam-se 41 consumidores residenciais e 1 comerciais. A demanda deste transformador para as residências é de 25,67 kVA, 0,25 kVA comercial e 1,9 kVA pública.
- **Transformador 8:** Localizado na Rua Joaquim Pinto, número 95.
Somam-se 76 consumidores residenciais e 2 comerciais. A demanda deste transformador para as residências é de 40,33 kVA, 5,91 kVA comercial e 2,11 kVA pública.
- **Transformador 9:** Localizado na Rua Hamacek, número 112.
Somam-se 92 consumidores residenciais, 2 comerciais e 1 industrial. A demanda deste transformador para as residências é de 68,78kVA, 2,54 kVA comercial, 0,35 industrial e 0,97 kVA pública.
- **Transformador 10:** Localizado na Rua Monlevade, número 100.
Somam-se 85 consumidores residenciais e 2 comerciais. A demanda deste transformador para as residências é de 53,92 kVA, 0,1 kVA comercial e 1,3 kVA pública.
- **Transformador 11:** Localizado na Rua Antônio Loureiro, número 348.
Somam-se 10 consumidores residenciais, nenhum comercial e 1 industrial. A demanda deste transformador para as residências é de 5,8 kVA, 0,46 kVA industrial e 1,74 kVA pública.
- **Transformador 12:** Localizado na Rua Joaquim Pinto, número 458.
Somam-se 87 consumidores residenciais. A demanda deste transformador para as residências é de 44,76 kVA e 1,85 kVA pública.

5.3 Consumo de energia elétrica de residências do bairro Lucília com e sem instalação do sistema proposto

Pelo fato das informações referentes ao consumo de energia individual de cada residência dos bairros da cidade de João Monlevade-MG serem de uso interno e exclusivo da Cemig, uma amostragem foi feita através da população

total do bairro conforme dados dos transformadores, e 271 instalações tiveram suas análises individuais de consumo energético coletadas, a fim de verificar o impacto que a instalação do sistema causaria no consumo daquela referida população. Vale ressaltar que, tal amostragem foi feita em cima de uma população de 862 instalações elétricas, incluindo residências, comércios e indústrias, com uma margem de erro de 5%.

Figura 10 - Planilha de Amostragem de população para análise de consumo de energia

Dimensionamento da Amostra	
Confiança:	95,0%
Margem de Erro:	5,0%
Tamanho População:	862
Tamanho Amostra:	271

<i>Tamanho População</i>	<i>Tamanho Amostra</i>
500	224
1000	283
1500	310
2000	326
2500	336
3000	343
3500	348
4000	353
4500	356
5000	358
6000	362
7000	365
8000	368
9000	369
10000	371
15000	375
20000	377
25000	379
30000	380
40000	381
50000	381
100000	383
∞	384

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Baseado nos dados informados pela Cemig, o consumo total de energia elétrica das instalações do bairro Lucília, considerando a amostragem acima foi de 35.576kWh nos últimos 30 dias, com uma média de 131 kWh por instalação. Somando-se este consumo com o consumo do sistema proposto, totaliza-se 148kWh.

Através do cálculo de consumo individual dos componentes do sistema proposto e o consumo total dele, percebeu-se que, é um consumo relativamente baixo considerando uma ou outra residência a utilizar tal equipamento, mas que, numa população de maior abrangência (neste caso, 862 instalações elétricas), o impacto é alto.

5 CONCLUSÃO

O trabalho apresentado foi idealizado para a área de domótica, visando a segurança patrimonial, visto que os índices de roubos e furtos em residências são altos, além de verificar o quanto um sistema de monitoramento utilizando células de cargas impacta no consumo de energia elétrica de residências.

Para tal ideia, foi necessário um estudo bibliográfico de cada componente do sistema proposto, verificando meios de aplicação de cada um deles e as dificuldades de entendimento. Perante a falta de familiaridade com os meios de automação residencial, dificuldades foram encontradas pelos acadêmicos em relação aos componentes e sistema num todo, principalmente em possíveis substituições de um componente por outro.

Além disso, o projeto propiciou o desafio de conhecer plataformas de prototipagem, como o Arduino, a qual se caracteriza basicamente como um simples hardware, mas com uma vasta capacidade de aplicação em diversos projetos eletrônicos e de fácil programação.

A Domótica idealizada neste trabalho de conclusão de curso não serviu apenas para verificar um simples desenvolvimento de baixo custo, mas também sugerir uma nova alternativa para a segurança residencial e colocar em prática uma nova tecnologia até então não explorada. Muitas vezes, aparatos de segurança patrimonial necessitam até mesmo de modificações físicas no imóvel, visto que, nem todos são simples e intuitivos para a utilização e adequados para qualquer tipo de residência.

Foram analisadas diversas possibilidades de utilização e/ou aplicação da ideologia do sistema, e as respostas obtidas não saíram conforme esperado.

Durante o desenvolvimento, a principal dificuldade foi na coleta de dados reais de consumo de energia elétrica das residências, visto que é uma

metodologia minuciosa e que dependeu da disponibilidade de terceiros para ser concluída. Caso não fosse possível a pesquisa destes dados, a criação de uma população fantasia com dados fantasia seria simulada, a fim de analisar se seria baixo ou alto o impacto da instalação deste sistema no consumo de energia elétrica.

Inicialmente, os acadêmicos gostariam de demonstrar o funcionamento do sistema através de um protótipo, mas devido a falta de tempo hábil para tal criação, não foi possível

Esta limitação demandou um novo rumo ao estudo do trabalho onde foi necessário imaginar os reais benefícios de se aplicar o sistema e que os benefícios se sobressaíssem às dificuldades de aplicação, e não se baseasse em implementação. Percebeu-se que, com essas dificuldades, as alternativas de mercado já existentes ainda se mantêm frente às células de carga. Os problemas encontrados e que foram relatados anteriormente influenciaram de forma impactante nos resultados finais do ideal do projeto.

Concluiu-se que, através dos resultados obtidos nos estudos e simulações, e até mesmo no entendimento de operação, levando em conta o consumo de energia elétrica, percebeu-se que, fica inicialmente inviável a utilização de células de carga em sistemas de segurança patrimonial, por não ser possível o teste físico de eficiência delas, apesar do baixo consumo do mesmo.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho, levaram-se a diversos desafios e expostos a novos aprendizados, e que, apesar da falta de possibilidade, é provável a criação do protótipo após o encerramento das atividades acadêmicas, a fim de testar a eficiência das células de carga no quesito segurança patrimonial ou até mesmo como sugestão para trabalhos futuros, tornando-se o sistema viável, ao contrário do concluído até o momento.

7 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL): *Energia no Brasil e no mundo – consumo*. Set. 2008. disponível em:

http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par1_cap2.pdf

Acesso em: 26 mai. 2019

ANDRADE, T.; LOBÃO, W. **Elasticidade preço e renda da demanda residencial de energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: Ipea, 1997. (Texto para Discussão, n. 489).

ANTONELLI, Diego. **A lógica que move o roubo residencial**. Curitiba-PA, 22 set. 2012. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/a-logica-que-move-o-roubo-residencial-3u59yx5mepqfm8z8tsyumdq32/>. Acesso em: 9 out. 2018.

ASPER, SEG. **Tudo sobre segurança patrimonial**. Disponível em: <http://www.aster.com.br/blog/seguranca-patrimonial/tudo-sobre-seguranca-patrimonial/>. Acesso em: 23 nov. 2018.

AVIA SEMICONDUCTOR. **HX711: 24-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for Weigh Scales**. Disponível em: https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf. Acesso em: 07 de out. 2018.

BECK, João Carlos Pinheiro; SILVA, Isaac Newton Lima da; HAUDE, José Roberto. **CÉLULA DE CARGA PARA MEDIÇÃO DE ESFORÇOS DE TRAÇÃO E COMPRESSÃO**. Campina Grande: 2005.

EMPRESA DE PESQUEISA ENERGÉTICA (EPE): *Consumo nacional de energia elétrica na rede por classe – Anual*. 29 fev. 2016. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/Search/Results.aspx?k=consumo%20energ%C3%A9tico&s=All%20Sites&start1=41>

Acesso em: 29 mai. 2019.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos**. Rio de Janeiro: EPE, 2009. (Série Estudos de Energia). (Nota Técnica).

HOLLANDA, L.; DIAS, V.; DUTRA J. **Microdata approach to household electricity demand in Brazil**. In: MEETING OF THE BRAZILIAN ECONOMETRIC SOCIETY, 32., São Paulo: FGV, 2010.

JM, Magazine Online. **CRIMES motivam procura por sistemas de segurança**. Jornal Da Manhã, Minas Gerais, 27 fev. 2012. Disponível em: <<http://jmonline.com.br/novo/?noticias,1,GERAL,58041>>. Acesso em: 11 set. 2018.

MINAS GERAIS, Cemig. **Dados: Coletados**. 2019. Acesso em: 11 jun. 2019.

MINAS GERAIS, PMJM. **Dados: Coletados**. 2019. Arquivo.

MINAS GERAIS, Polícia Militar. **Dados: Coletados**. 2018. Disponível em: <https://jmp.sh/b/LAxk18ACRYKgXEAEaAD>. Acesso em: 04 nov. 2018.

MODIANO, E.M. **Elasticidade renda e preços da energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1984. (Texto para Discussão, n. 68).

MONK, Simon. **Projetos com Arduino e Android: Use seu smartphone ou tablet para controlar o Arduino**. 1 ed. Porto Alegre: Grupo A Editora, 2013. 212p

MOSER, G. **A agressão**. São Paulo: Editora Ática, 1991.

NOGUEIRA, Alexandre. **Placa Hx711 Adc 24-bit para Células De Carga**. 2015. Disponível em: <<http://dangerouselectron.blogspot.com.br/2015/06/hx711-adc-24-bit-para-celulas-de-carga.html>>. Acesso em: 12 out. 2018.

SCHMIDT, C. A. J.; LIMA, M. A. M. **A demanda por energia elétrica no Brasil**. *Revista brasileira de economia*, v. 58, n. 1, p. 67-98, 2004.

THE RASPBERRY FOUNDATION. **Raspberry PI**. 2013. Disponível em:
<<http://www.raspberrypi.org>>. Acessado em 15/10/2013.

ZAFFARONI, E. R. **Em busca das penas perdidas: a perda de legitimidade do sistema penal**. Rio de Janeiro: Editora Revan, 1991.