

Automação residencial e eficiência energética: um estudo de caso**Residential automation and energy efficiency: a case study**

DOI:10.34117/bjdv5n8-124

Recebimento dos originais: 14/07/2019

Aceitação para publicação: 29/08/2019

Antonio Roniel Marques de Sousa

Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará

Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Vitor, Nº 18, Bairro Centro, Santa Maria do Pará – PA, Brasil

CEP: 68738-000

E-mail: roniel.pcp@gmail.com

Paulo Rodrigues dos Santos

Especialista em Análise e Diagnóstico em Eficiência Energética e Qualidade da Energia

Elétrica pela Universidade Federal do Pará

Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua dos Mundurucus, Nº 3333, Apto 1302, Bairro Cremação, Belém – PA, Brasil

CEP: 66040-033

E-mail: paulo.3333@icloud.com

Wellington da Silva Fonseca

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará

Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua 8, Nº 42, Bairro Conjunto Júlia Seffer, Ananindeua – PA, Brasil

CEP: 67020-460

E-mail: fonseca.ufpa@gmail.com

Allan Rodrigo Arrifano Manito

Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará

Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Alameda José Faciola, Nº 251, Bairro Nazaré, Belém – PA, Brasil

CEP: 66040-180

E-mail: allanarrifano@gmail.com

Ramon Cristian Fernandes Araújo

Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará

Universidade Federal do Pará

Endereço: BR 316 km 5, Condomínio Lago Azul, Av Brasil 229D, Bairro Levilândia,

Ananindeua – PA, Brasil

CEP: 67015-712

E-mail: ramoncfaraujo@gmail.com

Elen Priscila de Souza Lobato

Graduada em Engenharia da Computação pela Universidade Federal do Pará

Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Jardim Brasil I, Nº 20, Bairro Levilândia, Ananindeua – PA, Brasil

CEP: 67015-660

E-mail: elenprisl@gmail.com

RESUMO

Um dos fatores que impulsionaram o desenvolvimento de diversas tecnologias é a busca constante da humanidade pelo conforto e comodidade. Isso está diretamente relacionado ao desenvolvimento da automação residencial. No entanto, devido à complexidade e custos elevados estes sistemas são privilégios apenas de alguns indivíduos. Em vista disso, este trabalho apresenta uma análise comparativa entre três projetos para a automação do sistema de iluminação de uma residência. Dois dos sistemas de automação foram desenvolvidos pelos próprios autores para uma implantação de baixo custo utilizando microcontroladores (Arduino e ESP32) através de diferentes canais de comunicação sem fio (Wi-Fi e Bluetooth), o terceiro sistema é um dispositivo que já existe no mercado. Esses sistemas de automação foram implementados em um modelo de residência popular e comparados entre si em termos de consumo de energia, custo de implementação e eficiência de projeto. Os três sistemas foram analisados com dois tipos diferentes de lâmpadas para resultados mais consistentes. Onde um dos objetivos deste trabalho é mostrar que é possível incorporar parâmetros de automação residencial de baixo custo em casas populares.

Palavras-chave: Automação residencial. Qualidade de energia. Economia de energia.

ABSTRACT

Abstract: One of the factors that drove the development of several technologies is the constant search of humanity for comfort and convenience. This is directly related to the development of residential automation. However, due to the complexity and high costs these systems are only privileges of some individuals. In view of this, this work presents a comparative analysis between three projects for the automation of the lighting system of a residence. Two of the automation systems were developed by the authors themselves for a low cost deployment using microcontrollers (Arduino and ESP32) through different wireless communication channels (Wi-Fi and Bluetooth), the third system is a device that already exists in the market. These automation systems were implemented in a popular residence model and compared to each other in terms of power consumption, implementation cost, and design efficiency. The three systems were analyzed with two different types of lamps for more consistent results. Where one of the objectives of this work is shows that it is possible to incorporate parameters of low cost residential automation in popular houses.

Keywords: Residential automation; Power quality; Energy saving.

1. INTRODUÇÃO

A automação surgiu nos primórdios da Humanidade, ausente de uma data específica que se caracterize como marco.

A Revolução Industrial alavancada no século XVIII propiciou ainda mais a Automação no mundo, surgida a partir da mecanização, largamente ainda utilizados em muitos processos produtivos. Neste contexto a automação residencial também conhecida como domótica, residência inteligente ou casa do futuro, trata da integração de serviços e tecnologias, que tem por finalidade tornar uma residência automatizada e obter aumento em relação a segurança, conforto e praticidade (ACCARDI e DODONOV, 2012). Considera-se automatização qualquer processo que auxilie o ser humano nas suas tarefas do dia-a-dia, sejam elas comerciais, industriais, domésticas ou no campo.

Cronologicamente, o desenvolvimento dos sistemas de automação residencial surgiu depois de seus similares nas áreas industrial e comercial. Por motivos econômicos e de escala de produção, os fabricantes e os prestadores de serviços, num primeiro momento, focaram nos segmentos que lhes propiciam maior rapidez no retorno de seus investimentos. No mercado brasileiro isto ocorreu de maneira similar, os primeiros sistemas automatizados de controle foram concebidos para aplicações especificamente industriais, ainda na década de 70 (TEZA, 2002).

Os sistemas domésticos inteligentes sem fio desempenham um papel substancial na vida humana devido à sua flexibilidade, portabilidade. O sistema de casas inteligentes é benéfico ao cotidiana da sociedade, pois reduz a carga de trabalho humano, economiza eletricidade e reduz as preocupações com segurança doméstica e laboral.

Com os baixos índices de natalidade e o conseqüente envelhecimento, e muitas destas pessoas idosas morando sozinhas, e precisando das facilidades propiciadas pela automação das tarefas domésticas do dia a dia, fortalece o lema principal por trás da ideia do sistema doméstico inteligente em reduzir os esforços humanos, o consumo de eletricidade e ajudar os idosos, deficientes e crianças. Do ponto de vista da segurança, se algum intruso tentar entrar com força, haverá um sistema antifurto que acionará o alarme e notificará o proprietário para que este tome as medidas cabíveis imediatamente (VAIDYA e VISHWAKARMA, 2018).

Embora existam várias tecnologias utilizadas, os dispositivos móveis desempenham um papel importante, na automação de eletrodomésticos ou para sinalizar alertas em situações de risco (VAIDYA e VISHWAKARMA, 2018).

Quando se imagina uma residência automatizada, em primeiro lugar pressupõe-se uma casa de alto padrão, onde o luxo é um dos quesitos básicos observados. Antigamente, este era um cenário bastante comum, mas isto vem mudando. Hoje, ter alguns itens automatizados na residência não é mais visto como status. Apesar disto, ter uma casa integralmente

automatizada, infelizmente, até então é acessível à poucos. A “democratização” crescente da automação residencial se deve ao surgimento cada vez maior de fabricantes e sistemas mais inovadores. Com isso, os custos dos equipamentos são reduzidos de forma significativa, tornando mais acessível o uso dessas tecnologias (CARVALHO, 2015).

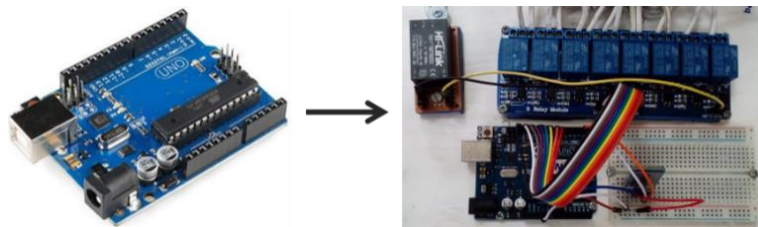
Desta fora neste trabalho será desenvolvida uma análise em uma maquete para avaliar a influência que os sistemas de automação residencial tem sobre a qualidade e a eficiência energética assim como o tipo de lâmpadas utilizadas em um projeto, essas análises servirão para mostrar a viabilidade de implantação destes sistemas em residências populares.

2. DISPOSITIVOS PARA AUTOMAÇÃO

2.1 ARDUINO

O Arduíno, Figura 1, foi criado em 2005 pelo professor Massimo Banzi na Itália (ROSSI, 2013). Desde então suas aplicações no meio acadêmico cresceram exponencialmente, uma vez, que este microcontrolador é altamente didático e pode ser configurado por uma IDE (Integrated Development Environment) própria utilizando linguagem C/C++.

Figura 1 - Sistema de automação utilizando Arduino.



Para a montagem do sistema de automação utilizando o Arduino, foram utilizados ainda uma fonte de alimentação para reduzir e retificar a tensão de alimentação de 127 V para 5 V, um módulo com 6 relés eletromecânicos para chavear os circuitos de comendo das lâmpadas e um módulo Bluetooth para estabelecer um canal de comunicação para controle remoto via aplicativo, Figura 1.

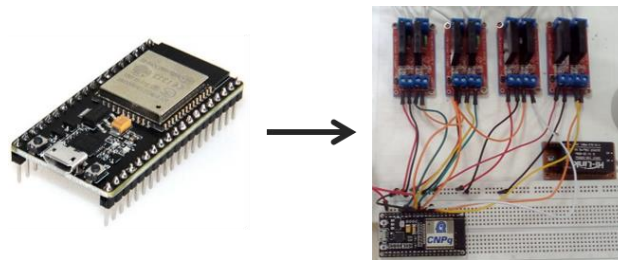
2.2 ESP 32

O microcontrolador ESP32 é uma plataforma de *hardware* livre ideal para a criação de dispositivos que permitam interação com o ambiente utilizando sensores como entrada, e

recomendado para aplicações na internet das coisas, por possuir módulo WiFi e Bluetooth integrado além de tamanho reduzido (VAGAPOV, 2017).

A plataforma utiliza-se de uma camada simples de *software* implementada em linguagem C/C++, podendo ser programada pela IDE do Arduino (MAESTRELLI e NAPOLEÃO, 2018).

Figura 2 - Sistema de automação utilizando ESP 32.



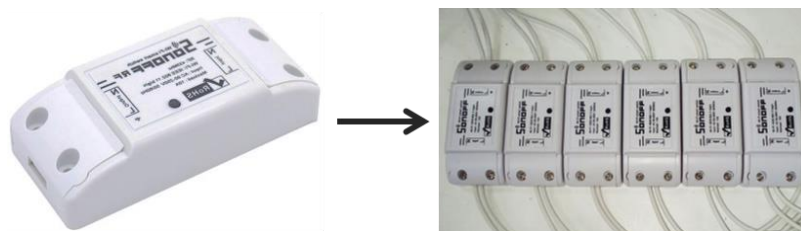
Para a construção deste sistema foram utilizados fontes de alimentação para reduzir os níveis de tensão, igual foi utilizada no sistema com o Arduino, além de 6 relés de estado sólido, que diferentes dos eletromecânicos, os de estado sólido possuem um circuito de acionamento formado por um acoplador óptico Figura 2.

2.3 SONOFF

O relé Wi-fi Sonoff utilizado neste trabalho foi desenvolvido por uma empresa chinesa, o mesmo possibilita o acionamento remoto de cargas AC de até 10A através de um aplicativo via wi-fi, Figura 3.

O Sonoff é composto basicamente por um relé, um ESP8266EX, um regulador de tensão AC DC que permite alimentar a placa com tensão AC na faixa de 90 a 250V e memória flash.

Figura 3 - Sistema de automação utilizando relé Wi-fi Sonoff modelo simples.

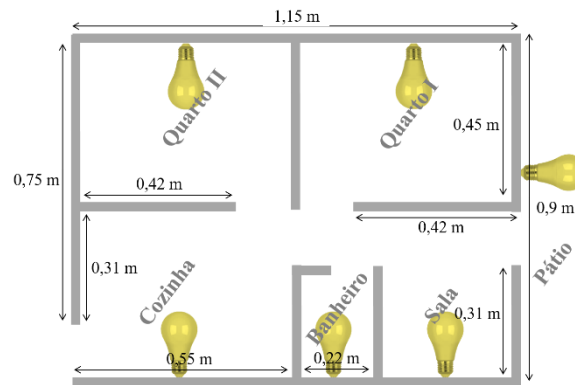


Ao utilizar no smartphone ou tablet o app eWeLink, o Sonoff pode ser controlado de uma forma bem simples (OLIVEIRA, 2019). Como este é um dispositivo comercial e compacto, foram utilizados apenas 6 Sonoffs para montar o sistema de automação.

3. MAQUETE DESENVOLVIDA

Foi construída uma maquete de uma casa seguindo o modelo de uma residência popular, uma vez que um dos principais objetivos deste trabalho é mostrar a viabilidade de implantação dos projetos de automação residencial para pessoas de classe baixa, logo os impactos da implantação destes sistemas foram estudados em uma residência de pequeno porte, a Figura 4 ilustra a planta baixa da maquete desenvolvida.

Figura 4 - Esquema da maquete desenvolvida, planta baixa e disposição das lâmpadas.



Como o objeto de estudo deste trabalho será a automação do sistema de iluminação, foram distribuídas 6 lâmpadas nos cômodos da casa.

Visto que a execução do estudo será feita dentro do laboratório em um ambiente controlado, foi desenvolvida uma rotina de acionamento das lâmpadas, Tabela 1, simulando a rotina de seus habitantes, em um cenário real.

Tabela 1 - Rotina de acionamento das lâmpadas.

Intervalos	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
Cômodo/Horário	00 as 03	03 as 06	06 as 09	09 as 12	12 as 15	15 as 18	18 as 21	21 as 24
Pátio	Ligado	Ligado					Ligado	Ligado
Sala					Ligado	Ligado	Ligado	
Quarto I			Ligado				Ligado	
Quarto II			Ligado				Ligado	
Banheiro			Ligado		Ligado		Ligado	
Cozinha			Ligado	Ligado			Ligado	

Para efetuar as análises e coleta de dados foram seguidas 6 etapas com configurações diferentes, Figura 5, onde nas três primeiras foram feitas edições utilizando os micro controladores e as lâmpadas fluorescentes, já nas três ultimas foram utilizadas lâmpadas LED.

Figura 5 - Esquema para e medição dos sistemas de automação.

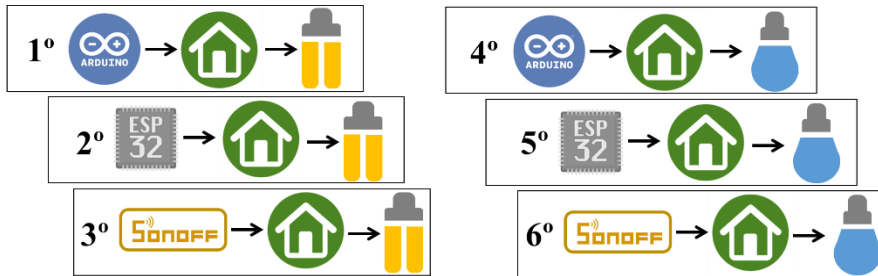


Figura 6 - Modelo construído.



A metodologia de execução foi idealizada conforma a Figura 5, onde após preparada a instalação elétrica da maquete, posicionou-se as lâmpadas conforme o esquema da Figura 4; foram instalados cuidadosamente os três sistemas de automação, Figura 6. Na sequência foi utilizado um analisador de energia modelo Hioki PW3198-90 para medir corrente, tensão e distorção harmônica em 6 etapas distintas, Figura 7.

Figura 7 - Experimento montado para coleta de dados.



Uma vez que o experimento para medição foi montado em um ambiente controlado, de laboratório, adotou-se 9 min como intervalos de tempo das rotinas, o equivalente a 5% do intervalo apresentado na Tabela 1.

O analisador foi configurado para coletar uma amostra das grandezas monitoradas cada 30 segundos. Como cada circuito foi analisado durante 72 minutos, obtiveram-se 144 amostras por evento.

As etapas dos ciclos de medição, organizadas pelo tipo de sistema e pelo tipo de lâmpada conectada. Cujos dados serão analisados na sequencia.

4. ESTUDO DE CASO

Para coleta e análise dos diferentes dispositivos de automação foram considerados quatro cenários distintos.

Inicialmente foram coletados dados considerando somente o efeito das lâmpadas nos indicadores de consumo e qualidade de energia, onde as lâmpadas foram acionadas seguindo a rotina da Tabela 1, sem a presença dos microcontroladores na rede;

Em seguida foram consideradas as lâmpadas somados ao efeito dos diferentes dispositivo, Arduino, ESP e do Sonoff, de forma individualizada para cada recurso distintamente.

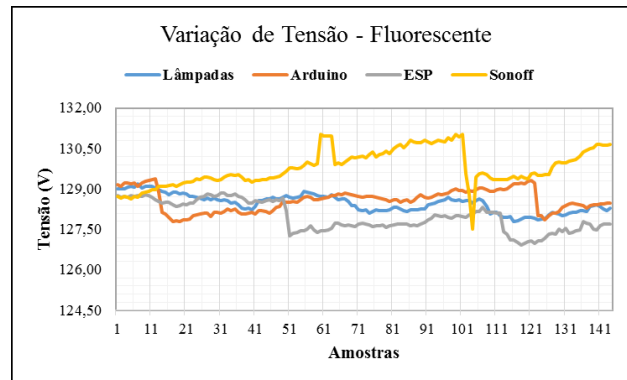
4.1 LÂMPADAS FLORESCENTES

Neste experimento foram utilizadas lâmpada fluorescente compacta 3U Empalux ref. FM11516 15W 841lm 61 lm/W 6400K 184mA E27 127V FP0, 50 vida mediana 6.000h

Primeiramente foram comparadas as variações de tensão geradas pelos quatro ambientes do experimento.

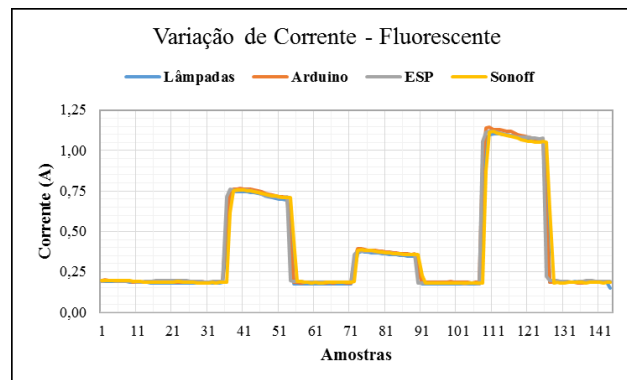
Analisando os dados da Figura 8, é possível notar que utilizando lâmpadas fluorescentes o dispositivo Sonoff apresentou valores de tensão mais elevados, chegando a ultrapassar em alguns casos os 130 V, enquanto que os demais dispositivos apresentaram variações menores.

Figura 8 - Variação de Tensão para os dispositivos utilizando lâmpadas fluorescente.



Já em relação a corrente todos os ambientes apresentaram basicamente o mesmo comportamento, Figura 9, uma vez que as cargas são as mesmas e que o consumo dos microcontroladores é mínimo.

Figura 9 - Variação de Corrente para os dispositivos utilizando lâmpadas fluorescente.

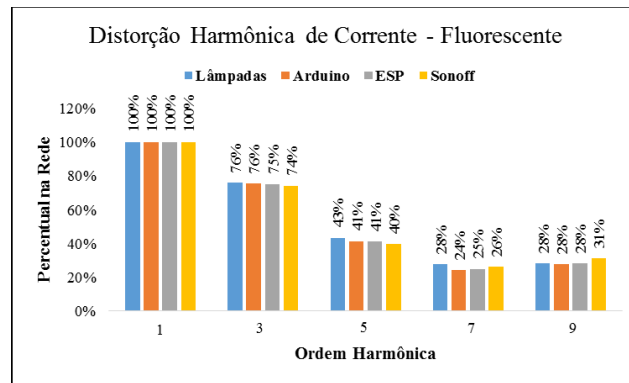


Como um dos focos do presente trabalho é avaliar não somente a viabilidade econômica, mas também avaliar o impacto dos micro controladores sobre a qualidade da energia elétrica foram analisados as distorções harmônicas de corrente geradas na rede por esses dispositivos.

Para análise destas harmônicas foram coletadas as distorções até a 10ª componente, entretanto como as componentes de ordem par não apresentaram percentuais maiores que 1%, optou-se por retirá-las dos gráficos.

Analisando os dados presentes na Figura 10, é possível observar que em todos os ambientes a geração de componentes harmônicas é basicamente igual, o que é esperado já que a curva de corrente é semelhante em todos os casos, conforme mostrado na Figura 9.

Figura 10 - Componentes harmônicas geradas na rede utilizando lâmpadas fluorescente.

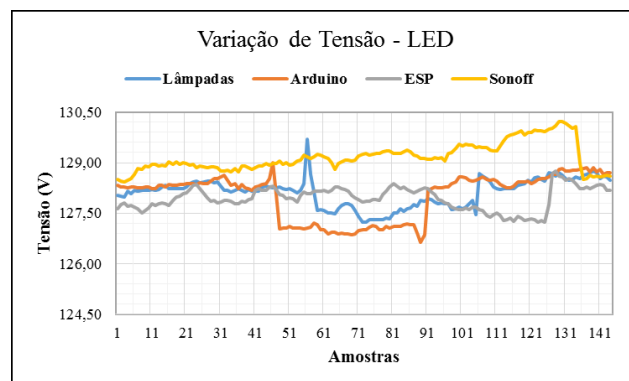


4.2 LÂMPADAS LED

Dando continuidade ao desenvolvimento do trabalho foram repetidas as medições mantendo-se a mesma estrutura, entretanto com lâmpadas de modelo diferente, onde neste caso foram utilizadas lâmpadas LED Bulbo Stella ref. STH7264/65 7W 604m 86lm/W 6500K 79mA E27 100-240V FP0,70 vida útil 25.000h L70.

Semelhante aos dados obtidos para as lâmpadas fluorescentes, também neste caso com lâmpadas LED, o Sonoff foi o dispositivo que apresentou os níveis de tensão mais elevados Figura 11.

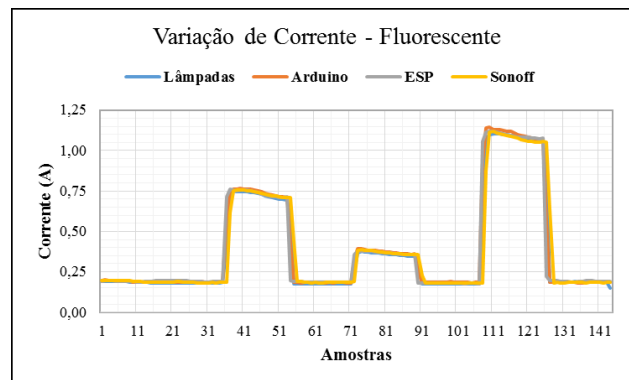
Figura 11 - Variação de Tensão para os dispositivos utilizando lâmpadas LED.



Cabe salientar que tanto para o caso anterior como para este, essas grandes variações de tensão podem ter ocorridos devido a influência de outras cargas conectadas na mesma rede.

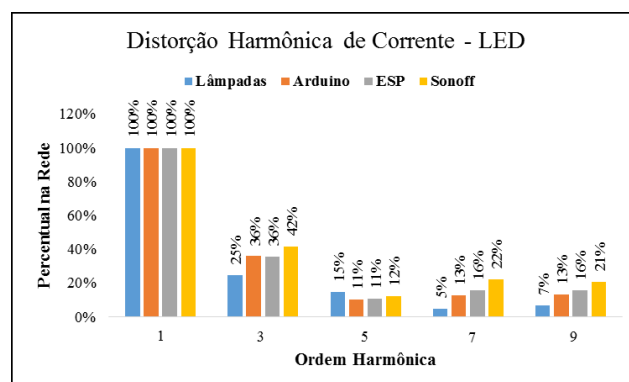
Já em relação a variação de corrente, Figura 12, pode-se observar que a variação é bem menor quando comparado a variação utilizando as lâmpadas fluorescentes, evidenciando o menor consumo de energia das lâmpadas de LED. Nota-se ainda que variação de corrente das lâmpadas LED é menor que a apresentada por qualquer um dos micro controladores.

Figura 12 - Variação de Corrente para os dispositivos utilizando lâmpadas LED.



Com relação às distorções harmônicas, Figura 13, notou-se uma grande redução nas componentes ímpares, o que evidencia que a lâmpada de LED em termos de qualidade de energia é bem melhor que as lâmpadas fluorescentes.

Figura 13 - Componentes harmônicas geradas na rede utilizando lâmpadas LED.

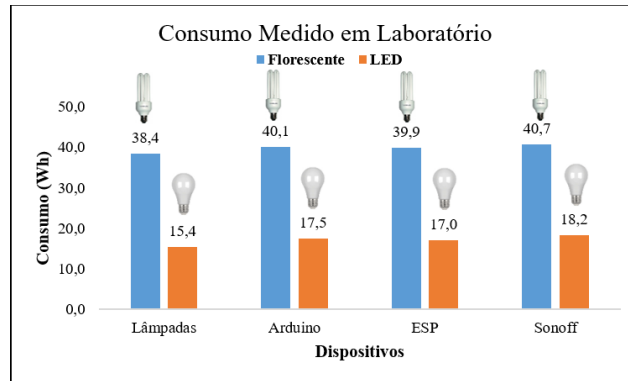


4.3 CONSUMO

A Figura 14 ilustra o consumo em kWh dos dispositivos durante os testes para as diferentes combinações de lâmpadas e sistema de automação. Salienta-se que os testes foram

realizados durante um período de 1 hora e 12 minutos (5% de um dia), seguindo a rotina da Tabela 1.

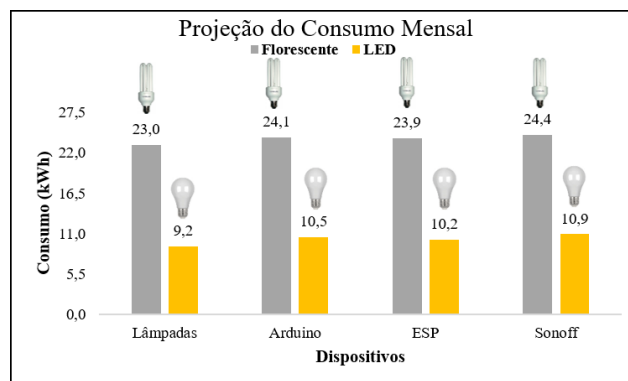
Figura 14 - Consumo dos sistemas medido em laboratório.



Observando os dados do consumo obtidos nas medições é possível notar que para este caso há uma economia média de 57,33% no consumo de energia trocando as lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED.

Embasado com os dados da Figura 14, foi estimada uma projeção do consumo mensal que cada dispositivo apresentaria, Figura 15.

Figura 15 - Projeção do consumo mensal dos dispositivos em um mês.



Nota-se que as lâmpadas LED consomem a metade do consumo das lâmpadas fluorescentes, logo observa-se que somente o fato de trocar o tipo de lâmpada de uma residência já causa um impacto significativo tanto em parâmetros de qualidade como também consumo de energia elétrica.

4.4 PERÍODO DE RECUPERAÇÃO DOS INVESTIMENTOS

Considerando as informações mostradas no trabalho (VAIDYA e VISHWAKARMA, 2018), uma das contribuições deste trabalho será avaliar a acessibilidade e o impacto econômico que a implantação destes sistemas tem sobre residências de pequeno porte.

A Tabela 2 mostra que segundo o relatório do Ministério de Minas e Energia de 2018, o consumo residencial médio da Região Norte equivale a 143 kWh/mês (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA 2018).

Tabela 2 - Consumo/Custo de energia elétrica na Região Norte

Consumo/Custo Residencial Médio na Região Norte		
Consumo Médio (kWh/mês)	Tarifa Residencial (R\$/kWh)	Custo Média (R\$)
143	0,58462	83,60
Consumo/Custo da Iluminação na Região Norte		
Consumo das lâmpadas (%)	Tarifa Residencial (R\$/kWh)	Custo (R\$)
17%	0,58462	14,03

Considerando a tarifa cobrada pela concessionária local para esta classe de consumidores é possível estimar que em média é gasto R\$ 83,60 com a iluminação da residência (CELPA, 2019).

Tomando como referência os dados obtidos nesta pesquisa, nota-se que as lâmpadas são responsáveis por 17% do consumo de energia elétrica em uma casa.

Um dos maiores questionamentos sobre a implantação destes dispositivos é justamente o custo do investimento. Na Tabela 3, consta um comparativo sobre o custo necessário para implantar cada um dos dispositivos utilizados nesta pesquisa, cabe salientar que este orçamento foi baseado em lojas virtuais e que o mesmo é para um sistema com 6 lâmpadas como o sistema em estudo.

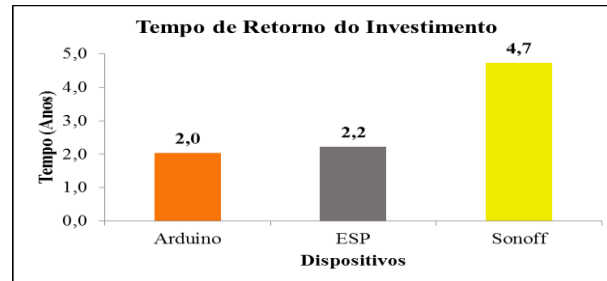
Tabela 3 - Custo de implantação dos dispositivos utilizados (R\$).

Arduino					
Arduino	6 Relés B.	Fonte	Placa Fenolite	M. Bluetooth	Total
89,9	35,7	29,9	3,4	34,9	193,8
ESP					
ESP 32	6 Relés E.S.	Fonte	Placa Fenolite		Total
66,9	113,7	29,9	3,4		213,9
Sonoff					
	6 Sonoff				Total
	449,4				449,4

A partir dos dados mostrados anteriormente e considerando que segundo Toggweiler e Marques (2017), a implantação de sistemas de automação residencial pode diminuir em até

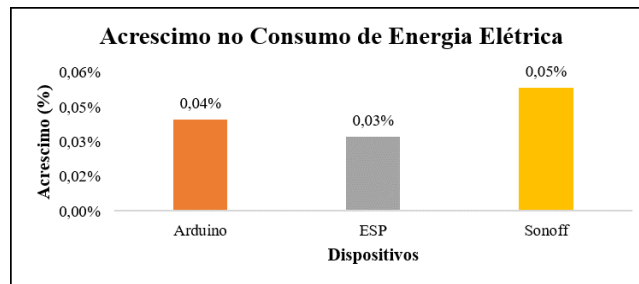
60% o consumo de energia elétrica consumida pelo sistema de iluminação artificial de uma residência, é possível estimar o tempo de retorno de cada investimento, Figura 16.

Figura 16 - Estimativa do tempo de retorno dos dispositivos.



Entretanto uma outra dúvida muito comum é referente a quantidade de energia que cada dispositivo irá acrescentar ao consumo da residência.

Figura 17 - Consumo de energia dos dispositivos de automação.



Buscando esclarecer este questionamento, na Figura 17, é apresentada uma comparação da contribuição que cada dispositivo terá quando adicionado a instalação da residência, nota-se que em todos os casos o consumo é mínimo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi realizada uma análise comparativa de três sistemas de automação residência e dois modelos de lâmpadas distintos por meio de um experimento em laboratório, com o objetivo mostrar a viabilidade de implantação destes sistemas em residências populares.

Nos experimentos realizados, constatou-se que a substituição de equipamentos e fontes de luz, relevantes para o padrão de consumo de residências populares, proporcionam ganho na qualidade de energia, redução de distorções harmônica e redução no consumo de energia.

Os resultados do experimento mostraram ainda que a implantação de qualquer um dos três dispositivos é perfeitamente viável, uma vez que os mesmos podem auxiliar na economia de energia e não apresentam consumo energético elevado.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Wellington Fonseca, A coordenação e ao corpo docente do CEAMAZON, as empresas Stella Importação e Exportação de Luminárias Ltda e Iluflex Comércio de Equipamentos Eletrônicos Ltda e a todos que ajudaram na construção deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ACCARDI, A.; DODONOV, E. “Automação Residencial: Elementos Básicos, Arquiteturas, Setores, Aplicações e Protocolos. 11p. Tecnologias, Infraestrutura e Software, ISSN 2316-2872 T.I.S., São Carlos, v. 1, n. 2, p. 156-166, novembro 2012.

CARVALHO, G. B.: Automação residencial na construção civil. 93p. Universidade Estadual De Goiás – UEG Unidade Universitária De Ciências Exatas E Tecnológicas Curso De Engenharia Civil. Anápolis Goiás 2015.

CELPA, RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA ANEEL No 2.433/2018. Em vigor – De 07/08/2018 à 06/08/2019, disponível em: <<http://www.celpa.com.br/residencial/informacoes/cobranca-de-tarifas>>, acessado em 19/02/2019.

Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Minas e Energia, “Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2018 ano base 2017”, disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/epe-publica-o-anuario-estatistico-de-energia-eletrica-2018>>, acessado em 19/02/2019.

MAESTRELLI, G. A. e NAPOLEÃO G. S. “Sistema Supervisório para Monitoramento de Energia Elétrica Residencial” Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba 2018.

OLIVEIRA, E. “Master Walker Eletronic Shop”, disponível em: <<http://blogmasterwalkershop.com.br/automacao/conhecendo-o-sonoff-rele-wifi-para-automacao-residencial/>>, acessado em 08/02/2019.

ROSSI, P. “História do Arduíno” Disponível em <http://vaiquedacertone.blogspot.com.br/2013/04/historia-do-arduino.html>, Abril, 2013.

TEZA, V. R.: “Alguns Aspectos Sobre a Automação Residencial – Domótica” 108p. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal de Santa Catarina Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação, Florianópolis, Santa Catarina 2002.

TOGGWEILER, J. G. e MARQUES, L. S. “Automação Residencial Para Conservação e Eficiência Energética por Meio de Técnicas de Inteligência Artificial” Trabalho de conclusão de curso da Faculdade de Sistema de Informação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

VAGAPOV, Y.; MAIER, A. and SHARP, A. “Comparative Analysis and Practical Implementation of the ESP32 Microcontroller Module for the Internet of Things”. Conferência: 7ª Conferência Internacional sobre Tecnologias e Aplicações da Internet, Em: Wrexham, Reino Unido, 2017.

VAIDYA V. D. and VISHWAKARMA, P. “A Comparative Analysis on Smart Home System to Control, Monitor and Secure Home, based on technologies like GSM, IOT, Bluetooth and PIC Microcontroller with ZigBee Modulation” International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET), 2018.