DOMÓTICA: substituição da fiação de retorno nas instalações elétricas por cabeamento de dados e sistemas microcontrolados

DOMOTIC: change of the return wiring in the electric installation for wiring signals and microcontrolling systems

Gabriel Flávio de Oliveira [I]
Marcelo Caetano Oliveira Alves[II]

RESUMO

Neste trabalho foram estudados a possibilidade e a viabilidade econômica de se substituir a fiação de uma instalação elétrica convencional com interruptores e cabos descritos por norma por uma com cabos de comando que tem como proposta a automatização da residência, conhecido como domótica. Como sugestão do sistema automatizado, fora trazido um circuito para interfaceamento entre ele e o microcontrolador, além de suas posições numa planta elétrica residencial. Para a avaliação de ambas, houve pesquisa de preços comerciais de fiação e componentes a fim de indicar uma função do valor em relação ao metro para que possa haver dados suficientes para conclusões.

Palavras-chave: Automação. Domótica. Microcontroladores.

ABSTRACT

This work presents the possibility and the economic viability of changing the wiring of an electric conventional installation in a house with switches and wirings described by a norm for one with wiring signals with the purpose of automating the house, known as domotic. As a suggestion of an automatic system, it was brought a circuit for the interface between it and the microcontroller, besides their positions in a residential electric plant. For both assessments, there were researches for commercial prices of wiring and components with the goal of indicating a function of the price in relation to the meter, so that there can be enough data to make conclusions.

Keywords: Automation. Domotic. Microcontroller.
Data de submissão do artigo: 25/06/2019.
Data de aprovação do artigo: 01/10/2019.
DOI:

[I] Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial da Faculdade de Tecnologia (FATEC) de Sertãozinho – São Paulo – Brasil. E-mail: gabriel.flavio3@gmail.com
[II] Prof. Dr. da Faculdade de Tecnologia (FATEC) de Sertãozinho – São Paulo – Brasil. E-mail: prof.malves@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

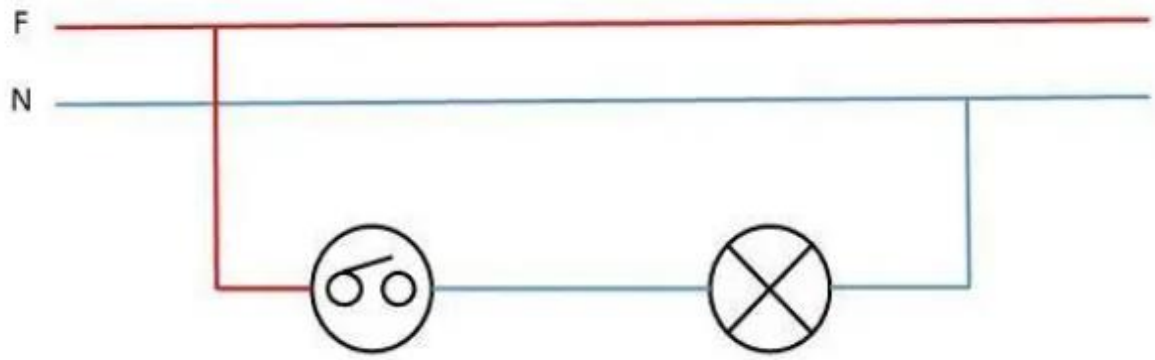
A Automação Residencial é um conjunto de componentes que tem como intuito acionar/movimentar ou monitorar as mais diversas cargas e variáveis dentro de um prédio a fim de promover comodidade, segurança e eficiência para o usuário. Atualmente, a automação residencial significa status e tem um preço relativamente alto para a aquisição (ALVES; MOTA, 2003).

Ao analisar uma instalação elétrica predial, encontra-se diversos parâmetros predeterminados desde a sua distribuição até o dimensionamento de equipamentos e condutores. Em geral, os condutores que são usados nas instalações elétricas são de cobre e alumínio. Destes podemos destacar o de cobre por suas excelentíssimas propriedades elétricas de condução que o deixa com uma resistência elétrica realmente muito baixa (HAMMOND, 2000).

Na norma da ABNT NBR 5410 (2004), há uma série de requisitos de valores mínimos para instalação de condutores e equipamentos de segurança. Um destes parâmetros, em destaque, é a seção mínima de condutores que alimentarão uma lâmpada que terá que ter uma seção mínima de 1,50mm².

Nas instalações elétricas prediais encontra-se padrões definidos pela concessionária de tensão de tensão de 117Vac ou 220 Vac com a frequência nominal de 60 Hz (ANEEL, 2010). Os fios que são usados nas instalações são divididos entre Fase, Neutro, Retorno e Terra. E um exemplo de uma ligação pode ser vista na Figura 1.

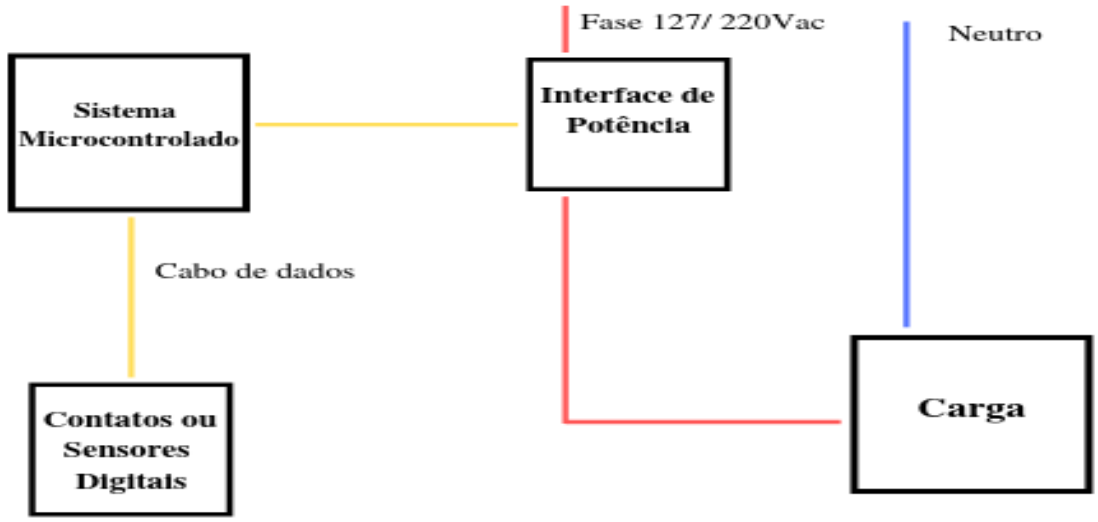
Figura 1 - Exemplo de ligação elétrica monofásica.



Fonte: Mundo da elétrica (2019)

Em uma proposta de substituir a fiação de retorno por um sistema microcontrolado com interface de eletrônica de potência, pode-se substituir toda extensão de fiação de retorno com uma seção maior por uma fiação de comando. Na Figura 2, há a proposta para a substituição dos cabos de retorno.

Figura 2 - Proposta de sistema microcontrolado na instalação monofásica



Fonte: elaborada pelos autores (2019)

Consequentemente, este artigo tem como finalidade avaliar a viabilidade técnica e econômica de substituir-se a fiação da fase de retorno, em instalações elétricas prediais (com ênfase residencial e comercial) para acionamento de cargas, por cabos de comandos ligados a sistemas de comando de eletrônica de potência microcontrolados. Desta forma visa-se a redução de custos totais nos materiais usados nas instalações elétricas e o desenvolvimento de sistemas e controles mais adaptativos, promovendo melhor usabilidade e flexibilidade.

2 DOMÓTICA

O termo domótica é a união das palavras domus e robótica. Domus de origem latina possui o significado de casa e a palavra robótica é a ciência que desenvolve sistemas mecânicos automatizados controlados por um sistema eletrônico (ALVES; MOTA, 2003). A automação residencial é a união de tecnologias de sensores, controladores lógicos e atuadores que realizam intervenções no edifício controlando os sistemas.

Partindo de uma coincidente ideia da automação realizada em indústrias, a domótica tem como finalidade substituir, principalmente, ações repetitivas e monótonas de humanos por sistemas mecanizados e automáticos (TEZA, 2002).

Podendo ser uma ferramenta cara, custando de 1% a 7% da obra e que em alguns casos comprá-lo seria difícil para alguns indivíduos (TEZA, 2002). Mesmo assim, o SEBRAE (2015), previu um avanço para este setor e que empresas como a Google e Apple estariam interessadas neste setor.

Como o celular na década de 90 também era um utensílio raro de ser adquirido e tornou-se, com o tempo, sendo umas das ferramentas mais utilizadas por todos. Sendo assim, o sistema de automação residencial também poderá alcançar esse nível, pois nele há todas as ferramentas essenciais para um indivíduo (TEZA, 2002).

De acordo com Gomes, Silva e Gelacki (2016), no processo desenvolvimento da tecnologia a partir da década de 70, permitiu que ideias de melhorias sociais para portadores de necessidades físicas desenvolvesse juntamente com o processo de desenvolvimento da tecnologia. Consequentemente, garantindo-lhes melhores condições de vida.

Os sistemas de automação residencial possuem diversas aplicabilidades dentre elas algumas estão voltadas para o acionamento da iluminação, esta, além de acionar as lâmpadas e promover comodidade, pode, também, atribuir redução no custo da energia ao economizar o consumo com o gerenciamento da energia feito com sensores (GOMES *et al*, 2016). Outras aplicabilidades estão direcionadas para segurança, como os sensores biométricos que podem acionar fechaduras quando colocado o dedo correto.

Ao analisar a variação da projeção da população Brasileira entre 1940 e 2018 feita pelo IBGE (2018), verifica-se um grande aumento na expectativa de vida, passando de 45,5 anos para 76,2 anos e que ao ver, também, a pirâmide etária percebe-se que a população com mais de 65 anos corresponde a 10,5% da população (IBGE, 2018). E, também, há uma grande necessidade em questão de acessibilidade para os idosos e, possivelmente, a domótica pode ser uma oportunidade para suprir as necessidades deste público.

2.1 Instalações Elétricas

Uma instalação elétrica é definida pela implementação de todos os elementos que têm o papel de transmitir a energia elétrica desde o gerador até a sua distribuição final em que serão utilizadas para alimentar cargas, de um modo geral, dos usuários da concessionária (COTRIM, 2009).

As normas que ditam uma instalação elétrica de baixa tensão é proveniente de uma norma da ABNT que é a NBR5410 (2004). De uma forma geral a NBR5410 (2004) tem como princípio trazer regras de instalações elétricas de baixa tensão para que se possa assegurar a segurança dos indivíduos ou animais em uma localidade, além de trazer aspectos sobre a eficiência energética.

Em tópicos, a NBR 5410:2004 trata de (NEVES JUNIOR, 2014): proteção contra choques elétricos, proteção contra efeitos térmicos, proteção contra sobrecorrentes, circulação de correntes de falta, proteção contra sobretensões, serviços de segurança, desligamento de emergência, seccionamento, independência da instalação elétrica, acessibilidade dos componentes, seleção dos componentes, prevenção de efeitos danosos ou indesejados, instalação dos componentes, verificação da instalação e qualificação profissional.

Segundo DANIEL (2018), A NBR5410:2004 se torna importante para as instalações elétricas brasileiras pelo fato de que é a única norma falando a respeito sobre instalações elétricas de baixa tensão, na qual é a mais comum para os usuários não especialistas e, consequentemente, a torna uma das mais divulgadas pela comunidade técnica.

Nas instalações elétricas, existem diversos tipos de protocolos de comunicação que trabalham sob a instalação como, por exemplo, o X10 e INSTEON. O X10, sendo o protocolo mais antigo, utiliza-se de uma determinada frequência para que os equipamentos da residência se comuniquem (GRUSSLING, 2014). O INSTEON, gerado em 2005, pode ser usado através da instalação ou por wireless (rádio freqüência) e que por meio de uma rede criada na residência e sinais gerados entre os equipamentos os aparelhos são capazes de se comunicar mantendo ainda uma menor de perda de sinal graças a tecnologia Dual-Band (INSTEON, 2019).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para este artigo irá utilizar-se de softwares de simulação de circuitos eletrônicos e softwares de desenho assistido para análise da planta. Além destes, usar-se-á, também, um diagrama unifilar elétrico do website Desterro Eletricidade visto na Figura 3 e softwares matemáticos para desenvolver planilhas, tabelas e gráficos.

Além do diagrama da Figura 3, foi necessário desenvolver um idêntico a ele, no entanto, este está sem atribuição de circuitos e sem valores de potência. Este diagrama será para ser feito uma melhor análise, já que foi atribuído um valor ao terreno que não havia na Figura 3 e foi, também, enumerado os cômodos de I a IX. O diagrama pode ser visto na Figura 4.

Para definir os valores de fiação, foram pegos os preços de condutores de 1,50mm² de dois websites: *Telhanorte* e *Leroy Merlin.* Para o de comandos, foram definidos 3 tipos de condutores, sendo eles o de 8 vias (4 pares), o de 0,80mm de diâmetro e o de duas vias. Os websites que foram encontrados os cabos são, respectivamente; *Americanas*, *Rei da rede* e *Copafer.*

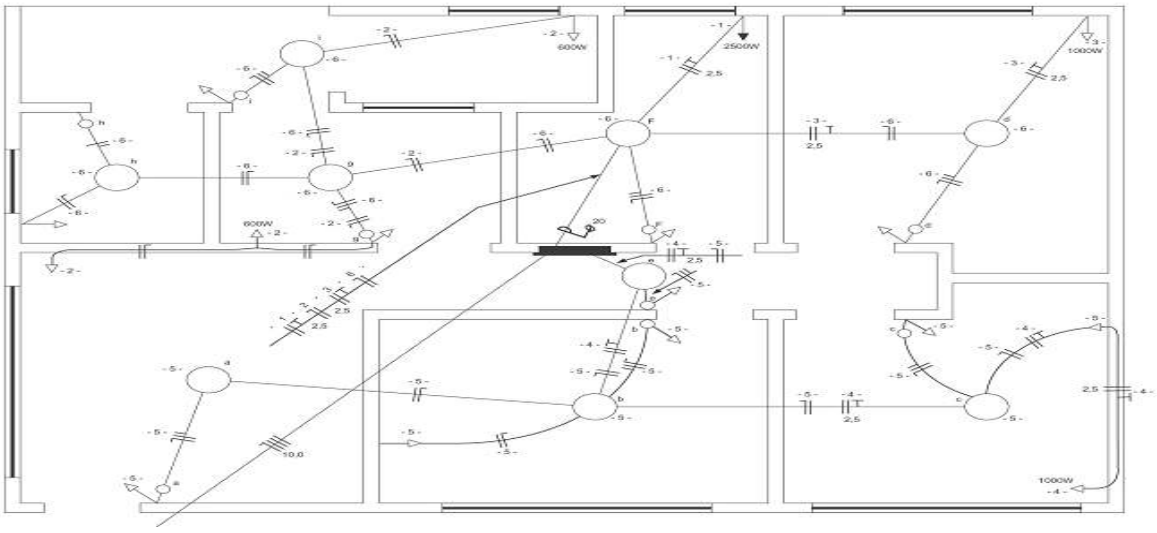
No caso de haver uma tomada abaixo do interruptor e ambos ser 127Vac, exclui a necessidade de separar os circuitos no disjuntor. Então, para a instalação pode-se utilizar a mesma fase nos dois componentes (tomada e interruptor). Desta forma, não há como substituir pelo cabo de dados a fase e o retorno, juntos, mas o retorno, isoladamente, é possível.

Os interruptores convencionais, contidos em instalações elétricas de baixa tensão teve seu preço retirado do website da *CeC.* Semelhante aos interruptores, as chaves tácteis usadas na eletrônica, tendo o mesmo princípio de secção do interruptor, teve o seu valor achado na *Baú da Eletrônica.*

Como Microcontrolador, foi utilizado o Arduino Nano V3.0 Atmega 328 encontrado na *Loja da Robótica*. Igual ao Arduino Uno, este modelo conta com 14 saídas/entradas digitais, 2 saídas de comunicação serial, 6 entradas analógicas, etc. Tendo como dimensão as medidas de 18,50mm x 43,18mm. E para desenvolvimento dos circuitos impressos, foi necessário apenas um fenolite virgem de 50mm x 50mm da *Baú da Eletrônica.* Ainda para auxílio do Microcontrolador, pode-se usar um contador binário 74HC166 ou um decodificador-mux 74HC138.

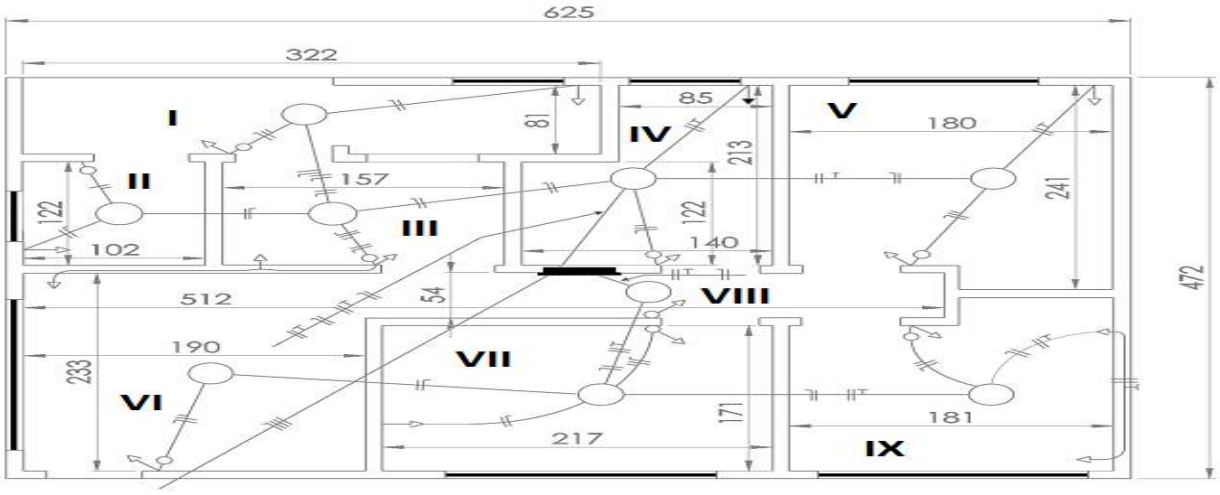
A Figura 5, demonstra o circuito da interface de potência para acionar uma lâmpada, fazendo-se o uso de um sinal microcontrolado para ativar um transistor e, consequentemente, um relé para o chaveamento dela. E neste circuito os componentes necessários são: o relé de 12V, transistor NPN BC548, resistor de 1KΩ de 1/4W, diodo 1N4007 e uma fonte de 12Vcc, podendo todos ser encontrados no *Baú da Eletrônica.*

Figura 3 - Diagrama unifilar elétrico



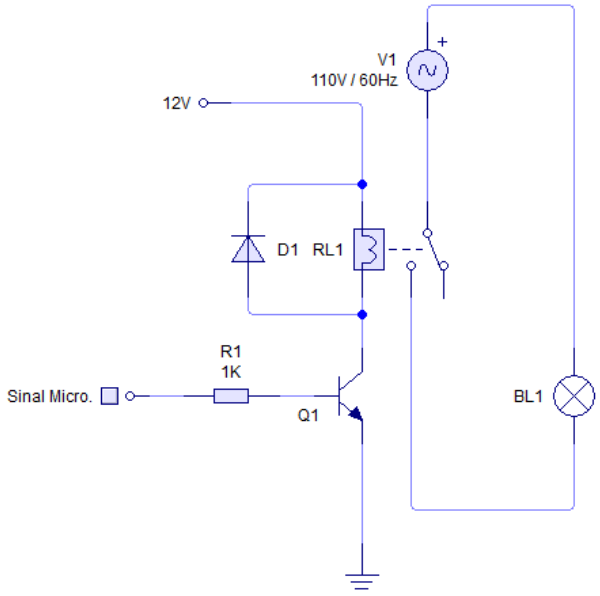
Fonte: Desterro Eletricidade (2019)

Figura 4 - Diagrama unifilar adaptado



Fonte: Desterro Eletricidade (2019)

Figura 5 - Circuito da interface de potência feito no software de simulação.



Fonte: elaborada pelos autores (2019)

3.1 Desenvolvimento

Primeiramente, para indicar quaisquer valores referente as fiações, deve-se atribuir, primeiramente, um valor ao terreno. Para este diagrama irá ser de 25m para o maior comprimento e por meios algébricos encontra-se o valor da escala de 1m:25mm e consequentemente o valor de largura será de, aproximadamente, 19m.

Ao analisar os cômodos e suas medida, inserir um padrão de muro de 2,50m e definir a localização das lâmpadas sempre no centro do cômodo, encontrar-se-á os valores de fiações. Segundo a norma da ABNT a NBR 5410:2004, a distância mínima do interruptor em relação ao chão é de 1,20m, logo o preço da fiação de retorno de 1,50mm² que tem uma tomada abaixo do interruptor pode ser definido pela Equação (1). Caso seja apenas um interruptor, pode-se pegar o resultado da Equação (1) e simplesmente multiplicar por dois, tendo assim a Equação (2).

$$Vco = (d + (2{,}5\text{-}1{,}2))*P \text{ [R\$]} \quad (1)$$

$$Vco = ((d + (2{,}5\text{-}1{,}2))*P)*2 \text{ [R\$]} \quad (2)$$

Sendo: *Vco* (Preço do cômodo em R$), *d* (distância euclidiana do interruptor em relação à carga) e *P* (Relação do preço por metro do condutor usado).

Para este sistema a interface ficará bem próxima à lâmpada, ficando acima dos terminais dela, o microcontrolador estará situado no quadro de distribuição que está a 1,60m em relação ao chão por definição da NBR 5410 (2004) e os cabos partiriam do quadro e se propagariam no edifício, alimentando seu respectivo destino.

Portanto, para a alimentação da interface do sistema a planta foi particionada entre parte superior e inferior em relação à uma linha imaginaria horizontal no centro do quadro de

distribuição da Figura 3, na qual um cabo de 2 vias se propagaria e alimentaria ponto a ponto toda a partição correspondente, indo de um ponto para outro ponto mais próximo, sendo ele capaz de ter duas ou mais ramificações. Podendo ser expresso o valor em reais pela Equação (3).

$$Vp = (\Sigma\ (Sd) + (2{,}50\text{-}1{,}60))*P\ [R\$] \quad (3)$$

Sendo: *Vp* (Valor em reais da partição) e *Sd* (Menor distância da partição em relação ao ponto em análise, contando também o quadro de distribuição).

Os cabos que vão do microcontrolador para a chave táctil terão cada um seu respectivo terminal da chave, logo um cabo de sinal de 8 vias saíra do quadro e irá se direcionar para o terminal da chave mais distante, passando pelos eletrodutos, pois desta forma garantirá que todos sejam alimentados, com exceção do cômodo VIII que terá um cabo de sinal de uma via interligando o microcontrolador e a chave. De uma forma semelhante, os cabos que irão para a base do transistor da interface de potência terão a mesma logística de propagação dos cabos que vão à chave. Então, pode-se definir o valor do cabeamento de VIII vias através da Equação (4) e para o cômodo VIII pode ser definido por meio da Equação (5) para os cabos que vão para a chave e para a fiação que vai para a interface é definido pelas Equações (6) e (7)

$$Va = (Md + (2{,}5 - 1{,}60) + (2{,}5 - 1{,}2))*P\ [R\$] \quad (4)$$

$$Vviii = (Qd + (2{,}5 - 1{,}60) + (2{,}5 - 1{,}2))*P\ [R\$] \quad (5)$$

$$Va = (Md + (2{,}5 - 1{,}60))*P\ [R\$] \quad (6)$$

$$Vviii = (Qd + (2{,}5 - 1{,}60))*P\ [R\$] \quad (7)$$

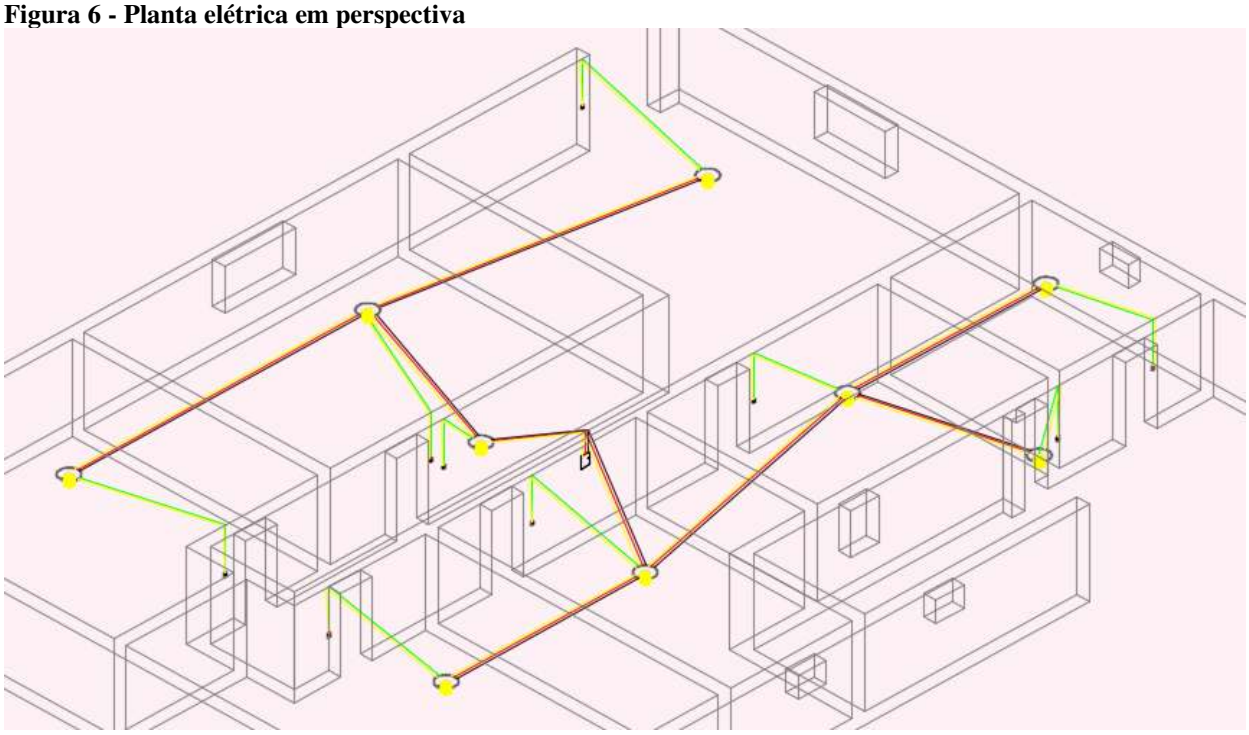
Sendo: *Va* (Preço de todos os cômodos exceto o VIII), *Vviii* (Valor em reais da fiação no cômodo VIII), *Md* (Máxima distância de um ponto de iluminação em relação ao quadro da planta) e *Qd* (distância do quadro em relação à chave).

E por fim, os cabos que alimentaram a chave com o negativo da fonte para utilizar o comando 'INPUT_PULLUP' do Arduino, estes irão partir da interface, aproveitando-as, e colocando elas na chave. O valor em reais é definido pela Equação (8).

$$Vco = (d + (2{,}5 - 1{,}2))*P\ [R\$] \quad (8)$$

A instalação dos cabeamentos da metodologia com automação pode ser mais bem demonstrada por meio da Figura 6. Em que os cabos vermelhos são os que alimentam a interface de potência, os amarelos são os que alimentam de informação o microcontrolador com as chave, os pretos são os sinais que vão à interface e os verdes são os cabos que pegam o negativo da interface e insere-o na chave.

Figura 6 - Planta elétrica em perspectiva



Fonte: elaborada pelos autores (2019)

Para efeito na redução dos custos nos materiais, também se faz necessário substituir os interruptores, já que não há mais a necessidade de uma ferramenta robusta, pois a corrente que passará por lá é minúscula.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise entre os sistemas é necessário encontrar os valores correspondente de fiação de cada sistema. O sistema com retorno convencional, tem a equação correspondente à instalação (ter ou não tomadas abaixo do interruptor) em que pode ser definido pela Equação (1) ou (2). Neste caso apenas o cômodo número II usa a Equação (2) e o restante a Equação (1). A fiação usada é a de 1,50mm² da *Leroy Merlin* com o valor de R$0,90/m tem o preço dos cômodos ou total que pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 - Preço da fiação de 1,5mm² por cômodos

Cômodo	Distância (m)	Preço (R$)
I	2,55	3,47
II	2,55	6,94
III	2,43	3,36
IV	4,24	4,99
V	4,34	5,08
VI	4,62	5,33
VII	3,82	4,61
VIII	1,06	2,12
IX	3,54	4,36
TOTAL		**40,24**

Fonte: elaborada pelos autores (2019)

Já para o sistema com a automação, os valores de fiação são definidos por diversas Equações, indo da II para VIII. Para melhor compreensão, as tabelas correspondente aos preços deste método será sistematizado de acordo com as respectivas funções como, por exemplo, os cabos CCI 0,50 de duas vias de R$0,30/m de alimentação (+Vcc e terra) que vão de uma fonte próxima do microcontrolador à interface, respeitando a Equação (3), tendo seu preço demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Preço e distância dos cabeamentos de alimentação que vão do microcontrolador à interface

Parte	Distância (m)	Preço (R$)
Parte Superior	28,36	8,78
Parte Inferior	23,88	7,43
TOTAL		**16,21**

Fonte: elaborada pelos autores (2019)

Nas Tabelas 3 e 4, têm o mesmo princípio de distribuição de fiação e os mesmos cabos para todos os cômodos, exceto o VIII. Para a maioria dos cômodos têm a fiação de 8 vias, 4 pares, de R$0,42/m e para o cômodo VIII há um cabo de sinal de R$0,20/m. As únicas diferenças entre as Tabelas 3 e 4 são a função que cada uma assumirá e sua equação. A Tabela 3 corresponde aos cabos de sinais que vão do microcontrolador para a chave tendo como base as Equações (4) e (5) e a Tabela 4 há dados sobre os cabos que vão do microcontrolador para a interface, respeitando as Equações (6) e (7) .

Tabela 3 - Preço, distância e quantidade para cabos de sinal que vão do microcontrolador à chave

Cômodo/parte	Distância (m)	Preço
Todos, exceto VIII	19,03	8,87
Cômodo VIII	3,05	2,16
TOTAL		**11,04**

Fonte: elaborada pelos autores (2019)

Tabela 4 - Preço e distância dos cabos que vão à interface

Parte/Cômodo	Distância (m)	Preço
Todos, exceto VIII	16,09	7,13
Cômodo VIII	2,04	1,23
TOTAL		**8,37**

Fonte: elaborada pelos autores (2019)

Faltando apenas os cabos que alimentam a chave com o negativo num terminal da chave. O cabo que será neste será o de sinal de R$0,20/m, portanto ao utilizar-se da Equação (8), obtêm-se a Tabela 5.

Tabela 5 - Preço e distância para cabos de sinal que vão da interface ao interruptor/chave

Cômodo	Distância (m)	Preço (R$
I	2,55	0,77
II	2,55	0,77
III	2,43	0,75
IV	4,24	1,11
V	4,34	1,13
VI	4,62	1,18
VII	3,82	1,02
VIII	1,06	0,47
IX	3,54	0,97
TOTAL		**8,17**

Fonte: elaborada pelos autores (2019)

Na Figura 5 há o circuito no qual irá substituir a função dos interruptores. O valor desta interface é de R$ 4,50 a unidade, sendo os componentes eletrônicos analisados na *Baú da Eletrônica.* E o fenolite, item necessário para prototipagem, na mesma loja está por R$ 0,72 uma placa 5cm x 5cm. Então, o custo necessário por placa é de R$5,22.

Se multiplicar este valor unitário pelo número de cômodos têm-se o valor total no gasto das interface que é de R$46,98. Na *Loja da Robótica*, um Arduino Nano V3.0 Atmega 328 está com um preço de R$21,00 a unidade que somado a um fenolite para a prototipagem dele na placa têm-se um valor de R$21,72. Logo, desta forma, ao somarmos os dois componentes (interface de potência e microcontrolador) têm-se um valor de R$68,70. E ao analisar a diferença de valor entre as metodologias de fiações analisadas nas Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5; no qual é de R$3,55 para o com o sistema automatizado, percebe-se que ao somar os valores dos componentes a este valor obtém-se um saldo negativo de R$72,25.

No entanto, ao substituir os interruptores por chaves tácteis pode-se obter ainda mais redução nos custos de fiação. Para substituí-los, terá de ser feito a troca dos interruptores simples de R$ 5,00 por uma chave táctil com o valor de R$0,12. Desta forma ao substituir os interruptores simples por chaves tácteis, pode-se reduzir o valor em R$43,92.

Como o Arduino Nano só há 11 entradas digitais, esse número deve ser aumentado de alguma forma. Por meio da Eletrônica Digital, pode-se através do contador binário definir 8 saídas através de 3 entradas (TOCCI, 2000). Ao somá-lo ao sistema, um Contador Binário 74HC166 tem um valor de R$0,81 no *Baú da Eletrônica.* Ou pode-se também inserir um

decodificador-demultiplexador que por meio de três entradas pode-se definir quaisquer combinações de 8 bits. O valor deste aparato é relativamente baixo, o 74HC138 um modelo de 3 entradas e 8 saídas tem um valor de R$0,56 no *Baú da Eletrônica.*

Como a fonte de alimentação de 12Vcc pode variar para cada tipo de sistema, dependendo da demanda da corrente elétrica. Então, de uma forma geral, ela não custa mais que R$12,00 e para esta análise não será contabilizado o valor dela.

Portanto, de uma maneira geral, o valor ficou com um saldo negativo de R$ 28,89 com o decodificador-demultiplexador 74HC138. Sendo esse um excelente valor para esta ferramenta. E em alguns casos, como, por exemplo; tirar chaves e interruptores e colocar um Módulo Bluetooth HC-05 RS232 de R$32,00 da *Tecnotronics* retiraria os valores da Tabela 5 e 3, reduzindo R$20,29, deixando o sistema apenas R$40,60 mais caro que o por retorno, só que com a possibilidade para se acionar as lâmpadas por smartphone.

4 CONCLUSÃO

Com esta análise de viabilidade pode-se concluir que em mérito de preço da fiação de ambas metodologias são relativamente iguais. Ao demonstrar as ferramentas e circuito de interface do sistema automático, ele acaba ficando mais caro, mas ao substituir e tirar o interruptor que não é mais necessário o sistema automatizado tem seu preço reduzido e fica poucos reais mais caro.

Portanto, pode-se dizer que realmente há como fazer um sistema de domótica microcontrolado na qual há uma enorme flexibilidade no seu uso e ferramentas, mantendo, ainda, um custo adicional ao seu comparativo na análise baixo. Desta forma, agregando com mais uma possibilidade de escolha nas instalações elétricas no mercado e aos que adquirirem esta ferramenta garantiram acessibilidade e diversas outras aplicabilidades que o sistema possa trazer.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. A.; MOTA, J. **Coleção Soluções, Casas Inteligentes, Inova.** Portugal: 2003.

ANEEL. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST -** Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica. 2010. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/. Acesso em: 20 abr. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5410:2004 -** Instalações elétricas de baixa tensão. 2004.

COTRIM, A. A. M. B. **Instalações Elétricas**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prence Hall, 2009.

DANIEL, E. A revisão da NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão. **Revista AdNormas.** Disponível em: https://revistaadnormas.com.br/2018/07/03/a-revisao-da-nbr-5410-instalacoes-eletricas-de-baixa-tensao/. Acesso em: 20 jul. 2019.

DESTERRO ELETRICIDADE. **Planta elétrica residencial.** 2019. Disponível em: https://www.desterroeletricidade.com.br/blog/eletrica/planta-eletrica-residencial/. Acesso em 25 abr. de 2019.

GOMES, A. B; SILVA, G. A. C.; GELACKI, R. a**utomação residencial utilizando uma plataforma de baixo custo.** 2016. 44p. Trabalho de Conclusão de Curso. UTFPR.

GRUSSLING, B. - **X10 Home Automation,** 2014.

HAMMOND, C. R. **The Elements, in Handbook of Chemistry and Physics** 81st edition. CRC press: 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pirâmide etária.** 2018. Disponível em: https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18318-piramide-etaria.html. Acesso em: 20 abr. 2019.

INSTEON. **Insteon: the technology.** Disponível em: https://www.insteon.com/technology#ourtechnology. Acesso em: 20 abr. 2019.

MUNDO DA ELÉTRICA. **Diagramas elétricos.** 2019. Disponível em: https://www.mundodaeletrica.com.br/diagramas-eletricos/. Acesso em: 20 jul. 2019.

NEVES JÚNIOR, Fernando José das. **Desenvolvimento de aplicativo computacional para cálculo de demanda segundo as normas de distribuição da CEB e dimensionamento de condutores e dispositivos de proteção segundo a ABNT NBR 5410:2004**. 2014. xvi, 127 f., il. Monografia (Bacharelado em Engenharia Elétrica)—Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SEBRAE. **Construção civil boletim de tendência.** Agosto/2015**.** Disponível em: www.sebraeinteligenciasetorial.com.br. Acesso em: 04 abr. 2019.

TEZA, Vanderlei R. **Alguns aspectos sobre a automação residencial - Domótica.** 2002. 108p. Dissertação de Mestrado. UFSC.

TOCCI, R. J; WIDMER, N. S. **Sistemas digitais: princípios e aplicações**. 7. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000.