

SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA DOMÓTICA BASEADO EM APLICAÇÃO WEB

Lucas Silveira Soares¹, Jorsiele Damasceno Cerqueira²

¹Pós-Graduando em Automação, Controle e Robótica no Centro Universitário (SENAI/CIMATEC) e Mestrando em Ciências da Computação no Programa de Pós-Graduação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Ponta-Grossa/PR.

²Doutoranda em Sistemas Distribuídos, Docente do Centro Universitário SENAI CIMATEC.

E-mail para contato: lucassilveira_soares@hotmail.com;

jorsiele.cerqueira@fiel.org.br

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo apresentar um sistema automatizado com baixo custo de implantação utilizando a aplicação WEB para serviço de domótica. A aplicação enviará dados a uma interface de hardware através de uma comunicação serial entre um dispositivo e o microcontrolador (Arduino Mega 2560 R3), o qual interpretará os dados e controlará os serviços da residência. A partir de levantamento de dados, feito através de um estudo exploratório nas bases de dados SCIELO, google acadêmico, anais de congresso, sites e trabalhos de conclusão de curso tornou-se possível afirmar, por meio da experimentação, que as informações obtidas para o desenvolvimento deste projeto mostraram-se adequadas para ilustrar o baixo custo de implementação do projeto, tendo como parâmetros a comparação com trabalhos de desenvolvimento correspondentes e a execução de estimativa para demonstrar a redução do consumo de energia elétrica.

Palavras-chave: Sistema automatizado; Microcontrolador; Casa Inteligente; IoT.

ABSTRACT

The present study aims to present an automated system with low implementation cost using the WEB application for home automation service. The application will send data to a hardware interface through a serial communication between a device and the microcontroller (Arduino Mega 2560 R3), which will interpret the data and control the services of the house. From data collection, carried out through an exploratory study in the SCIELO databases, academic google, congress proceedings, websites and course conclusion works, it became possible to affirm, through experimentation, that the information obtained for the development of this project proved to be adequate to illustrate the low cost of project implementation, having as parameters the comparison with corresponding development works and the execution of an estimate to demonstrate the reduction of electric energy consumption.

Keywords: Automated System; Microcontroller; Smart Home; IoT.

1. INTRODUÇÃO

A inserção de recentes tecnologias e formas de controle possibilitaram que a automação residencial atingisse novas áreas, contudo, a integração por meios de alguns dispositivos e equipamentos em residências pode ter um custo elevado dificultando sua implementação (GUNPUTH, 2017). A maioria dos projetos de automação residencial elaborados por empresas, construtoras ou arquitetos estão atrelados às casas inteligentes ainda na planta. Casas com conceito “*smart*” necessita de recursos, sensores ou aparelhos que possam se conectar em tablets, celulares ou computadores, além de fornecer informações do ambiente a central de controle (GNANADOSS et al., 2021).

Dados publicados pela Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial (AURESIDE), a automação esteve presente entre 1,2 a 2,2 milhões de residências em 2020. Apesar de ter uma baixa aderência, a sua média de crescimento tem sido 22% ao ano (ESTÚDIO, 2021). Essas informações demonstram que há espaços para o desenvolvimento de tecnologias que possibilitam conforto, segurança e comodidade como a domótica (tecnologia que possibilita automatizar diversas instalações de uma casa (GNANADOSS et al., 2021)), pois o gerenciamento de consumo de gastos com energia torna viável sua aquisição.

Nesse sentido esse estudo tem como objetivo desenvolver um ambiente WEB integrado a um sistema de automação para controle de equipamentos e dispositivos residenciais de baixo custo e como ele pode contribuir para a redução do consumo de energia elétrica. Através da análise tarifária de luz e do padrão de consumo dos dispositivos elétricos foram realizadas comparações em um cenário com e sem a implementação do sistema.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O consumo de energia não renovável tem aumentado com o passar dos anos e os impactos para o meio ambiente também. Segundo Ribeiro et al. (2018), a utilização de fontes diversificadas de energia se tornou cada vez mais importante, haja visto os crescentes casos de problemas ambientais que são interligadas com o uso de energias não renováveis.

As fontes alternativas de energia elétrica são relativamente caras, nesse contexto pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de diminuir o consumo de energia de forma significativa. Andrade et al. (2016) cita o *Google*, *Facebook* e *Apple* como exemplo de empresas que estão interessadas em buscar conhecimento dos serviços residenciais e industriais na utilização de energias com o objetivo de implementar a automação ligada a eletrodomésticos

e máquinas para diminuir o consumo de energia elétrica. Esse tipo de pesquisa é relevante para o avanço da tecnologia e contribui para o enriquecimento da literatura e ampliação da Internet das Coisas (*IoT*).

Como exemplo de redução de consumo elétrico foram feitos cálculos na WebArcondicionado (2022), como exemplo, um ar-condicionado que consome 22,7 kWh, com tarifa de 0,749 R\$/kWh (tarifa de energia elétrica média da coelba na bahia retirada do portal da ANEEL (2022)) e um indivíduo que viaja e esquece o aparelho ligado durante 3 dias, essa pessoa teria um aumento de R\$ 40,81 reais na sua tarifa de energia mensal se comparado ao consumo total em 30 dias o gasto seria maior que R\$ 408,06. Levando em consideração esses aspectos, o ambiente automatizado traz não só vantagens quanto a diminuição de gastos referentes a energia elétrica como também segurança, monitoramento e conforto. Partindo dessa premissa, é preciso analisar quais medidas são mais eficazes para a implementação da domótica. Uma das alternativas para seu desenvolvimento são as redes *wireless* (RSSF) que são largamente utilizadas, não somente para monitoramento residencial, como também para distintas vertentes como controle de industrialização, manuseamento de tráfego, segurança dos fatores públicos, saúde e monitoramento ambiental. (MONCKS et al., 2016).

Outro método utilizado para fazer essa integração são os aplicativos de celulares, pois é um sistema leve e de interatividade num aparelho de fácil mobilidade e que é muito utilizado pela população. Com a elevação da taxa de utilização de aparelhos celulares, criou-se a ideia de permitir que a automação residencial seja móvel, ou seja, realizar uma integração com um dispositivo eletrônico móvel, consequentemente vários projetos surgiram com objetivo de promover solução de problemas para trazer comodidade e praticidade ao cotidiano. (CARDOSO, 2014).

3. METODOLOGIA

Estudo do tipo descritivo-exploratório e experimental baseado no levantamento de trabalhos publicados em bases de dados online, SCIELO (Biblioteca Eletrônica Científica Online), google acadêmico, anais de congresso, sites e trabalhos de conclusão de curso publicados na íntegra. Na fase explanatória foram utilizadas as palavras-chave em português “Sistema automatizado”, “Microcontrolador”, “Casa Inteligente”, “*IoT*” e em inglês “*Automated system*”, “*Microcontroller*”, “*Smart home*”, “*IoT*”.

Foram encontrados um total de 43 artigos dentre os anos de 2014 a 2022. Refinando a busca dos artigos dos últimos 3 anos restaram 21 artigos, após a leitura prévia dos resumos e análise do objeto de estudo foram escolhidos 3 artigos científicos.

O levantamento de estudos teve como objetivo a validação de dados sobre a temática, além do aprofundamento teórico do Arduino UNO, MEGA, e linguagem C/C++, além da compreensão sobre o paradoxo da automação residencial.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema foi criado para controlar diferentes tipos de componentes eletrônicos. O *WebServer* é o responsável pelo gerenciamento das cargas que origina linguagens programáveis tais como: HTML, PHP e CSS.

O usuário terá que digitar em seu navegador o IP definido (para conexão via ethernet ou rede local) ou clicar no *link* definido para conexão via *internet*. Logo após a escrita e acionamento o usuário terá acesso a página de autenticação, conforme mostra a interface do sistema na figura 1.a, então o protocolo TCP/IP será acionado para segurança do proprietário da residência. Essa página só dará acesso a página principal (figura 1.b) onde estão todos os componentes (solicitação de usuário e senha).

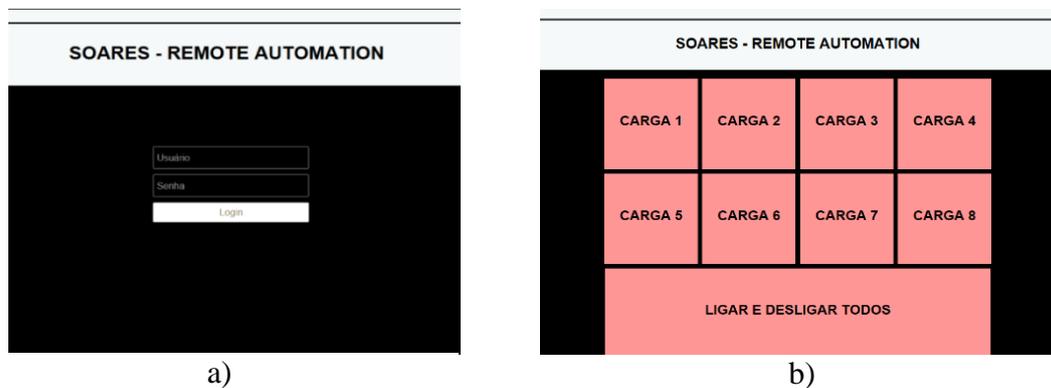


Figura 1.a) Autenticação b) Página principal.

Fonte: Autoria Própria (2022).

a. Estrutura de Hardware

O Arduino Mega 2560 (Figura 2) é o elemento central do sistema. Ele é utilizado como controlador central do Arduino UNO que também faz parte do sistema. O Arduino Uno funciona como “*slave*” no sistema e responde a requisição enviada pelo Arduino MEGA através de radiofrequência, desligando e/ou ligando os componentes eletrônicos interligados. Esses

componentes serão conectados a partir da clonagem do controle remoto de fábrica. A clonagem será alocada na memória, após será criado um controle remoto com o Arduino.

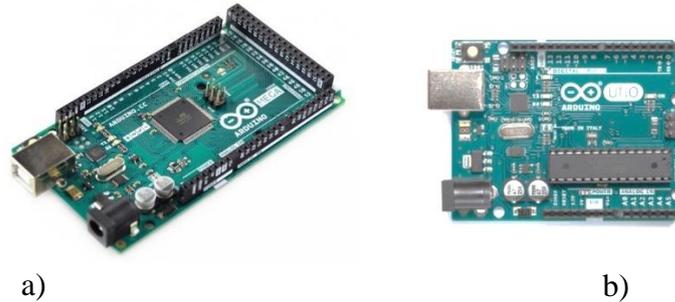


Figura 2. a) Arduino MEGA b) Arduino Uno.
Fonte: (AMAZON, 2022).

O módulo relé de 8 canais (Figura 3) é composto por uma junção de transistor, relés, conectores, leds e diodos. O módulo relé de 8 canais realiza o acionamento de cargas com tensão de 110V à 220V e corrente de 10^a. No sistema implementado é responsável por ligar lâmpadas, ventiladores ou outros componentes eletrônicos que funcionam até a faixa de 10A.



Figura 3 – Módulo relé de 8 canais.
Fonte: (AMAZON, 2022)

O *Ethernet Shield* (Figura 4) é responsável controlar o acionamento de chaves e sensores através da interface do *browser (Web)* em computadores e celulares, ou seja, controlar o estado do módulo relé e conseqüentemente os componentes eletrônicos que estão interligados a ele.



Figura 4 – *Ethernet shield*.
Fonte: (AMAZON, 2022)

O kit de Identificação por Radiofrequência ou *RFID* é um dispositivo que permite a leitura e escrita em cartões que utilizam a padronização Mifare. Com ele é possível fazer o controle de acesso a partir da aproximação dos cartões que tem sua *tag* (numerações dos cartões que tem composto chip *Mifare* que emite frequência de 13.56 Mhz) no banco de dados do Arduino.

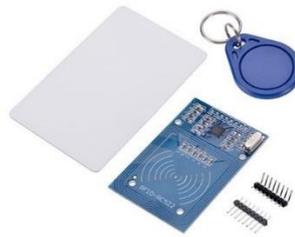


Figura 5 – Kit modulo leitor RFID.

Fonte: (AMAZON, 2022)

b. Funcionamento do Sistema

O Arduino MEGA é utilizado como o centralizador das funções de controle do sistema, nele está alocado quase toda a programação criada no IDE Arduino e conectado o módulo relé de 8 canais. Quando o usuário entra no sistema através da interface *WebServer* como foi mostrado na figura 1, fica com o poder de acionar qualquer componente eletrônico que está ligado ao sistema.

Após o clique em qualquer um dos botões, a página irá fazer um *refresh* e o Arduino irá reconhecê-lo acionando o pino em que o relé está interligado ao componente e assim irá acioná-lo. Na figura 6 é mostrado um exemplo da carga 1 após ter sido pressionada, ela ficará acesa (verde) para ilustrar ao cliente que o componente eletrônico está ligado, enquanto os botões desligados (vermelhos) até que ocorra um acionamento e a figura 7 ilustra a composição do hardware para as conexões cabeadas.

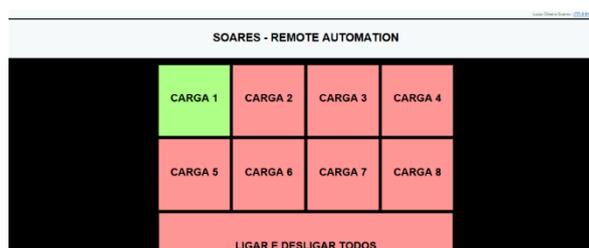


Figura 6 – Carga 1 pressionada

Fonte: Autoria Própria (2022).

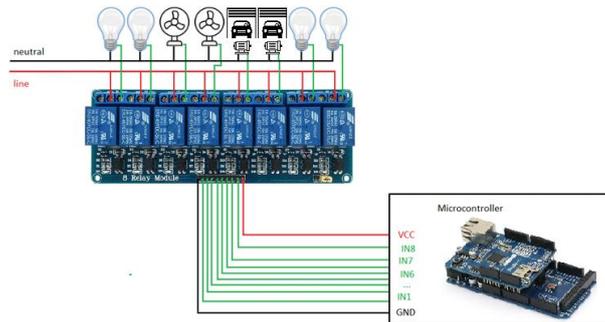


Figura 7 – Hardware para as conexões cabeadas.
Fonte: Autoria Própria (2022).

Como o módulo relé só suporta cargas até 10A, componentes como ar-condicionado e outros tipos não podem ser acionados diante a sua utilização, pois pode ocorrer a queima do módulo. Visando esse problema foi utilizada a tecnologia que já vem instalada neles, o infravermelho. Aparelhos eletrônicos como ar-condicionado e televisão vem com controles remotos, esses controles no projeto são clonados e essa codificação é alocada na memória dos Arduinos UNO. Nesses componentes com cargas acima de 10A ficam conectados uma caixa que contém o Arduino UNO, *led* emissor de infravermelho e receptor de rádio frequência. O sistema de radiofrequência é utilizado para comunicação com o Arduino principal do sistema, o MEGA.

Conforme ilustrado na figura 8, acionamento ocorre da seguinte forma: quando o usuário clicar no botão “carga 2” (onde está interligado o ar-condicionado ou outros dispositivos acionáveis através de infravermelho) o Arduino MEGA emitirá um sinal a partir do emissor de rádio frequência que está interligado, o UNO receberá esse sinal, vai interpretar qual a ação o usuário quer realizar e o emissor de infravermelho emitirá o código que havia sido clonado do controle remoto de fábrica e assim o usuário terá total controle.

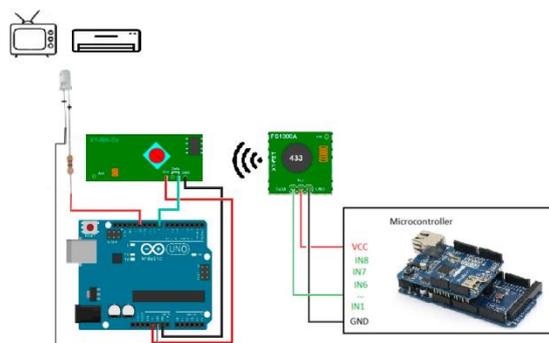


Figura 8 – Hardware para as conexões sem fio.
Fonte: Autoria Própria (2022).

Para o controle de acesso, figura 9, foi utilizado a tecnologia RFID que foi desenvolvida para substituir a leitura do código de barras convencional. Com essa nova tecnologia não é necessário o usuário posicionar o código no ângulo certo para leitura, basta aproximar dos sensores e obtê-la. No sistema de controle de acesso foi utilizado um microcontrolador Arduino UNO que estará gravado em seu código as *tags*. Caso o cartão esteja no banco de dados da empresa, um relé acionará uma trava elétrica e assim terá o acesso a residência, mas com a ausência do cartão o display indicará acesso negado e um *buzzer* será ativado.

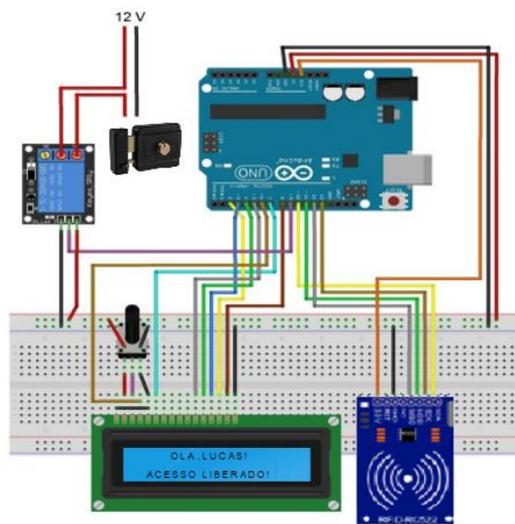


Figura 9 – Hardware para controle de acesso.
Fonte: Autoria Própria (2022).

O sistema de controle de segurança não está interligado ao Arduino MEGA para não ocorrer quebras ou perdas de sinais, pois os dois utilizam rádio frequência, este foi isolado com um microcontrolador para que toda a função programada ocorra sem interferência de sinais.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo apresenta custo de implementação inferior (comparado ao hardware) dos demais trabalhos publicados (Tabela 1). Os valores apresentando em reais são em referência a busca em sites de componentes eletrônicos, tais como amazon, mercado livre e baú da eletrônica com base ao ano de publicação do trabalho.

Tabela 1 – Valor total do hardware dos trabalhos de mesma temática.

<i>Trabalhos</i>	<i>Total</i>	<i>Lista de componentes</i>
(<i>MOURA, 2022</i>)	R\$ 761,78	<i>SpeakUp Click</i> ; Módulo de reconhecimento de voz V3; <i>Echo Dot</i> ; Módulo ESP8266 modelo ESP-01; Módulo relé ESP8266 versão ESP-01 de 4 canais.
(<i>REIS, 2021</i>)	R\$ 404,69	<i>Raspberry pi</i> ; Módulo relé 2 Canais.
(<i>GUERRA, 2021</i>)	R\$ 480,24	<i>Raspberry pi</i> ; ESP32; Módulo relé 2 Canais; <i>Drive</i> e Motor de Passo 28BYJ-48; Sensor de Temperatura DHT22.
(<i>SOUZA, 2021</i>)	R\$ 410,89	Arduino UNO; Módulo de reconhecimento de voz V3; Módulo relé 4 Canais; Módulo DFPlayerMini; Módulo RTC DS3231; ESP8266 NodeMCU V3 ESP12E.
(<i>DUARTE, 2021</i>)	R\$ 362,93	Arduino UNO; Módulo <i>Dimmer</i> ; SCT 013-000; ESP8266 NodeMCU V3 ESP12E; Lâmpada LED Dimerizável.
(<i>PEDROZA, 2021</i>)	R\$ 402,11	<i>Echo Dot</i> ; ESP8266 NodeMCU V3 ESP12E; Módulo sensor de temperatura e umidade (DHT11); Módulo sensor de chuva.
AUTORIA PRÓPRIA	R\$ 342,77	Arduino Mega; Arduino UNO; Módulo relé 8 canais; <i>Ethernet Shield</i> ; Kit modulo leitor <i>RFID</i> .

Fonte: Autoria Própria (2022).

Para a realização dos testes de estimativa de consumo energético foi realizado levantamento de todos os aparelhos elétricos de uma residência padrão Brasileiro (dois quartos, uma cozinha e uma sala de estar) e suas respectivas potências para identificar qual seria o valor total de energia consumida por mês no ano de 2022.

Todos os dados de potência média dos aparelhos residências foram retirados da CEMIG e a partir desses dados obteve-se o valor consumido de KWh da residência (figura 10).

Utilizando o valor médio padrão pago para cada KWh consumido (R\$0,65) retirado da Neoenergia no primeiro semestre de 2022, a tabela 2 revela o valor em real mensal (R\$400,38), anual (R\$4,804.54) e em 5 anos (R\$24,022.68) mantendo essa média de consumo.

Valor da Energia Consumida

Valor do consumo Mensal	R\$ 400.38
Valor do consumo Anual	R\$ 4,804.54
Valor do consumo em 5 anos	R\$ 24,022.68

Tabela 2 – Valor da Energia Mensal.
Fonte: Autoria Própria (2022).

Sem Automação	Soma de Consumo mensal (KWh)
Condicionamento de ar	241.00
aquecedor de ambiente	40.00
Ventilador	12.00
ar condicionado 12000 BTU	54.00
ar condicionado 9000 BTU	135.00
Culinária	48.85
batedeira	2.50
cafeteira elétrica	18.00
fogão a gás	0.75
forno de microondas	18.00
coifa	4.50
sandueira	1.50
depurador de ar para fogão	3.60
Entretenimento	66.95
console de videogame	15.00
decodificador de tv a cabo	3.00
dvd/blurray player	0.20
home theater	12.00
minisystem	2.25
televisor LED 42"	34.50
Higiene e limpeza	161.25
chuveiro elétrico	120.00
lavadora de roupas	2.25
lavadora de alta pressão	30.00
lavadora de louças	3.00
secador de cabelos	6.00
Iluminação	4.38
lâmpada LED 10 W	1.00
lâmpada fluorescente 15 W	1.88
lâmpada fluorescente 20 W	1.50
Informática	11.19
notebook	5.40
roteador	5.76
Impressora multifuncional	0.03
Refrigeração	50.37
refrigerador frostfree 300 litros	50.37
Segurança	5.76
central de alarme de segurança	2.16
portão automático	3.60
Utilidades	26.23
inseticida elétrico	2.16
aparelho em stand by	10.79
aspirador de pó	5.00
carregador de celular	1.20
ferro elétrico automático	4.00
telefone sem fio	1.08
cortador de grama	2.00
Grand Total	615.97

Figura 10 – Energia Mensal em KWh.
Fonte: Autoria Própria (2022).

Tendo em vista a componentes elétricos e a análise de quais componentes consomem quantidade maior de energia na residência, levantou-se os seguintes aparelhos: Aquecedor do ambiente; Ar-condicionado 12000 BTU; Ar-condicionado 9000 BTU; Ventilador; Televisor LED 42"; Lâmpada Fluorescente 15W; Lâmpada Fluorescente 20W; Lâmpada LED 10W, respectivamente. Com a implementação do projeto nessa residência, percebe-se redução do consumo de energia elétrica mensal (figura 11) e (tabela 3), utilizando do poder da escalabilidade é possível calcular o valor economizado anualmente e em 5 anos (tabela 4).

Valor da Energia Consumida após Automação

Valor do consumo Mensal	R\$ 353.94
Valor do consumo Anual	R\$ 4,247.23
Valor do consumo - 5 anos	R\$ 21,236.13

Tabela 3 – Valor da Energia Mensal.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Redução Energética

Mensal	R\$ (46.44)
Anual	R\$ (557.31)
5 anos	R\$ (2,786.55)

Tabela 4 – Redução Energética.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Com Automação	Soma de Consumo mensal (KWh)
Condicionamento de ar	178.20
aquecedor de ambiente	24
ar condicionado 12000 BTU	42
ar condicionado 9000 BTU	105
Ventilador	7.2
Culinária	48.85
batedeira	2.5
cafeteira elétrica	18
coifa	4.5
depurador de ar para fogão	3.6
fogão a gás	0.75
forno de microondas	18
sanducheira	1.5
Entretenimento	60.05
console de videogame	15
decodificador de tv a cabo	3
dvd/blurray player	0.2
home theater	12
minisystem	2.25
televisor LED 42"	27.6
Higiene e limpeza	161.25
chuveiro elétrico	120
lavadora de alta pressão	30
lavadora de louças	3
lavadora de roupas	2.25
secador de cabelos	6
Iluminação	2.63
lâmpada fluorescente 15 W	1.125
lâmpada fluorescente 20 W	0.9
lâmpada LED 10 W	0.6
Informática	11.19
Impressora multifuncional	0.03
notebook	5.4
roteador	5.756
Refrigeração	50.37
refrigerador frostfree 300 litros	50.365
Segurança	5.76
central de alarme de segurança	2.1585
portão automático	3.6
Utilidades	26.23
aparelho em stand by	10.7925
aspirador de pó	5
carregador de celular	1.2
cortador de grama	2
ferro elétrico automático	4
inseticida elétrico	2.16
telefone sem fio	1.07925
Grand Total	544.52

Figura 11 – Energia Mensal em KWh.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Como pode ocorrer eventos em que o proprietário saia da residência em casos de viagens, por exemplo e esqueça alguns aparelhos ligados, a automação possibilita o acionamento e desligamento de cargas em qualquer lugar, por esse motivo foi elaborado uma

planilha de quanto seria gasto em média por 15 dias (figura 12) e (tabela 5) e o quanto poderia ser economizado se o projeto estivesse implementado (tabela 6).

Valor da Energia Consumida

Valor do consumo Mensal	R\$ 856.29
-------------------------	------------

Tabela 5 – Valor da Energia Mensal.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Valor da Energia Consumida após Automação

Redução energética - Aparelhos ligados durante 15 dias	R\$ (502.36)
--	--------------

Tabela 6 – Redução Energética.

Fonte: Autoria Própria (2022).

15 Dias	Soma de Consumo mensal (KWh)
Condicionamento de ar	835.59
aquecedor de ambiente	287.8
ar condicionado 12000 BTU	242.85
ar condicionado 9000 BTU	247.375
Ventilador	57.56
Culinária	48.85
batedeira	2.5
cafeteira elétrica	18
coifa	4.5
depurador de ar para fogão	3.6
fogão a gás	0.75
forno de microondas	18
sandueira	1.5
Entretenimento	115.19
console de videogame	15
decodificador de tv a cabo	3
dvd/blurray player	0.2
home theater	12
minisystem	2.25
televisor LED 42"	82.7425
Higiene e limpeza	161.25
chuveiro elétrico	120
lavadora de alta pressão	30
lavadora de louças	3
lavadora de roupas	2.25
secador de cabelos	6
Iluminação	62.96
lâmpada fluorescente 15 W	26.98125
lâmpada fluorescente 20 W	21.585
lâmpada LED 10 W	14.39
Informática	11.19
Impressora multifuncional	0.03
notebook	5.4
roteador	5.756
Refrigeração	50.37
refrigerador frostfree 300 litros	50.365
Segurança	5.76
central de alarme de segurança	2.1585
portão automático	3.6
Utilidades	26.23
aparelho em stand by	10.7925
aspirador de pó	5
carregador de celular	1.2
cortador de grama	2
ferro elétrico automático	4
inseticida elétrico	2.16
telefone sem fio	1.07925
Grand Total	1317.38

Figura 12 – Energia Mensal em KWh.

Fonte: Autoria Própria (2022).

6. CONCLUSÃO

Diante do exposto é notório que a automação residencial está evoluindo e nos permite grandes inovações em favor do conforto, comodidade, segurança e economia de energia elétrica.

Em pouco tempo as residências se transformarão em casas inteligentes e cabe aos profissionais da área buscar a melhor estratégia para tornar este projeto viável e acessível para todos.

Assim, a automação residencial fornece conforto ao usuário e possibilita a diminuição do consumo de energia elétrica, conforme exposto nos resultados em R\$ 46.44 reais mensais, tendo em vista condições normais de utilização dos aparelhos, também, redução de R\$ 502.36 reais caso o usuário deixe os aparelhos ligados por 15 dias.

Este estudo possui limitações pois não aborda as características mecânicas de dispositivos de automação, é exposto apenas as características funcionais que podem ser usadas para a organização lógica e desenvolvimento de softwares e dispositivos sem fio.

Para trabalhos futuros, um *dashboard*, conforme ilustrado na figura 13, poderá ser criado e integrado ao sistema com a finalidade de demonstrar em tempo real o consumo de energia elétrica.



Figura 13 – *Dashboard*.
Fonte: (EXCELTABLE, 2022)

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. O. et al. Identificação de perfis de consumo domiciliar de energia elétrica a partir de algoritmos de agrupamento. **XII Brazilian Symposium on Information Systems**, 2016.

ANEEL. **Ranking das Tarifas**, 2022. Disponível em: <<https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/ranking-das-tarifas>>. Acesso em: 13 de maio de 2022.

CARDOSO, L. F. C. Sistema de automação residencial via rede celular usando microcontroladores e sensores. **REUCP**, v. 8, n.º2, p. 70-83, 2014.

CEMIG. **Potência média de aparelhos residenciais e comerciais**, 2020. Disponível em: <<https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2020/10/POTENCIA-MEDIA-DE-APARELHOS-RESIDENCIAIS-E-COMERCIAIS.pdf>>. Acesso em: 19 de abril. de 2022.

DUARTE, P. J. **Sistema de Controle e Automação de Iluminação via Smartphone com Ênfase em Eficiência Energética**. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Tecnologia em Engenharia de Computação do Centro de Ciências, Tecnologias e Saúde do Campus Araranguá da Universidade Federal de Santa Catarina, 2021.

ESTÚDIO, N.S.C. Casa inteligente: automação residencial cada vez mais acessível ao bolso dos brasileiros. **NSC total**, 17 mai. 2021. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/noticias/casa-inteligente-automacao-residencial-cada-vez-mais-acessivel-ao-bolso-dos-brasileiros>. Acesso em: 18 abr. 2021.

EXCELTABLE. **Energy Reporting Dashboard Free Download Example In Excel**, 2022. Disponível em: <https://exceltable.com/en/templates/dashboard-energy-in-excel>>. Acesso em: 05 de maio de 2022.

GAZIS, A.; KATSIRI, E. Smart Home IoT Sensors: Principles and Applications A Review of Low-Cost and Low-Power Solutions. **International Journal on Engineering Technologies and Informatics**, v. 2, n. 1, p. 19-23. 2021.

GNANADOSS, A. F. et al. Embedded System based Smart Automation for Elderly and Disabled People. **Annals of the Romanian Society for Cell Biology**, v. 25, n. 4, p. 9909-9917, 2021.

GUERRA, H. N. S. **Automação residencial usando software openhab**. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Engenharia de Controle e Automação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2021.

GUNPUTH, S.; MURDAN, A. P.; OREE, V. Design and Implementation of a Low-Cost Arduino-Based Smart Home System. **IEEE International Conference on Communication Software and Networks**, v. 9, p. 1491-1495, 2017.

MONCKS, P. C. S. et al. Solução de redução de consumo energético para redes de sensores sem fio aplicados a ambientes florestais. **TECNO-LÓGICA, Santa Cruz do Sul**, v. 20, n. 2, p. 87-96, Jul/Dez. 2016.

MOURA, G. G. **Protótipo de automação residencial para tecnologia assistiva utilizando reconhecimento de voz e controle através de aplicativo móvel**. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica Industrial da Universidade Federal De Santa Maria, 2022.

PEDROSA, R. T. **Integrando assistente pessoal alexa e aplicativo de celular blynk para o controle do esp8266 nodemcu em aplicações de automação em geral**. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, 2021.

REIS, E. C. L. **Automação residencial com a utilização de Raspberry Pi**. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Ciências Exatas e da Computação da Universidade Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2021.

RIBEIRO, E. et al. Feasibility of biogas and energy generation from poultry manure in Brazil. **Waste Management & Research**. n. 36, v. 3, p. 221-235, 2018.

SOUZA, J. G. **Protótipo de domótica para automação residencial**. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, 2021.

WEBARCONDICIONADO. **Como calcular o consumo do aparelho de ar condicionado?**, 2022. Disponível em: <<https://www.webarcondicionado.com.br/como-calculer-o-consumo-do-ar-condicionado>>. Acesso em: 13 de maio de 2022.