

## **Estudo orçamentário do projeto elétrico pré-automatizado**

---

*Bruna Torquetti Fonseca  
Sheilla Raquel Araújo Gava  
Tairine Cristine Bertola Cruz  
Fernando Henrique Fagundes Gomes  
Emanuel Bomtempo Matos  
Suymara Toledo Miranda  
Israel Iasbik  
Deysiane Antunes Barroso Damasceno  
Romulo Stefani Filho*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.70.10

## RESUMO

A indústria 4.0 estruturada pela internet e caracterizada pela produção inteligente vem gradualmente revolucionando a vida em sociedade. A engenharia civil tem investido em inovações tecnológicas aplicadas às residências, capazes de torná-las eficientes, sustentáveis e acessíveis. O surgimento da domótica deu início às mudanças através da integração de mecanismos automatizados, a fim de permitir que o morador pudesse operar todos os sistemas de maneira fácil e flexível. Inicialmente, com custo elevado em função da falta de infraestrutura das edificações, a automação residencial tem se popularizado cada vez mais devido ao conceito da pré-automatização, que consiste no upgrade das instalações elétricas, para posterior acréscimo das tecnologias. Para a infraestrutura de redes pode-se utilizar o cabeamento estruturado que fornece alta durabilidade, baixo custo de manutenção, viabiliza a expansão de modo simples, possui baixo índice de falhas, além de proporcionar maior segurança de dados. Nesse sentido, a monografia, através de um estudo de caso, apresenta as diferenças no quesito quantidade de material utilizado e custo de execução entre um projeto elétrico convencional e um pré-automatizado. Estimou-se que o custo associado à infraestrutura pré-automatizada representa de dois a três por cento do custo total da construção.

**Palavras-chave:** pré-automatização. automação residencial. cabeamento estruturado. instalação elétrica.

## ABSTRACT

Industry 4.0, structured by the internet and characterized by intelligent production, has gradually revolutionized life in society. Civil engineering has invested in technological innovations applied to houses, capable of making them efficient, sustainable and accessible. The emergence of domotics started the changes, through the integration of automated mechanisms, in order to allow the resident to operate all systems in an easy and flexible way. Initially, at a high cost due to the lack of building infrastructure, home automation has become increasingly popular due to the concept of pre-automation, which consists of the electrical installations upgrade, for later addition of technologies. Structured cabling can be used for network infrastructure, providing high durability, low maintenance cost, enables expansion in a simple way, has a low failure rate, besides providing greater data security. Therefore, the monograph, through a case study, presents the differences regarding the amount of material used and the cost of execution between a conventional and a pre-automated electrical project. It was estimated that the cost associated with pre-automated infrastructure represents two to three percent of the total construction cost.

**Keywords:** pre-automation. home automation. structured cabling. electrical installation.

## INTRODUÇÃO

O mundo, no decorrer dos anos, vem passando por inovações em muitos setores, como a área automobilística e de aparelhos telefônicos, e atualmente vivencia uma nova era de automação e tecnologia, a indústria 4.0. A construção civil se manteve tradicional, obsoleta e resistente à mudança. Sendo necessária, uma atualização no segmento que proporcione maior otimização dos sistemas e conforto no cumprimento das tarefas diárias.

Tendo em vista a busca por estas mudanças, surge a Domótica, área que engloba a infraestrutura, o gerenciamento e comando de equipamentos interligados e automatizados de uma residência. No que tange a engenharia civil, o sonho de possuir uma edificação inteligente torna-se cada vez mais acessível e possível graças ao preparo da edificação para receber automação.

Muitas vezes, o desejo da automatização é abandonado devido ao alto investimento financeiro relacionado ao custo dos equipamentos e também a necessidade de reestruturação da edificação. Como solução, surge o conceito da pré-automatização, que consiste em uma preparação da residência para uma futura automação, inserindo as tecnologias de maneira personalizada, a necessidade do morador e de acordo com seu planejamento financeiro.

A automatização é composta por um conjunto de sistemas, cada qual com sua essencial funcionalidade contendo em cada, equipamentos com tecnologias aplicadas, gerando otimização do consumo de energia elétrica atrelada a sustentabilidade, que é um dos grandes benefícios de uma casa inteligente. Projetos com a inserção da automatização já são executados por construtoras no mundo.

A instalação elétrica estruturada na pré-automatização, que permite uma residência se configurar de forma inteligente, é feita através de redes tecnológicas responsáveis pela interligação e a comunicação entre casa, dispositivos e moradores. O cabeamento estruturado é uma das exemplificações de rede sendo a escolhida para a prática do estudo de caso do presente artigo.

Neste contexto, este trabalho objetiva-se a apresentar um projeto elétrico convencional e um projeto pré-automatizado a fim de comparar quantitativamente os materiais utilizados na instalação e o custo total para a execução.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### Domótica

A Domótica é o termo originado da junção da palavra latina Domus, que significa casa, com a palavra Robótica, que é o ato de automatizar. Uma ciência atual, ligada à engenharia e aplicada em residências, capaz de proporcionar a automatização das mesmas através de sistemas interligados, tais como iluminação, monitoramento e segurança, entretenimento, controle térmico, acesso entre outros (Figura 1), que executam trabalhos mediante instruções de um programa preestabelecido (ALVES e MOTA, 2003).

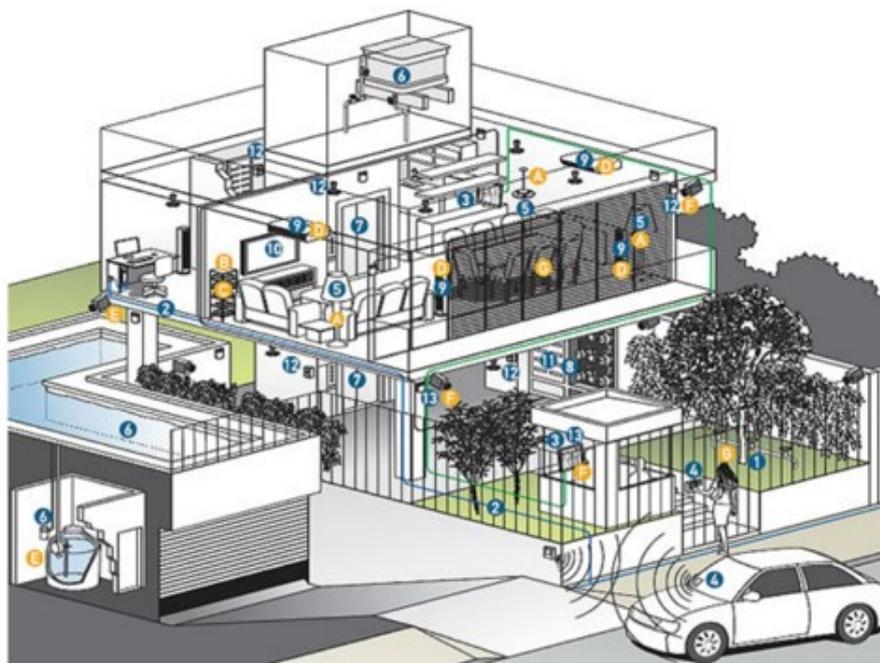
Sua principal funcionalidade é satisfazer as necessidades básicas do usuário, como reduzir o trabalho doméstico, aumentar a segurança, trazer conforto e economia energética, proporcionando assim uma maior qualidade de vida e melhor relação entre o ser humano e seu ambiente habitacional (ABREU, 2013).

É extenso o histórico das evoluções tecnológicas que hoje permitiu que as edificações inteligentes passassem de um sonho idealizado no desenho Jetsons a uma realidade. A criação dos microprocessadores, nos anos sessenta, possibilitou a ampliação da informática, abrindo caminhos para a futura automação (PÁDUA, 2006). Já nos anos 90, marcados pela globalização, a evolução na automação abrangeu o segmento residencial, com o avanço nos sistemas de

monitoramento e audiovisual e a implementação de cabeamento estruturado (COELHO e CRUZ, 2017 *apud* SINOPOLI, 2010). Atualmente, com o grande avanço na área tecnológica e com sistemas integrados, é possível ter uma casa toda programada para a chegada dos moradores do trabalho.

Uma residência pode ser o investimento com maior valor e durabilidade da vida de uma pessoa, a opção por uma casa dotada de tecnologia acrescenta um valor ao orçamento de 2% a 10% segundo Alves e Mota (2003), valor esse que trará ao proprietário maior conforto e segurança e uma grande valorização do imóvel.

**Figura 1 - Sistema integrado de uma residência automatizada**



- 1) Irrigação de jardim (horários programados e sensores de umidade)
- 2) Cabeamento estruturado (dados, voz e imagem)
- 3) Circuito fechado de TV
- 4) Controle de acesso (biometria, cartões de proximidade, tags para veículos)
- 5) Controle de iluminação
- 6) Controle de utilidades (caixas de água, bombas, filtros, piscinas, saunas)
- 7) Controle e monitoramento de elevadores
- 8) Controle e monitoramento de medições (gás, água e eletricidade)
- 9) Controle e monitoramento do sistema de climatização
- 10) Entretenimento (imagens, TV a cabo, som ambiente)
- 11) Rede de dados condominial
- 12) Sistema de detecção e alarme de incêndio
- 13) Sistema de segurança



Fonte: Desmonta & Cia (2010).

No Brasil, Associação Brasileira de Automação Residencial (AURESIDE) é a responsável por criar parâmetros e impulsionar este novo segmento. Fundada em 2000, e com sede atual em São Paulo, esta tem por objetivos principais a difusão dos conhecimentos sobre automação residencial em todo o território nacional, assim como o aumento na adoção de tecnologias, produtos e serviços que transformem as edificações tradicionais em inteligentes. A associação também se preocupa na capacitação e formação de profissionais (os integradores de sistemas) aptos a projetar uma habitação com sistemas atuando de forma integrada (AURESIDE, 2020).

Segundo dados da AURESIDE publicados no ano de 2019, no Brasil o crescimento da área de automatização residencial no período de quatro anos foi aproximadamente 300%, e o que se espera é que até o fim de 2023 o crescimento anual seja de 12.5% (CIOLA *apud* SEBRAE, 2015).

## **Eficiência energética e sustentabilidade**

É notório que as pessoas desejam cada vez mais encontrar soluções que os auxiliem a realizar atividades diárias e rotineiras trazendo comodidade a suas vidas. Porém, além de toda essa facilidade propícia, a automação é uma tecnologia capaz de ajudar na busca por uma diminuição dos gastos de energia e conseqüentemente contribui para a redução dos impactos ao meio ambiente.

Segundo Abreu (2013), o uso de ar condicionado, sistemas de aquecimento e iluminação residenciais, são responsáveis por consumir cerca de 40% de energia nos países desenvolvidos. Um estudo de Lamberts, Dutra e Pereira (2014) aponta que 23,3% da energia elétrica consumida no Brasil é de responsabilidade das residências. Devido a estas altas estatísticas, a Agência Internacional de Energia, no ano de 2008, definiu a necessidade de mudanças na área de construção civil para diminuição destes valores, e a adoção da domótica aplicada é o caminho para essa finalidade.

Um dos métodos para atingir a eficiência energética inicia-se com o projeto. O ideal é valorizar a luz, o aquecimento e a ventilação natural através de técnicas arquitetônicas. É possível também a inserção de sistemas de controle de iluminação, como a dimerização, que proporciona o ajuste da luz ambiente, tornando-a mais intensa à medida que a incidência da luz solar diminui (CRUZ, 2018), a aplicação de sensores de presença que possibilitam apagar as luzes, desnecessariamente acesas, dispositivos que permitem o acionamento de luzes remotamente, zelando pela segurança e a utilização de energia solar captada por painéis coletores sendo possível produzir energia elétrica.

É necessária também uma preocupação ambiental na execução da edificação, pois os materiais empregados geram resíduos que na maioria dos casos são descartados sem o processo de reciclagem, prejudicando o meio ambiente. Segundo Martins (2010) 67% dos resíduos sólidos da cidade provém de canteiros de obras e atualmente existem medidas de reaproveitamento dos mesmos na própria construção, tendo como exemplo a fabricação do tijolo ecológico, a utilização no piso de calçada ou no concreto magro para sub-base de fundação.

## **Tecnologias**

Os sistemas integrados que resultam em edifícios inteligentes são compostos por um

uma multiplicidade de produtos e equipamentos altamente tecnológicos.

Com a finalidade de garantir segurança a habitação, tem-se o sistema de controle de acesso, com o poder de permitir ou bloquear a passagem de pessoas, através de fechaduras inteligentes que possibilitam o acesso sem a utilização de chaves e operam através de biometria ou aplicativo e o sistema de monitoramento, por meio de câmeras, que podem estar ligadas aos aparelhos de TV internamente ou funcionar através da conexão Wi-Fi em celulares, estando em qualquer lugar do mundo.

O sistema de controle de iluminação, com as lâmpadas inteligentes, tem o objetivo de promover visibilidade, estética e eficiência energética, pois possuem níveis de intensidade de luz, sistema de programação de horários e podem ser acionadas por celular ou tablet. O sistema de climatização que zela pela qualidade do ar e temperatura dos ambientes, o termostado é o dispositivo que ajuda nessa finalidade, podendo ser capaz de controlar a temperatura da casa de acordo com o clima externo.

## Pré-automação

Existem em muitas pessoas o desejo de implementar a automação em suas residências, porém os gastos realizados em uma construção já são relativamente altos, o que conseqüentemente gera desistência. Com o intuito de flexibilizar o investimento com a automatização, uma possibilidade encontrada foi a pré-automação, que consiste em disponibilizar ao morador uma casa com a infraestrutura já preparada para uma posterior automação, permitindo realizá-la de forma gradual.

Antigamente, existiam dois dificultadores do processo de ampliação da domótica, o primeiro era a escassez de profissionais capacitados e com formação nesta área sendo de difícil acesso, para os clientes interessados, os projetos automatizados. O segundo era que a automatização tinha obrigatoriamente que ser executada durante a construção da residência, caso contrário a única solução dada pelo construtor era uma reforma futura, que geraria um transtorno ao ter que quebrar paredes e passar novos cabearamentos (LUIZARI, 2011).

A pré-automação se configura por ser a preparação da instalação elétrica de uma residência tornando-a eficiente e moderna, diferente e superior a convencional, mais econômica e menos complexa que a automatizada (Figura 2), no momento da construção, possibilitando que usuário escolha quais sistemas automatizar de acordo com suas prioridades e quando executar o processo. Há aproximadamente 10 anos este modelo emergiu no mercado e sua aderência tem aumentado por parte das construtoras.

Figura 2 - Hierarquia das instalações



Fonte: Finder (2020).

É existente a possibilidade de efetuar a pré-automação em residências com o processo de construção já finalizado, é necessário a adequação ao sistema elétrico da casa durante o processo de manutenção, técnica mais minuciosa, mas totalmente possível.

Esta infraestrutura se tornou um atrativo para o mercado imobiliário após se tornar acessível e popular, pois o diferencial dos empreendimentos aumenta a procura da população que zela por comodidade, segurança e busca inovações, consequentemente reduz a competitividade, tornando a construtora à frente das demais (LUIZARI, 2011).

## **Cabeamento estruturado – Padrão de comunicação entre sistemas**

A infraestrutura de uma automação residencial proporciona, através de dispositivos e centrais, uma integração entre a casa e os equipamentos presentes. São quatro as redes tecnológicas capazes de executar esta função, sendo elas: PLC, BUSLINE, WIRELESS e Cabeamento Estruturado (DOMINGUES, 2013).

Para a construção de uma nova edificação, a melhor opção é a utilização de cabeamento estruturado, pois na fase de projeto é possível o planejamento da parte estrutural, este proporciona a integração de modo flexível e padrão entre dispositivos eletroeletrônicos, de telecomunicações e computadores. Disponibiliza ao morador a possibilidade de conectar os equipamentos a qualquer tomada, certificando uma alta confiabilidade e rápida transmissão de dados.

O custo na aplicação de um sistema de automatização residencial é o quesito mais visado, e muitos não investem por falta de orçamentar. Porém o cabeamento estruturado, mesmo necessitando de cabos especializados e painéis de distribuição, reflete somente de 2% a 3% no custo total da obra, um investimento acessível (CAMARGO e PEREIRA, 2015).

Alguns motivos permitiram o cabeamento estruturado ser capaz de transmitir todos os tipos de sinais de comunicação da domótica, dentre eles: a padronização das instalações que desde 1990 garantiu aos profissionais maior conhecimento, resultando em alta qualidade, eficácia e equivalência do sistema; o superdimensionamento que em um primeiro momento é visto como exagero, na verdade é uma previsão futura para acomodação das novas tecnologias e cabeamentos, prevenindo reformas para eventuais mudanças; e o protocolo de internet, que proporcionou ao sistema um nível lógico, aumentando a quantidade de serviços que funcionam de maneira conjunta, diferentemente dos outros dois fatores citados, que promoveram o nível físico.

No Brasil, existem normas que regem as instalações elétricas. A de caráter convencional de residências, intitulada como ABNT NBR 5410:2008 - Instalações elétricas de baixa tensão, possui o objetivo o correto funcionamento da instalação, a segurança completa e preservação dos bens materiais (ABNT, 2008). E a referente ao cabeamento estruturado, ABNT NBR 14565:2019 – Cabeamento estruturado para edifícios comerciais, que tem como finalidade as instruções para instalação de uma multiplicidade de serviços (voz, imagem, dados) e automatização em prédios destinados ao comércio (ABNT, 2019).

É inexistente uma norma que engloba este cabeamento aplicado em residências, mas empresas como a Finder, especializada em desenvolver tecnologias ligadas à automação, divulgam um padrão a ser seguido nos projetos, como exposto na Figura 3 (FINDER, 2011).

**Figura 3 - Padrão de projeto de pré automação**

- Tubulações das cargas e dos acionamentos em tubos separados;  
Comando de cargas ou tomadas de uso específico através de relés de impulso;
- Tubulação em topologia "estrela", levando um cabo de dois pares trançados (2P x 0,5 mm<sup>2</sup>) para cada caixa de acionamento 4x2" (polegadas) ou dois cabos para caixas de acionamento 4x4";
- Previsão de um quadro de automação com dimensão adequada para atender a quantidade de zonas de iluminação e demais cargas a serem comandadas;
- O quadro de automação deve estar interligado por tubulação ou eletro calha, com o quadro de elétrica, com o objetivo de receber os circuitos que alimentarão as cargas;
- Os cabos de pré-automatização/automatização devem partir do quadro de automação sem emendas;
- Atendendo a NBR-5410, utilizam-se cabos de 0,5 mm<sup>2</sup> (cabos de controle);
- Deve-se prever uma "área técnica" em parede ou efetivamente um espaço, para receber os quadros de elétrica, automação e sistemas;

(Fonte: Associação Brasileira de Automação Residencial -

**Fonte: Finder (2011) apud AURESIDE.**

Uma residência que se torna inteligente pela instalação de cabeamento estruturado deve possuir em projeto um shaft de conectividade que fica localizado em uma área central da casa. Neste shaft se encontram o Quadro Elétrico, que recebe a entrada de energia, vinda do quadro geral, e as distribui para os circuitos; o Quadro de Comando, que é o responsável por todas as ações enviadas aos sistemas disponíveis e o Quadro de Conectividade, que permite que aconteça o gerenciamento de forma remota (Figura 4).

**Figura 4 - Quadros componentes do shaft de conectividade**



**Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).**

Deste shaft saem os condutores com o cabeamento em direção aos cômodos distribuídos em configuração de estrela, cujas vantagens estão na economia de cabos, maior flexibilidade na sincronização da comunicação, e de fácil adequação (CRUZ, 2018).

O dispositivo de grande relevância para o sistema de cabeamento estruturado é o relé de impulso (Figura 5), criado por Piero Giordanino no ano de 1950, cujo conceito é ser um dispositivo eletromecânico que, após ser alimentado pela energia elétrica é acionado através de um pulsador, instalado ao quadro de comando, permitindo a ligação do quadro de conectividade ao mesmo, para que assim este possa exercer a sua função (GUNDIM, 2007). Utilizado em substituição aos interruptores convencionais, os relés utilizam um cabeamento de bitolas menores para seu acionamento e botão pulsador que resultam em uma economia de custos (FREITAS, 2011).

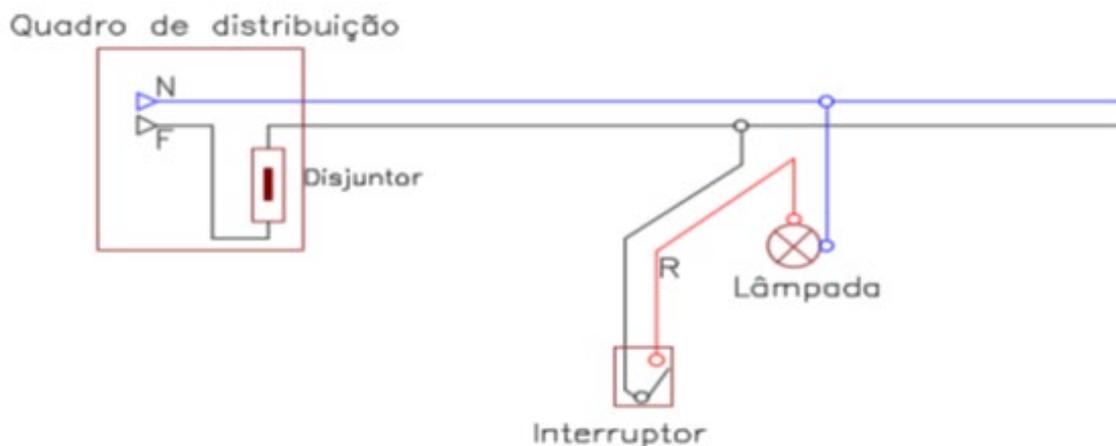
**Figura 5 - Relé de impulso**



Fonte: Finder (2020).

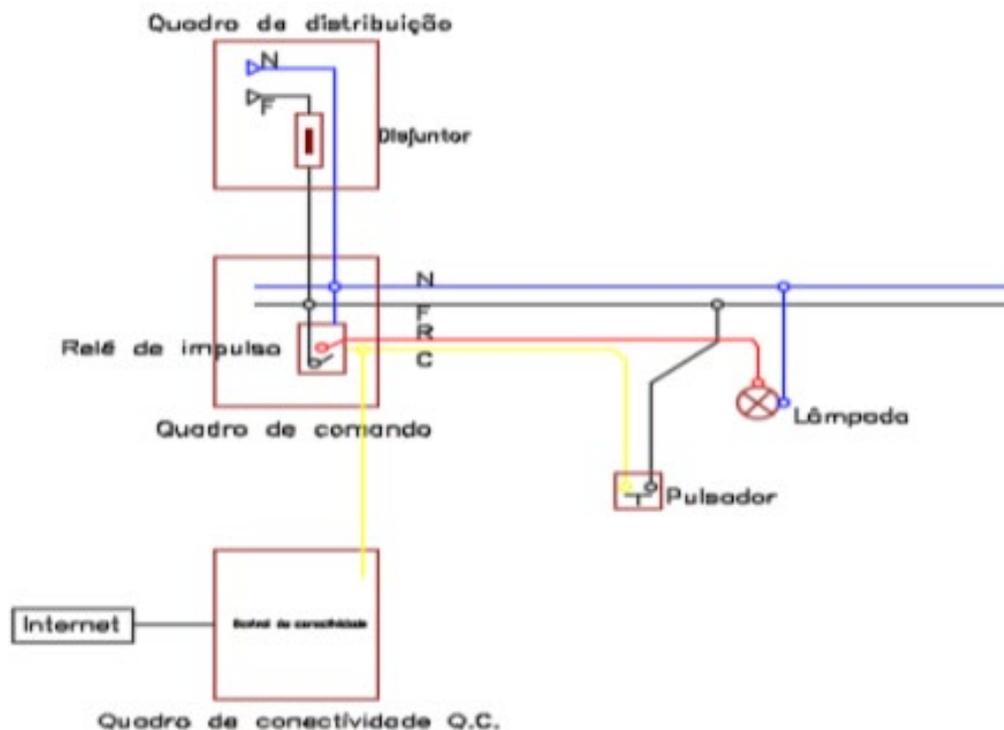
Como forma de exemplificação do diferencial entre instalação convencional e pré automatizada com relé de impulso, pode-se citar um sistema de acionamento de lâmpada. Na elétrica convencional a Fase é passada pelo disjuntor e ligada ao interruptor, e o Neutro é conectado diretamente a lâmpada, através do cabeamento de Retorno, quando acionado o interruptor, o sistema fecha o circuito produzindo a luz (Figura 6). Na pré-automatização a Fase passa pelo disjuntor e é ligada ao relé de impulso, quando o pulsador é acionado o circuito se fecha e a lâmpada é acesa, sem necessitar do comando de um interruptor (Figura 7).

**Figura 6 - Exemplo de instalação elétrica convencional**



Fonte: Cruz (2018).

Figura 7 - Exemplo de instalação elétrica pré-automatizada, com relé de impulso.



Fonte: Cruz (2018).

## METODOLOGIA DE PESQUISA

A análise de custos entre os sistemas convencional e pré-automatizado se deu através do levantamento quantitativo e orçamentação de ambos os projetos para uma mesma edificação. Essa última etapa envolveu a pesquisa de preços em duas lojas especializadas em elétrica residencial.

A edificação em estudo possui uma área de 70,35 m<sup>2</sup>, distribuídos em um pavimento, e é composta por cozinha, área de serviço, sala de estar, banheiro social, dormitório 1(suíte), banheiro da suíte, dormitório 2 e circulação.

Para este estudo, foi necessário a execução do projeto convencional das instalações elétricas tradicionais de baixa tensão. O processo de dimensionamento é regido pela norma ABNT NBR 5810:2005 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão) que possui o objetivo de aplicar condições que satisfaçam as instalações elétricas, garantindo seu correto funcionamento, prezando pela segurança coletiva e preservação dos bens.

O projeto consiste em uma residência com fornecimento bifásico feito através de três fios, dos quais dois são de fases e um é neutro, concedendo a possibilidade de tensões a 127V (volts) e a 220V.

Foi efetuado através de recomendações da norma citada o levantamento quantitativo de pontos de iluminação, estabelecendo o mínimo de um ponto de luz no teto a cada compartimento da residência, e para banheiros a restrição de estar localizado a 60 centímetros do limite do box e o cálculo da potência de acordo com área do cômodo.

O levantamento do número mínimo de tomadas, que se caracterizam por serem os pon-

tos de conexão que fornecem eletricidade aos equipamentos eletrônicos, é dependente do perímetro do cômodo. É indispensável citar a importância dos pontos estarem distribuídos com espaçamento uniforme e do dimensionamento superior ao mínimo, para se evitar o emprego de benjamins (conhecidos como “Tês”), dispositivos que multiplicam os espaços de conexão e comprometem a segurança da residência.

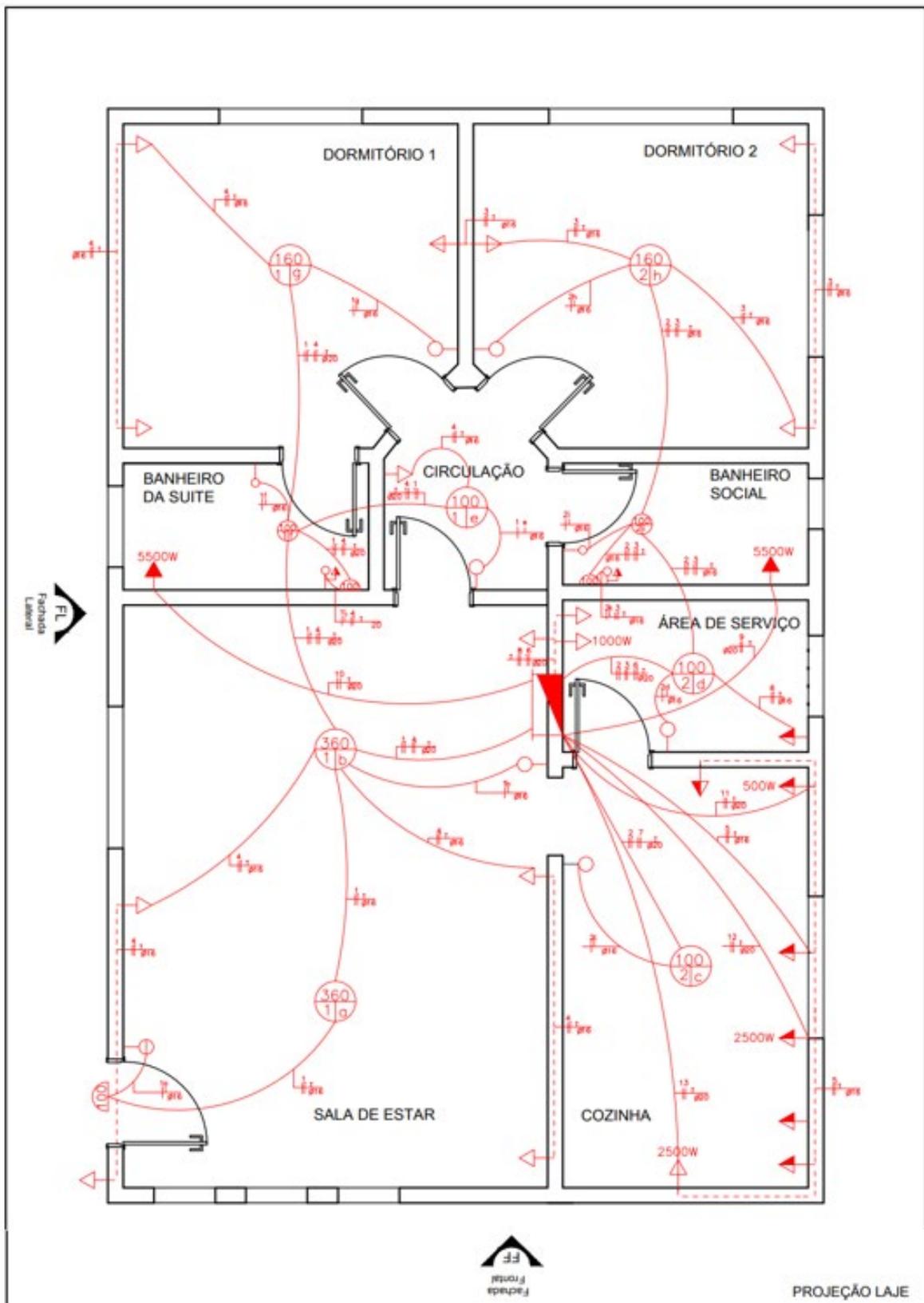
As tomadas são classificadas quanto a utilização em: ponto de tomada de uso geral (PTUG) e ponto de tomada de uso específico (PTUE). Os PTUG's são aqueles atribuídos a ligação de equipamentos portáteis ou móveis. Os PTUE's são indicados aos equipamentos fixos em uma posição no ambiente, a potência dos mesmos é correspondente a do aparelho a ser conectado.

O quadro de distribuição é o responsável por receber a energia elétrica fornecida pela concessionária e distribuí-la aos circuitos da casa, nele também contém os dispositivos de proteção, como o disjuntor termomagnético que protege contra sobrecarga e curto circuito e o diferencial residual que protege contra curtos circuitos e choques por contato direto e indireto. Cada circuito elétrico terminal corresponde ao conjunto de condutores e respectivos equipamentos ligados ao mesmo dispositivo de proteção.

Para comparação foi realizado o projeto dito pré-automatizado, que contempla o dimensionamento elétrico em tipologia estrela de uma residência ainda em fase de construção, tornando-a capaz de ser automatizada futuramente. O mesmo foi executado por uma empresa especializada na área, atuante na cidade de Barbacena, Minas Gerais.

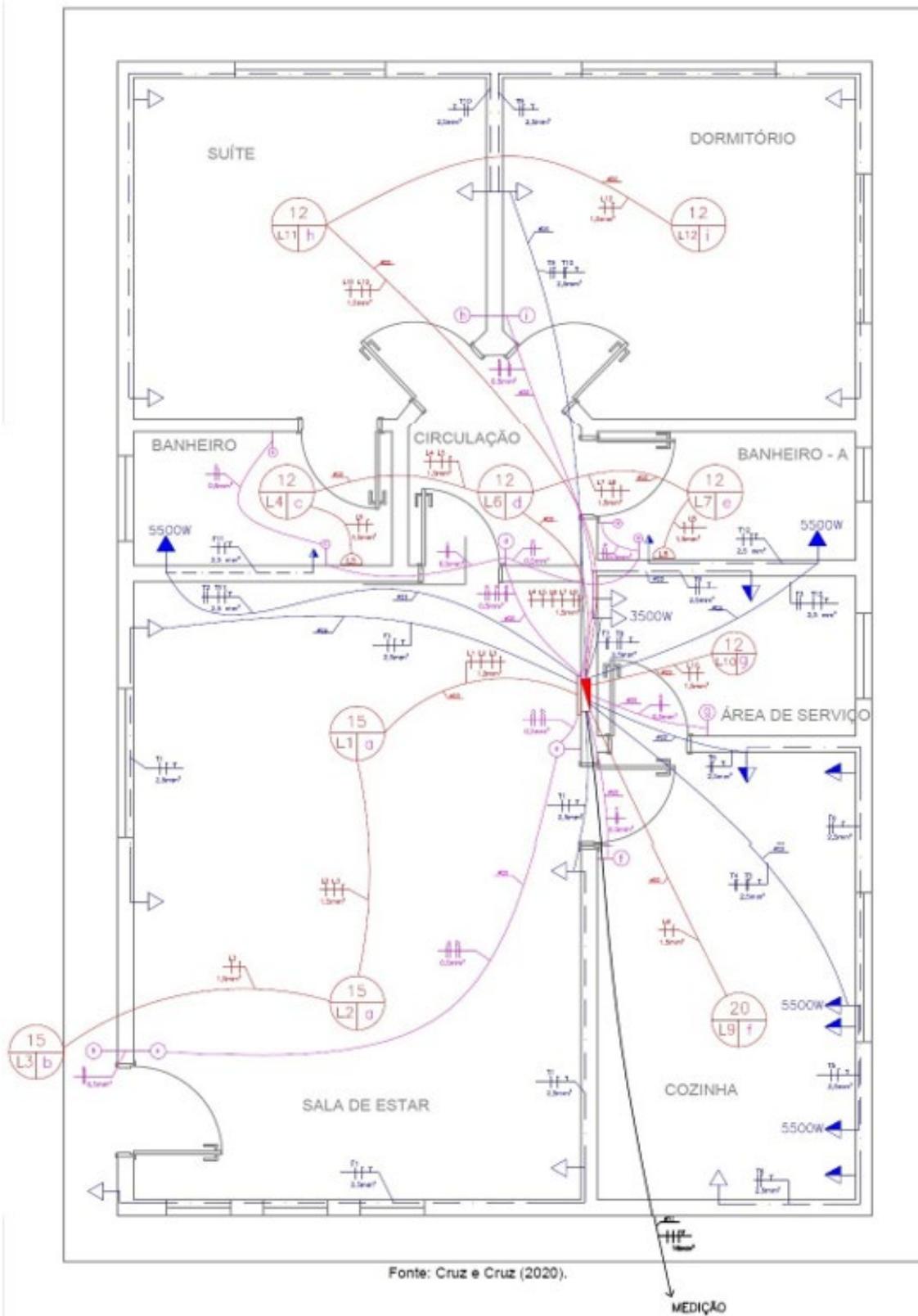
O dimensionamento do quantitativo dos pontos de luz e tomadas de uso geral e específico, assim como suas respectivas potências, são determinados de maneira semelhante ao projeto convencional. Sendo adicionados padrões de projetos específicos da pré-automatização, como a utilização de relé de impulso, separação das tubulações de carga e retorno, escolha de espaço amplo para a instalação dos quadros componentes do shaft de conectividade, aplicação de cabo de retorno flexível para pulsador com diâmetro de 0,5mm<sup>2</sup> e substituição de interruptores tradicionais por pulsadores minuteria.

Figura 8 - Projeto Elétrico Convencional



Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Figura 9 - Projeto Elétrico Pré-Automatizado



Fonte: Cruz e Cruz (2020).

Figura 10 - Legenda do Projeto Elétrico Convencional

LEGENDA	
	Tomada Baixa (a 30 cm de altura)
	Tomada Média (a 130 cm de altura)
	Tomada Alta (a 200 cm de altura)
	Ponto de luz no teto ex:360 - potência de iluminação; 3-nº de circuitos; a- comando;
	Interruptor simples
	Interruptor duplo
	Eletroduto embutido na laje
	Eletroduto embutido na parede
	QD- Quadro de Distribuição
	Condutor Neutro
	Condutor Fase
	Condutor Retorno
	Condutor de proteção terra
	Simbologia que indica diâmetro externo do eletroduto em milímetros.
	Ponto de luz na parede

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Figura 11 - Legenda do projeto elétrico pré-automatizado

LEGENDA	
	Circuito de cargas/tomadas (Tr <sup>2</sup> )
	Tomada Baixa (a 30 cm de altura)
	Tomada Média (a 130 cm de altura)
	Tomada Alta (a 200 cm de altura)
	Circuito de cargas/lâmpadas (Ln <sup>2</sup> )
	Ponto de luz no teto ex:12 - potência de iluminação; L3 - nº do circuito; a - letra do comando.
	Circuito de comando/lâmpadas (letra)
	Pulsador ex: a - letra do comando.
	Eletroduto embutido na parede
	QD- Quadro de Distribuição
	Condutor Neutro
	Condutor Fase
	Condutor de proteção terra
	Seção do condutor
	Seção do conduto

#### NOTAS:

- (1) Conduíte de iluminação com 03 ou mais circuitos, o neutro deverá ser 2,5 mm<sup>2</sup>.
- (2) Circuito de cargas/iluminação, conduítes na laje.
- (3) Circuitos de comando/iluminação, conduítes preferencialmente no piso.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fim de estabelecer um percentual proporcional dos gastos relativos ao custo das instalações elétricas, estimou-se o custo total da edificação a partir do Custo Unitário Básico de Construção (CUB/m<sup>2</sup>), relativo ao mês de setembro do ano de 2020, sem desoneração da mão de obra e pertencente ao Sinduscon – Juiz de Fora, por ser a cidade mais próxima a Barbacena. A residência em estudo é considerada padrão normal (R1-N) com estimativa de custo por metro quadrado de R\$ 1673,86 que multiplicado pela área em planta, resulta em um valor total para a

obra de R\$117756,05. Considerando o acréscimo do BDI (Benefícios e Despesas Indiretas), que é o índice orçamentário destinado as despesas indiretas (administração central, tributos sobre faturamento, seguros, garantias, entre outros) e ao lucro, foi previsto um valor total de construção de R\$150.000,00.

As diferenciações visualizadas nos projetos foram em relação a composição dos retornos de iluminação. No pré-automatizado os mesmos saem diretamente do quadro de distribuição e são compostos por duas fases, diferentemente do convencional que partem da luz e possuem uma fase e um retorno. Consequentemente, há maior quantidade de sistemas, o que gera aumento na utilização de eletrodutos.

De posse dos projetos finalizados foi realizado o levantamento dos materiais necessários à instalação e suas quantidades (TABELA 1 e 2). Neste processo, foi constatado que a maior parte deles são utilizados em ambos os casos, o que difere é a substituição dos interruptores convencionais por interruptores pulsadores minuteria, além de conter a presença de relé de impulso que permite a conexão entre quadro de conectividade e quadro de comando e a utilização de cabo flexível para pulsador.

Seguidamente foi efetuada uma visita a dois estabelecimentos comerciais especialistas em elétrica, situados na cidade de Barbacena com a finalidade de orçar os insumos contabilizados. Obtendo os valores de R\$3229,92 para a instalação convencional e R\$4099,18 para a instalação pré-automatizada, uma diferença de R\$ 869,26.

**Tabela 1- Quantitativo de Materiais – Instalação Elétrica Convencional**

Quantitativo de Materiais - Instalação Elétrica Convencional					
Insumos	Unidade	Quantidade	Quantidade Comercial	Preço unitário	Preço Total
Tomada com espelho - 2P + T 10A - 2x4"	Peça	13		R\$ 6,67	R\$ 86,71
Tomada com espelho - 2P + T 20A - 2x4"	Peça	9		R\$ 6,76	R\$ 60,84
Caixa embutir 2x4"	Peça	35		R\$ 1,08	R\$ 37,80
Padrão de Entrada de Energia Bifásico Áereo	Peça	1		R\$ 1.150,00	R\$ 1.150,00
Interruptor com espelho - Simples	Peça	8		R\$ 7,03	R\$ 56,24
Interruptor com espelho - Duplo	Peça	1		R\$ 10,68	R\$ 10,68
Interruptor + espelho simples com tomada 20A	Peça	2		R\$ 11,46	R\$ 22,92
Espelho Placa Cega com furo 2x4"	Peça	2		R\$ 0,95	R\$ 1,90
Quadro de Distribuição PVC	Peça	1		R\$ 64,51	R\$ 64,51
Barramento Terra Neutro 10 Furos TIGRE	Peça	2		R\$ 24,45	R\$ 48,90
Cabo Flexível Fase 450/750 V 2,5 mm <sup>2</sup>	Metro	100		R\$ 1,91	R\$ 191,00
Cabo Flexível Neutro 450/750 V 2,5 mm <sup>2</sup>	Metro	100		R\$ 1,91	R\$ 191,00
Cabo Flexível Neutro 450/750 V 1,5 mm <sup>2</sup>	Metro	100		R\$ 1,33	R\$ 133,00
Cabo Flexível Terra 450/750 V 2,5 mm <sup>2</sup>	Metro	100		R\$ 1,91	R\$ 191,00
Cabo Flexível Retorno 450/750 V 1,5 mm <sup>2</sup>	Metro	200		R\$ 1,33	R\$ 266,00
Eletroduto PVC Flexível Corrugado 16 mm	Metro	200	Rolo com 50 metros	R\$ 69,50	R\$ 278,00
Eletroduto PVC Flexível Corrugado 20 mm	Metro	100	Rolo com 50 metros	R\$ 55,56	R\$ 111,12
Disjuntor Diferencial Residual Bipolar Tipo AC - 10A	Peça	1		R\$ 31,68	R\$ 31,68
Disjuntor Diferencial Residual Bipolar Tipo AC - 32A	Peça	2		R\$ 31,68	R\$ 63,36
Disjuntor Diferencial Residual Bipolar Tipo AC - 25A	Peça	1		R\$ 26,86	R\$ 26,86
Disjuntor Termomagnético Monopolar 10A	Peça	2		R\$ 7,48	R\$ 14,96
Disjuntor Termomagnético Monopolar 15A	Peça	4		R\$ 7,48	R\$ 29,92
Caixa de Fundo Móvel Simples	Peça	9		R\$ 2,69	R\$ 24,21
Lâmpada de LED 12W	Peça	6		R\$ 9,91	R\$ 59,46
Lâmpada de LED 15W	Peça	3		R\$ 12,17	R\$ 36,51
Lâmpada de LED 9W	Peça	2		R\$ 8,50	R\$ 17,00
Lâmpada de LED 20W	Peça	1		R\$ 24,34	R\$ 24,34
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 3.229,92</b>

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

**Tabela 2 - Quantitativo de Materiais – Instalação Pré-Automatizada**

Quantitativo de Materiais - Instalação Elétrica Convencional					
Insumos	Unidade	Quantidade	Quantidade Comercial	Preço unitário	Preço Total
Tomada com espelho - 2P + T 10A - 2x4"	Peça	13		R\$ 6,87	R\$ 88,71
Tomada com espelho - 2P + T 20A - 2x4"	Peça	9		R\$ 6,76	R\$ 60,84
Caixa embutir 2x4"	Peça	35		R\$ 1,08	R\$ 37,80
Padrão de Entrada de Energia Bi-fásico Aéreo	Peça	1		R\$ 1.150,00	R\$ 1.150,00
Cabo flexível (pulsador) 450/750v0,5mm	Metro	300		R\$ 0,80	R\$ 240,00
Relé Finder Impuls 2na 230vca - Cód: 784265	Peça	12		R\$ 50,00	R\$ 600,00
Interruptor Pulsador minuteria com placa	Peça	10		R\$ 9,40	R\$ 94,00
Interruptor Pulsador minuteria com placa + tomada 20A	Peça	2		R\$ 13,50	R\$ 27,00
Quadro de Distribuição PVC	Peça	1		R\$ 64,51	R\$ 64,51
Barramento Terra Neutro 10 Furos TIGRE	Peça	2		R\$ 24,45	R\$ 48,90
Cabo Flexível Fase 450/750 V 2,5 mm²	Metro	100		R\$ 1,91	R\$ 191,00
Cabo Flexível Neutro 450/750 V 2,5 mm²	Metro	100		R\$ 1,91	R\$ 191,00
Cabo Flexível Neutro 450/750 V 1,5 mm²	Metro	100		R\$ 1,33	R\$ 133,00
Cabo Flexível Terra 450/750 V 2,5 mm²	Metro	100		R\$ 1,91	R\$ 191,00
Cabo Flexível Retorno 450/750 V 1,5 mm²	Metro	200		R\$ 1,33	R\$ 266,00
Eletroduto PVC Flexível Corrugado 16 mm	Metro	200	Rolo com 50 metros	R\$ 69,50	R\$ 278,00
Eletroduto PVC Flexível Corrugado 20 mm	Metro	100	Rolo com 50 metros	R\$ 55,58	R\$ 111,12
Disjuntor Diferencial Residual Bipolar Tipo AC - 10A	Peça	1		R\$ 31,68	R\$ 31,68
Disjuntor Diferencial Residual Bipolar Tipo AC - 32A	Peça	2		R\$ 31,68	R\$ 63,36
Disjuntor Diferencial Residual Bipolar Tipo AC - 25A	Peça	1		R\$ 26,86	R\$ 26,86
Disjuntor Termomagnético Monopolar 10A	Peça	2		R\$ 7,48	R\$ 14,96
Disjuntor Termomagnético Monopolar 15A	Peça	4		R\$ 7,48	R\$ 29,92
Caixa de Fundo Móvel Simples	Peça	9		R\$ 2,89	R\$ 24,21
Lâmpada de LED 12W	Peça	6		R\$ 9,91	R\$ 59,46
Lâmpada de LED 15W	Peça	3		R\$ 12,17	R\$ 36,51
Lâmpada de LED 9W	Peça	2		R\$ 8,50	R\$ 17,00
Lâmpada de LED 20W	Peça	1		R\$ 24,34	R\$ 24,34
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 4.099,18</b>

Obs: Cabo flexível (pulsador) 450/750 v0,5mm (cotado somente pela internet)  
Relé Finder Impuls 2na 230vca - Cód: 784265 (cotado somente pela internet)

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo relatou à aplicação de tecnologias ao ambiente residencial, ato proporcionado pela Domótica, dando origem as casas inteligentes, com o principal objetivo de gerar conforto, segurança e economia aos usuários. Uma evolução no segmento da engenharia civil, quebrando padrões tradicionais com a introdução de uma nova cultura, a da automatização.

O estudo baseia-se na finalidade de apresentar adaptações e melhorias nas instalações elétricas convencionais, e mostrar a possibilidade de substituir estas por instalações pré-automatizadas, que consistem na preparação da residência para uma futura automação, dando opção ao usuário de realizá-la quando e da maneira que achar viável.

A infraestrutura utilizada para aplicação da pré-automatização, é o cabeamento estruturado, planejada durante a fase de projeto, tendo como benefício à alta capacidade de transportar maior quantidade de sinais de comunicação. Esta garante a conexão de diversos equipamentos e sistemas ao mesmo tempo, sem acarretar na diminuição da qualidade do desempenho dos mesmos.

De posse dos conhecimentos sobre domótica adquiridos através de pesquisas, foi realizado um estudo de caso na busca da comparação entre projetos, quantitativo de materiais e custo final da instalação elétrica convencional e pré-automatizada com cabeamento estruturado, de uma mesma residência.

Como apresentado nas pesquisas, o valor da instalação pré-automatizada equivale de 2% a 3% do custo total da obra, que corresponde neste caso de R\$3000,00 a R\$4500,00 respectivamente. Comprovando assim a veracidade desta proporção, e a concordância entre teoria e prática.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Tiago Manuel Brás de. Edifícios Inteligentes – Soluções para gestão de climatização em instalação de domótica KNX. Estudo de Caso. 2013. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2013.
- ALVEZ, José Augusto; MOTA, José. Casas Inteligentes. 1.ed. Lisboa, Portugal: Centro Atlântico, 2003. 144 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL - AURESIDE. São Paulo, 2020. Disponível em: <<http://www.aureside.org.br/quem-somos>>. Acesso em: 26 ago. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 14565. Cabeamento Estruturado para Edifícios Comerciais, Rio de Janeiro, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 5410. Instalações Elétricas de Baixa Tensão, Rio de Janeiro, 2008.
- CAMARGO, Edilson Alexandre; PEREIRA, Mariangela de Faria. Casas inteligentes. 2015. 09 f. Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2015.
- CIOLA, Felipe. Automação Residencial demandas em diversos segmentos da construção civil. SEBRAE, 1 set. 2015. Disponível em: <<https://sebraeinteligenciasetorial.com.br/produtos/noticias-de-impacto/automacao-residencial-demandas-em-diversos-segmentos-da-construcao-civil/55e5d9aac3779d21009a1f5b>>. Acesso em: 26 ago. 2020.
- COELHO, Darlene Figueiredo Borges; CRUZ, Vítor Hugo do Nascimento. Edifícios Inteligentes: uma visão das tecnologias aplicadas. São Paulo: Blucher, 2017. 136 p.
- CRUZ. Tairine Cristine Bertola. Edificações preparadas para automação, sustentabilidade e acessibilidade. 2018. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.
- DOMINGUES, Ricardo Gil. A Domótica como Tendência na Habitação: Aplicação em Habitações de Interesse Social com Suporte aos Idosos e Incapacitados. 2013. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- FINDER. Pré-Automação Residencial. Documento oficial publicado pela empresa. 3 ed. São Paulo, 2011.
- FREITAS, Luciana. A um passo da automação. Instalações Elétricas, Seção Em Pauta. São Paulo, 2011.
- GUNDIM. Robmilson Simões. Desenvolvimento e aplicação de metodologia para auxílio da engenharia em automação residencial MAEAR. 2007. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. Eficiência Energética na Arquitetura. 3.ed. Rio de Janeiro: Eletrobrás - Procel, 2014. 382 p.
- LUIZARI, Larissa. Pré-Automação: um diferencial de mercado. Revista Lumiere. Disponível em: <<http://>>

[www.instalacoeseltricas.com/download/lumiere\\_161\\_pre\\_automacao.pdf](http://www.instalacoeseltricas.com/download/lumiere_161_pre_automacao.pdf)>. Acesso em: 9 set. 2020.

PÁDUA, Ivo Henrique de. Caracterização de edifícios inteligentes: um caso exemplo. 2006. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica- Programa de pós-graduação) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.