



**CENTRO UNIVERSITÁRIO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
UNIPAC BARBACENA
ENGENHARIA CIVIL**

**BRUNA TORQUETTI DA FONSECA
SHEILLA RAQUEL DE ARÁUJO GAVA**

**ANÁLISE DE CUSTO ENTRE UMA EDIFICAÇÃO COM INSTALAÇÃO ELÉTRICA
CONVENCIONAL E PRÉ-AUTOMATIZADA**

**BARBACENA/MG
2020**

**BRUNA TORQUETTI DA FONSECA
SHEILLA RAQUEL DE ARAÚJO GAVA**

**ANÁLISE DE CUSTOS ENTRE UMA EDIFICAÇÃO COM INSTALAÇÃO
ELÉTRICA CONVENCIONAL E PRÉ-AUTOMATIZADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Fundação Presidente Antônio Carlos – FUPAC como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: MSc. Tairine Cristine Bertola Cruz.

**BARBACENA/MG
2020**

Este trabalho é dedicado a Deus, nossa fonte de força, e aos nossos pais, pilares de sustentação e nossos maiores exemplos.

AGRADECIMENTO

Agradecemos primeiramente a Deus e a Nossa Senhora, por todas as bênçãos concedidas, por nos capacitar durante toda a caminhada rumo à formação, por serem nossa fortaleza e proteção.

Agradecemos aos nossos pais, por serem amor incondicional em nossas vidas, e os responsáveis por nossa formação enquanto profissionais e pessoas. Nada seríamos sem vocês!

Aos nossos irmãos e amigos pelo carinho e pelas palavras que nos incentivaram a seguir até a conclusão desta etapa tão importante.

Aos nossos namorados pela parceria e por serem a calma e o amparo dos dias difíceis.

E a nossa querida orientadora e amiga Tairine Cruz, pela dedicação incansável ao nosso trabalho, por ser nossa motivação e inspiração.

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 à residências, capazes de torná-las eficientes, sustentáveis e acessíveis. O surgimento da domótica deu início as 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. Neste 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.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 DESENVOLVIMENTO	11
2.1 Domótica (Automação Residencial).....	11
2.1.1 <i>Conceitos e histórico</i>	11
2.1.2 <i>Associação Brasileira de Automação Residencial – AURESIDE</i>	13
2.1.3 <i>Eficiência Energética e Sustentabilidade.....</i>	14
2.2 Os Edifícios Inteligentes	17
2.2.1 <i>Tecnologias</i>	17
2.2.2 <i>Casos de Edifícios Inteligentes</i>	21
2.3 Níveis de Automação Residencial	25
2.4 Pré-automação	29
2.4.1 <i>Cabeamento Estruturado – Padrão de Comunicação entre Sistemas</i>	30
2.5 Estudo de Caso	36
2.5.1 <i>Apresentação do estudo de caso</i>	36
2.5.2 <i>Projeto convencional</i>	37
2.5.3 <i>Projeto pré-automatizado</i>	41
2.5.4 <i>Análise de custos</i>	46
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema integrado de uma residência automatizada.....	12
Figura 2 - Processo de dimerização.....	15
Figura 3 - Sensor de presença.....	15
Figura 4 - Selos de construção sustentável utilizados no Brasil.....	17
Figura 5 - Sistema de controle de acesso: fechadura inteligente.....	18
Figura 6 - Sistema de monitoramento.....	18
Figura 7 - Sistema de iluminação: lâmpadas inteligentes.....	19
Figura 8 - Sistema de climatização: termostato.....	20
Figura 9 - Sistema de aspiração de pó central.....	20
Figura 10 - Sistema de entretenimento: auto falante inteligente.....	21
Figura 11 - Residencial Maria Esther.....	22
Figura 12 - Edifício Hamilton de Araújo Top Residence.....	23
Figura 13 - Edifício Vitale Residence.....	24
Figura 14 - Pirâmide hierárquica dos níveis de automação.....	25
Figura 15 - Pirâmide hierárquica dos níveis de automação, programação e integração.....	26
Figura 16 - Exemplo de sistema autônomo independente - sem integração.....	26
Figura 17 - Exemplo de sistema autônomo independente - com automação.....	27
Figura 18 - Exemplo de sistema parcialmente integrado - sem automação.....	27
Figura 19 - Exemplo de sistema parcialmente integrado - com automação.....	27
Figura 20 - Sistema integrado - com automação independente.....	28

Figura 21 - Exemplo de sistema integrado - com automação integrada	28
Figura 22 - Hierarquia das instalações.....	29
Figura 23 - Três pilares do cabeamento estruturado.....	31
Figura 24 - Padrão de projeto de pré-automatização.....	33
Figura 25 - Quadros componentes do shaft de conectividade	33
Figura 26 - Rede de cabeamento estruturado em estrela	34
Figura 27- Relé de impulso	34
Figura 28 - Sistema convencional em paralelo e sistema com relé de impulso, respectivamente	35
Figura 29 - Exemplo de instalação elétrica convencional.....	35
Figura 30 - Exemplo de instalação elétrica pré-automatizada, com relé de impulso.	36
Figura 31 - Projeto elétrico convencional.....	39
Figura 31- Continuação.....	40
Figura 32 - Projeto elétrico pré-automatizado.....	42
Figura 32 - Continuação.....	43
Figura 33 - Projeto elétrico pré-automatizado (iluminação).....	44
Figura 34 - Projeto elétrico pré-automatizado (tomadas).....	45

1 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 Brasil, a Associação Brasileira de Automação Residencial (AURESIDE) é a associação responsável por criar parâmetros e impulsionar este novo seguimento. 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-automação, 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. Os sistemas de controle de acesso, monitoramento, iluminação, climatização, aspiração de pó central e entretenimento, juntos podem operar com o usuário estando presencial ou remotamente, contendo em cada um, equipamentos com tecnologias aplicadas. Projetos com a inserção da automatização já são executados por construtoras no mundo.

A otimização do consumo de energia elétrica atrelada à sustentabilidade é um dos grandes benefícios de uma casa inteligente. Pode ser estabelecida a partir do estudo prévio da disposição da residência de acordo com a luminosidade e o clima natural, bem como a aplicação da dimerização e utilização de energia solar.

A instalação elétrica estruturada na pré-automação, 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 da presente monografia.

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.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Domótica (Automação Residencial)

2.1.1 Conceitos e histórico

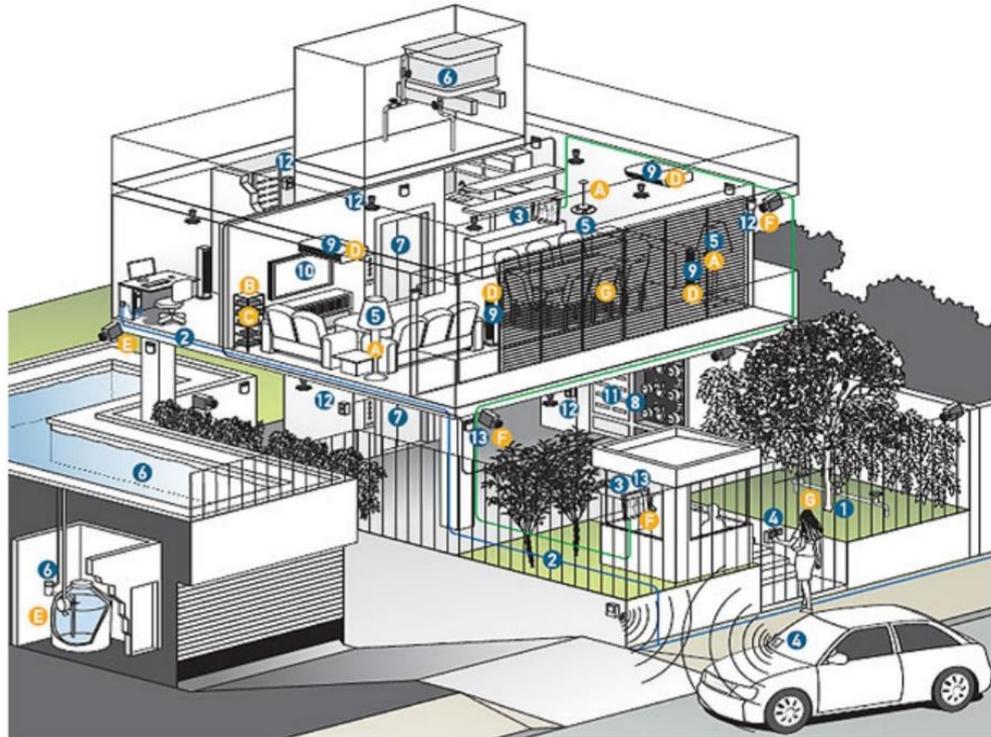
A Domótica é o termo originado da junção da palavra latina *Domus*, que significa casa, com a palavra *Robótica*, que é o ato de automatizar. Uma ciência atual, ligada à engenharia e aplicada em residências, capaz de proporcionar a automatização das mesmas através de sistemas interligados, tais como iluminação, monitoramento e segurança, entretenimento, controle térmico, acesso entre outros (FIG. 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).

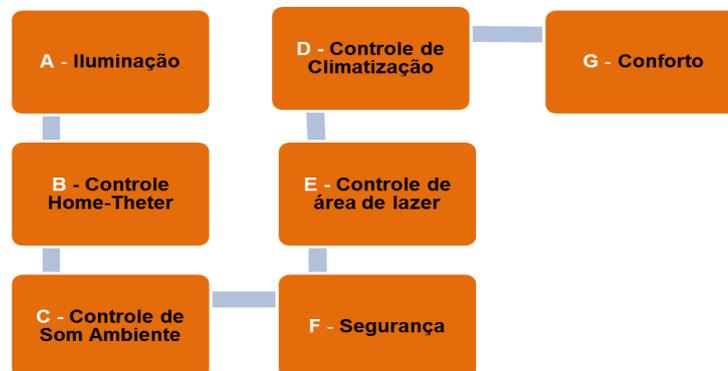
O termo “Residência Inteligente”, que configura a evolução de uma casa com instalações tradicionais, está intimamente ligado ao conceito de domótica, sendo uma maneira popular de se referir à automação residencial. Essa aplicação que, antes era destinada as pessoas com poder alto poder aquisitivo e vista como um “luxo”, atualmente, é considerada uma infraestrutura necessária e economicamente mais acessível (ALVES e MOTA, 2003).

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). Desde os anos setenta, já começaram a se pensar em formas de modificar alguns sistemas como os de ar-condicionado, aquecimento e ventilação. O desenvolvimento de chips permitiu que estes equipamentos ganhassem uma capacidade mais eficiente, tornando-os mais adaptáveis a diversos locais e com respostas mais rápidas (ALVES e MOTA, 2003).

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)¹.

¹ Disponível em: <https://desmontacia.wordpress.com/2010/11/28/casa-do-futuro/>.

A década de oitenta foi marcada por um a invenção revolucionária, o PC (*Personal Computer* - Computador Pessoal), a primeira máquina destinada a utilizadores individuais, desencadeando uma série de inovações tecnológicas que resultaram na integração dos sistemas automatizados, ou seja, na comunicação entre sistemas que atuam de forma conjunta (NEVES, 2002 *apud* CRUZ, 2018). Nos anos 90, marcados pela globalização, houve uma grande evolução na automação residencial, com o avanço nos sistemas de monitoramento e audiovisual e a implementação de cabeamento estruturado (SINOPOLI, 2010 *apud* COELHO e CRUZ, 2017).

Segundo Nakamura (2010), o século XXI foi de grande crescimento na utilização de softwares aplicado aos sistemas residenciais. 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, por exemplo. No horário marcado, ocorre o acionamento dos sistemas de refrigeração ou aquecimento, o fechamento de cortinas, o acendimento de luzes e um som tranquilo é reproduzido, tornando o ambiente o mais confortável possível.

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.

2.1.2 Associação Brasileira de Automação Residencial – AURESIDE

Fundada em 2000, e com sede atual em São Paulo, a Associação Brasileira de Automação Residencial (AURESIDE) 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).

Atualmente, a AURESIDE é composta por um conjunto de empresas e profissionais da área de construção civil adeptos a esse novo conceito de obra e busca através de eventos apresentar a constante atualização deste mercado (AURESIDE, 2020).

Segundo dados da Associação 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% (SEBRAE, 2015 *apud* CIOLA).

2.1.3 Eficiência Energética e Sustentabilidade

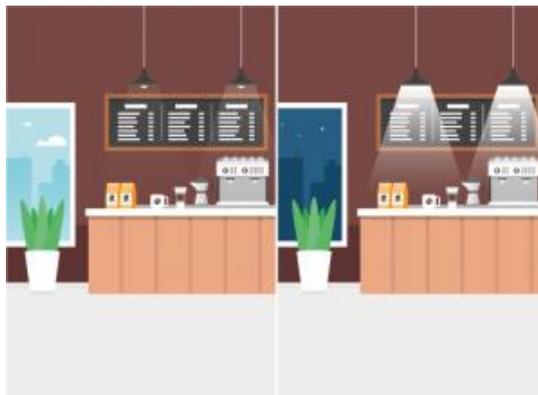
Muitos são os benefícios gerados pela automação residencial e as maiores causas de se pensar em ter uma casa automatizada é o conforto proporcionado. É notório que as pessoas desejam cada vez mais encontrar soluções que os auxiliem a realizar atividades diárias e rotineiras trazendo comodidade a suas 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 consequentemente 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, de posicionamento da casa e de escolha de materiais adequados ao conforto dos ambientes. É importante um estudo prévio sobre o clima da localidade para estabelecer esses parâmetros (FERRER e GARRIDO, 2013 *apud* COELHO e CRUZ, 2017).

Os sistemas de controle de iluminação também contribuem para a economia de energia, atuando como: o ajuste da luz ambiente, tornando-a mais intensa à medida que a incidência da luz solar diminui, processo conhecido como dimerização, conforme FIG. 2 (CRUZ, 2018). A aplicação de sensores de presença que possibilitam apagar as luzes, desnecessariamente acesas, em caso de esquecimento do morador (FIG. 3). A utilização de dispositivos que permitem o acionamento de luzes remotamente, para que durante uma viagem dos usuários a residência pareça ocupada, zelando pela segurança. A possibilidade de criar um ambiente diferenciado para eventos especiais com o acionamento de pontos de luz que climatizam o local (IBDA, 2020).

Figura 2 – Processo de dimerização



Fonte: Luminecenter (2018)².

Figura 3 – Sensor de presença



Fonte: Eletricista Brasil (2014)³.

² Disponível em: <https://www.lumicenteriluminacao.com.br/sensores-de-luminosidade/>.

³ Disponível em: <https://www.eletricistabrasil.com.br/nossos-servicos-eletricos/instalacao-sensor-presenca/attachment/como-funciona-sensor-presenca/>.

A energia elétrica proveniente das concessionárias mesmo com seu custo elevado ainda é a mais empregada. Entretanto, atualmente por gerar eficiência e economia energética, a utilização de fontes de energia sustentáveis vem crescendo. Através da energia solar captada por painéis fotovoltaicos e coletores é possível produzir energia elétrica para o acionamento de luzes e funcionamento de eletrodomésticos, e térmica para o aquecimento de água destinada ao banho e os sistemas que visam esquentar o piso gerando conforto (TEZA, 2002).

Os métodos adotados em uma edificação inteligente possibilitam que estas sejam autossuficientes energeticamente, gerando um grande impacto positivo na diminuição de problemas ambientais, pois evitam a emissão de gases poluentes, desmatamentos, utilização de recursos não renováveis e a retenção de rios no caso das hidrelétricas.

Os edifícios inteligentes possuem um objetivo, considerado global, de serem sustentáveis, contribuindo com a preservação e uma menor exploração do meio ambiente. A consciência ecológica vem se difundindo e ONG's são criadas com o intuito de debater sobre o assunto e buscar melhorias. No Brasil, pode-se citar a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS), que elabora projetos e dita soluções sustentáveis (FBDS, 2020), e internacionalmente o Clube de Roma que conscientiza a população informando a situação de calamidade do planeta (CORRÊA, 2009).

É necessária uma preocupação ambiental em todas as fases de projeto, principalmente na construção 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.

Mundialmente, existem empresas que concedem selos de certificação de construção sustentável a obras. Os selos utilizados no Brasil são: Caixa Azul, LEED, Sustentax, Procel Edifica, AQUA, BREEAM, CBCS, SUSHI, DGNB e ISO (CONSTRUIR SUSTENTÁVEL, 2015 *apud* COELHO e CRUZ, 2017), conforme FIG.

4. Os mesmos têm como objetivo criar dispositivos tecnológicos na área da engenharia civil com o intuito de reduzir os impactos ambientais (MARTINS, 2010).

Figura 4 – Selos de construção sustentável utilizados no Brasil



Fonte: Revista Técnica (2010), Construir Sustentável (2015) *apud* Coelho e Cruz (2017).

2.2 Os Edifícios Inteligentes

2.2.1 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 à habitação, o sistema de controle de acesso tem o poder de permitir ou bloquear a passagem de pessoas, impedindo a invasão de estranhos capazes de violar a propriedade, uma das maiores preocupações dos moradores. As fechaduras inteligentes possibilitam o acesso sem a utilização de chaves, operam através de biometria ou aplicativos específicos no celular, e muitas contam com senhas numéricas em caso de backup, como demonstrado na FIG. 5. Além de proporcionarem um alto nível de segurança, estas permitem a comodidade da abertura ou fechamento da porta à distância (MELLO, 2018).

Figura 5 – Sistema de controle de acesso: fechadura inteligente



Fonte: Kwikset *apud* Mello (2018)⁴.

O sistema de monitoramento ou vigilância através de câmeras, tem se tornado a cada dia mais um quesito essencial a segurança domiciliar. Estas podem estar ligadas diretamente aos aparelhos de TV para que internamente o usuário tenha a visualização de locais específicos da casa, conhecido como Circuito Fechado de Televisão (CFTV), ou podem funcionar através da conexão Wi-Fi que em conjunto com programas instalados no celular permite a visualização durante todo o dia em tempo real e gravações, de qualquer lugar do mundo, como exposto na FIG. 6 (INTELBRAS, 2020).

Figura 6 – Sistema de monitoramento



Fonte: MultiSafe (2018)⁵.

⁴ Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2018/12/como-funciona-uma-fechadura-inteligente-veja-modelos-e-precos-do-aparelho.ghtml>.

⁵ Disponível em: <https://www.multisafe.com.br/como-conectar-meu-cftv-ao-meu-celular/>.

A iluminação de uma residência, com a finalidade de promover visibilidade e estética, fica a cargo do sistema de controle de iluminação. As lâmpadas convencionais dão lugar às lâmpadas inteligentes, que de semelhanças só tem o ato de tornar o ambiente claro. Esta nova tecnologia não é acionada por um interruptor e sim por celular ou *tablet* de qualquer local da casa, além de possuir um sistema de programação em que o usuário pode estabelecer horários específicos para que cada luz se acenda ou apague. Como característica estética e de eficiência energética as lâmpadas inteligentes tem níveis de intensidade de luz, conforme FIG. 7 (SANTINO, 2014).

Figura 7 – Sistema de iluminação: lâmpadas inteligentes



Fonte: LIFX *apud* Barros (2014)⁶.

O sistema de climatização se configura no conjunto dos sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC). Tem por objetivo acondicionar a temperatura dos ambientes zelando pela qualidade do ar. O termostato é um dispositivo criado para ajudar nessa finalidade, o usuário pode programá-lo para controlar a temperatura da casa e com o decorrer do tempo ele se torna capaz de se auto programar de acordo com os ajustes antes estabelecidos manualmente (FIG. 8). Além de usufruir de um ambiente sempre com temperatura agradável, estando

⁶ Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/07/lampadas-inteligentes-sao-hackeadas-para-furto-de-senhas-de-wi-fi.html>.

em casa ou ao chegar nela, o usuário perceberá uma grande economia energética com a utilização do dispositivo (POGUE, 2011).

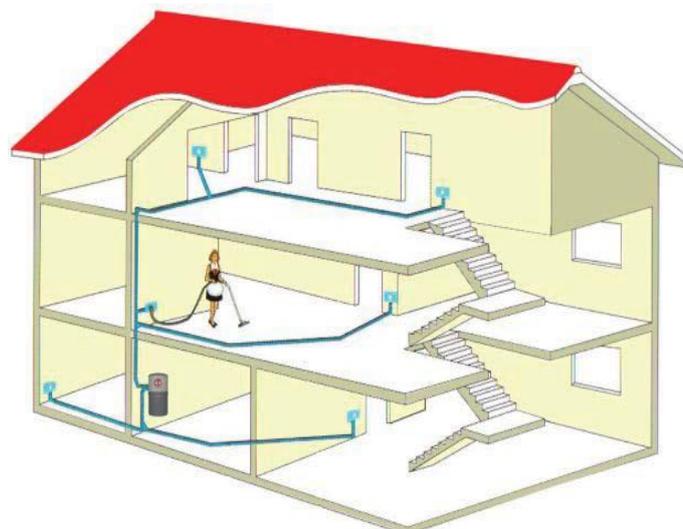
Figura 8 – Sistema de climatização: termostato



Fonte: NEXT *apud* Genaió (2014)⁷.

Uma limpeza silenciosa, muito mais ágil e sem o deslocamento de equipamentos pesados é possível através do sistema de aspiração de pó central. Ele é constituído por uma central localizada na garagem, depósito ou área de serviço e tubulações de PVC normalmente instaladas no piso e nas paredes que ligam as tomadas de aspiração nos cômodos. Para a prática da limpeza da casa é necessário somente a conexão de uma mangueira nas tomadas (FIG. 9), uma praticidade sem tamanho no cotidiano do dono ou dona de casa (TEZA, 2002).

Figura 9 – Sistema de aspiração de pó central



Fonte: Arunclima *apud* MARRONI (2012).

⁷ Disponível em: <http://www.domoticaclichome.it/nest-il-termostato-di-google/>.

Som ambiente e TV a cabo são parte do sistema de entretenimento da residência, com finalidade de promover lazer e descanso em horas especiais do dia. Atualmente essa ação pode ser bem mais tecnológica, com acionamento dos equipamentos por comando de voz por exemplo, utilizando alto falante inteligente, capaz de gravar e reconhecer a voz do usuário, transmiti-la a um servidor que por meio de algoritmos efetua o comando. *Amazon, Apple e Google* já disponibilizam este equipamento no mercado brasileiro, como pode-se visualizar na FIG. 10 (BICUDO, 2019).

Figura 10 – Sistema de entretenimento: auto falante inteligente



Fonte: Amazon (2020)⁸.

Muitos outros sistemas se comunicam e trabalham juntos a estes apresentados. Em uma residência inteligente, que se move a alta tecnologia, também é possível a mecanização de cortinas e persianas, que podem ser programadas para abrirem e fecharem em horários determinados, automatização de tomadas que podem ser ligadas remotamente fazendo funcionar algum eletrodoméstico, gerenciamento de instalação hidráulica e de eficiência energética (CRUZ, 2018).

2.2.2 Casos de Edifícios Inteligentes

A. Edifício Residencial Maria Esther em Santa Catarina;

⁸ Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2018/12/conheca-a-alexa-guard-funcao-do-amazon-echo-para-deixar-a-casa-segura.ghtml>.

A Beco Castelo, construtora que visa o emprego da tecnologia em residências e a inovação nos empreendimentos é a responsável pelo projeto e execução do edifício residencial Maria Esther (FIG. 11), localizado no bairro Estreito, na cidade de Florianópolis - Santa Catarina, construído no ano de 2017, ele possui área de 21.474,44 m² e 116 apartamentos (VOCÊ, 2017)⁹.

Figura 11 – Residencial Maria Esther



Fonte: Beco Castelo (2017)¹⁰.

O empreendimento de alto padrão possui todos os apartamentos com instalação elétrica pré-automatizada, além de já possuírem tecnologias aplicadas, como: o acionamento elétrico de persianas nos quartos e a possibilidade de desligamento da iluminação, tomadas de uso específico e ar condicionado através de um ponto central da casa, podendo o usuário ao sair de sua residência desativar os sistemas de forma conjunta, característica esta que gera eficiência energética e segurança. Os moradores também podem contar com um gerador de eletricidade para áreas comuns e sistema de monitoramento.

B. Edifício Hamilton Araújo *Top Residence* em Santa Catarina;

⁹ Disponível em: <https://becocastelo.com/blog/voce-sabe-como-funciona-a-pre-automacao-residencial>.

¹⁰ Disponível em: <https://becocastelo.com/blog/voce-sabe-como-funciona-a-pre-automacao-residencial>.

Um edifício também projetado e executado pela construtora Beco Castelo, no ano de 2015, empresa que prevê a automação como algo necessário ao bem estar residencial. Hamilton de Araújo *Top Residence* (FIG. 12) possui arquitetura contemporânea, área de 17950,06 m², total de 68 apartamentos e está localizado na Avenida Beira Mar Continental, na cidade de Florianópolis – Santa Catarina, com vista privilegiada para a Ilha de Santa Catarina (PORTIFÓLIO, 2015)¹¹.

O seu diferencial está no sistema de automação, aplicada aos apartamentos, integrado diretamente a uma central meteorológica localizada no próprio edifício, sistemas de persianas automáticas nos quartos, iluminação inteligente e a possibilidade do controle dos equipamentos através de *smartphone*. O usuário tem também a oportunidade futura de ampliar e personalizar mais tecnologias na residência, como por exemplo, acrescentar a integração de ar condicionado e equipamentos de entretenimento.

Figura 12 – Edifício Hamilton de Araújo *Top Residence*



Fonte: Beco Castelo (2015)¹².

Nas áreas comuns o edifício é dotado de gerador de energia para iluminação e elevador, sensores de presença, central de monitoramento com câmeras de alta

¹¹ Disponível em: <https://becocastelo.com.br/empreendimentos/hamilton-araujo-top-residence>.

¹² Disponível em: <https://becocastelo.com.br/empreendimentos/hamilton-araujo-top-residence>.

resolução e sistema de interfones IP, com acesso através de software instalado em dispositivo eletrônico móvel.

C. Edifício *Vitale Residence* em Santa Catarina.

Empreendimento em fase de construção, etapa de alvenaria e instalações, com 21156,81m² e 105 apartamentos. O *Vitale Residence* (FIG. 13) também pertence à construtora Beco Castelo e está localizado na Rua Presidente Coutinho, Centro de Florianópolis – Santa Catarina (PORTIFÓLIO, 2020)¹³.

Projetado com inovação, o residencial conta com a instalação de cabeamento estruturado para pré-automação, apartamentos compostos de persianas elétricas e botão para o desligamento de múltiplos sistemas de forma unificada (iluminação, ar condicionado e tomadas específicas), gerador de eletricidade para áreas comuns e sistema de monitoramento com câmeras de alta qualidade. Seu diferencial é uma nova infraestrutura na garagem, para o carregamento de automóveis elétricos em todas as vagas, tendo em vista que este é o futuro da área automobilística.

Figura 13 – Edifício *Vitale Residence*



Fonte: Beco Castelo (2020)¹⁴

¹³ Disponível em: <https://becocastelo.com.br/empreendimentos/vitale-residence>.

¹⁴ Disponível em: <https://becocastelo.com.br/empreendimentos/vitale-residence>.

2.3 Níveis de Automação Residencial

São diferentes as possibilidades de se combinar dispositivos, a fim de criar sistemas que os tornam automatizados dentro do ambiente habitacional. Segundo a AURESIDE (2018), a automação pode ser classificada em três níveis, demonstrado por uma pirâmide (FIG. 14).

No nível 1, intitulado como sistema de automação independente, os equipamentos trabalham de forma autônoma, sem a necessidade de se comunicarem uns com os outros. No nível 2, sistemas integrados, alguns equipamentos funcionam de maneira interligada, porém cada um opera de acordo com o seu fabricante. Já no nível 3, sistemas totalmente interligados, todos os equipamentos se conectam e são integrados, possuindo uma única central de comando (GUNDIM, 2007).

Figura 14 – Pirâmide hierárquica dos níveis de automação

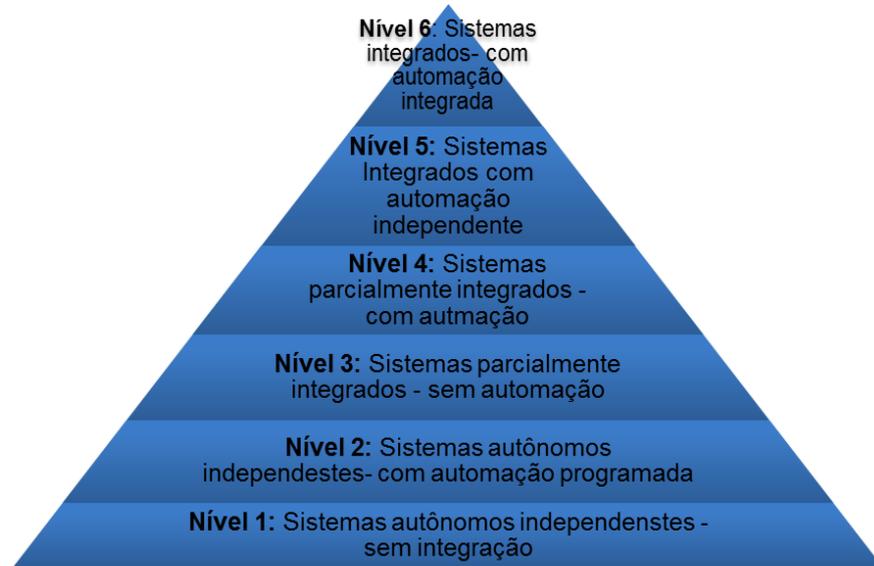


Fonte: AURESIDE (2018).

Cada projeto executado deve ser personalizado de acordo com as prioridades do usuário, seja qual for o nível escolhido. O profissional capacitado deve levar em consideração recursos econômicos de investimento atual ou um investimento a longo prazo, sendo possível realizar de início somente a preparação da residência (pré-automação).

Segundo Cruz (2018), é possível determinar outro modo mais detalhado de classificação da automação, dividido em seis níveis hierárquicos, levando em consideração os quesitos de automação, programação e integração dos sistemas (FIG. 15).

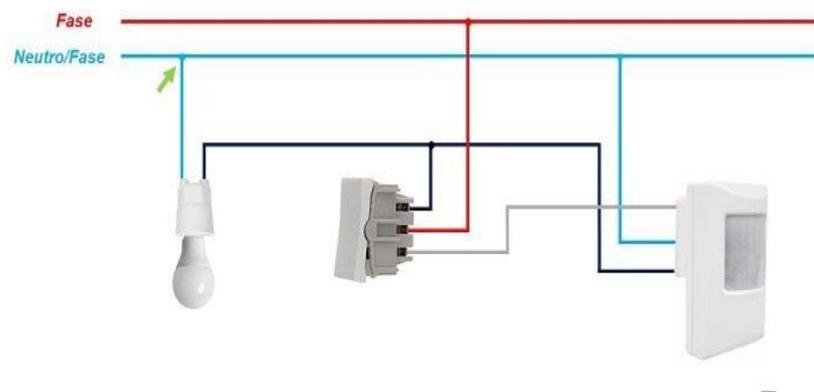
Figura 15 - Pirâmide hierárquica dos níveis de automação, programação e integração



Fonte: Cruz (2018).

Nível 1: Sistemas autônomos independentes – sem integração. Amplamente utilizados, estes atuam com integração nula, ou seja, de forma independente, funcionam de maneira passiva, através do comando do usuário, ou automática, por meio de sensores e possuem configurações restritas. Exemplo: sensor de presença para iluminação (FIG. 16).

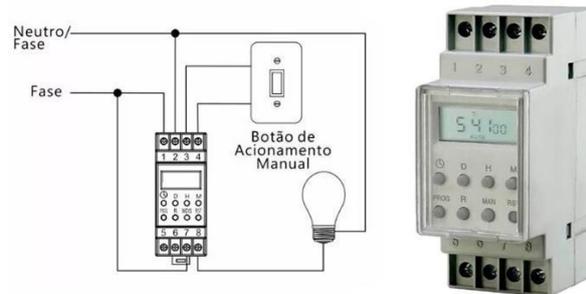
Figura 16 - Exemplo de sistema autônomo independente – sem integração



Fonte: Mundo da Elétrica (2020).

Nível 2: Sistemas autônomos independentes – com automação programada. Atuam com integração nula, de modo automático e possuem configurações mais amplas. Exemplo: Timer destinado a programar o acionamento de luzes em horários estabelecidos pelo usuário (FIG. 17).

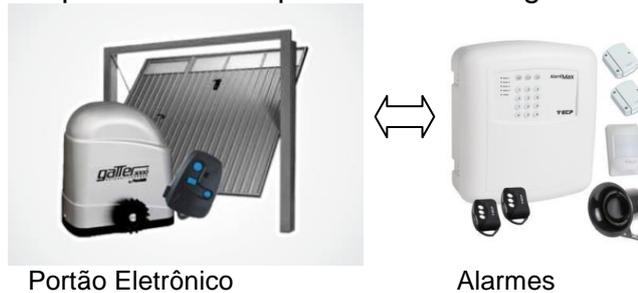
Figura 17 - Exemplo de sistema autônomo independente – com automação



Fonte: SISLITE (2017) *apud* Cruz (2018).

Nível 3: Sistemas parcialmente integrados – sem automação. Atuam de forma parcialmente integrada, quando os equipamentos são capazes de estabelecer uma interoperabilidade, ou seja, podem se comunicar de modo transparente, com funcionamento passivo. Exemplo: Integração dos sistemas de segurança e controle de acesso (FIG. 18).

Figura 18 - Exemplo de sistema parcialmente integrado – sem automação



Portão Eletrônico

Alarmes

Fonte: Cruz (2018).

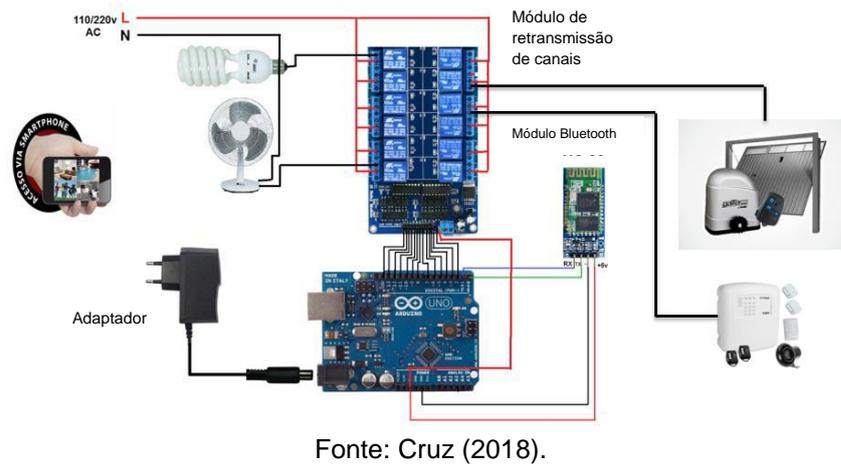
Nível 4: Sistemas parcialmente integrados – com automação. Atuam de forma parcialmente integrada e com funcionamento automático. Exemplo: câmeras, cerca elétrica e alarmes trabalhando juntos no sistema de segurança (FIG. 19).

Figura 19 - Exemplo de sistema parcialmente integrado – com automação



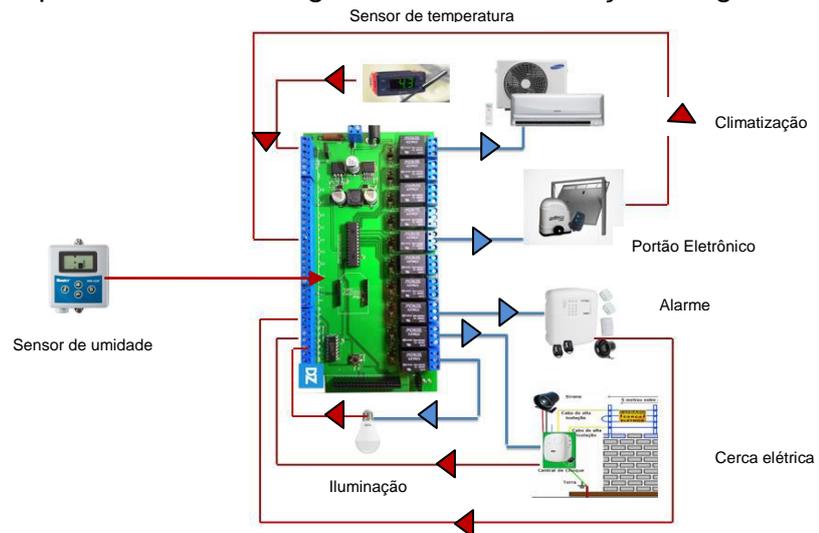
Nível 5: Sistemas integrados – com automação independente. Atuam de forma totalmente integrada, ou seja, comandados por uma central, de maneira autônoma e com funcionamento automático. Exemplos: sistemas de iluminação, segurança e controle de acesso trabalhando em conjunto (FIG. 20).

Figura 20 - Sistema integrado – com automação independente



Nível 6: Sistemas integrados – com automação integrada. Atuam comandados por uma central, com automação conjunta e funcionamento automático. Exemplos: todos os sistemas automatizados da residência trabalhando em conjunto (FIG. 21).

Figura 21 - Exemplo de sistema integrado – com automação integrada



Fonte: Cruz (2018).

2.4 Pré-automatização

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-automatização, 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 cabamentos (LUIZARI, 2011).

A pré-automatização 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 (FIG. 22), 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 22 - 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, conseqüentemente reduz a competitividade, tornando a construtora à frente das demais (LUIZARI, 2011).

2.4.1 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).

O sistema PLC - *Power Line Communication* (em português, Comunicação de Linha de Energia) se caracteriza por utilizar o cabeamento da energia elétrica já existente para gerar ordens de comando aos dispositivos e monitorar a potência elétrica, estabelecendo a interligação dos equipamentos e sistemas. Dentre as

tecnologias utilizadas estão: *X-10*, *Lonworks*, *Powerline*, *CEBus*, *Homeplug* e *Insteon*.

O sistema BUSLINE consiste em utilizar um cabeamento por par trançado em forma de barramento, disposto lateralmente à rede elétrica, e no espaço físico da mesma. Uma forma de meio de transmissão são os cabeamentos telefônicos, tendo como vantagem o funcionamento mesmo na ausência de energia elétrica. Exemplos das tecnologias presentes no sistema: *BatiBus*, EIB, EHS e KNX.

Os sistemas de *Wireless* (em português, “sem fio”), são os mais conhecidos e utilizados, como o próprio nome já diz é uma rede sem a necessidade do uso de cabos. Estes funcionam por meio de ondas de rádio e comunicação via infravermelho. *Wi-Fi*, *ZigBee*, *Bluetooth* e *Z-wave* são tecnologias empregadas neste sistema.

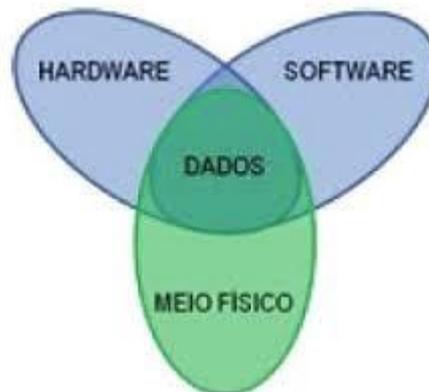
Apropriados para projetos de residências já concluídos ou em processos de reforma, estes três sistemas citados tem como benefício a não intervenção na rede elétrica convencional e sua simples instalação. Já para a construção de uma nova edificação, a melhor opção é a utilização de cabeamento estruturado, pois na fase de projeto é possível o planejamento da parte estrutural.

O sistema de cabeamento estruturado 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).

É importante ressaltar que a infraestrutura necessária para a montagem deste sistema está diretamente ligada a área de engenharia civil, assim como as instalações elétricas. Os profissionais devem compreender o processo de comunicação de dados é estruturado por três pilares: Hardware (equipamentos), Software (programas) e Meio físico (Cabeamento), como pode ser visto na FIG. 23 (FURUKAWA, 2012 *apud* COELHO e CRUZ, 2017).

Figura 23 - Três pilares do cabeamento estruturado



Fonte: FURUKAWA (2012) *apud* COELHO e CRUZ (2017).

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 do 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 FIG. 24 (FINDER, 2011).

Figura 24 - 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 mm²) 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;

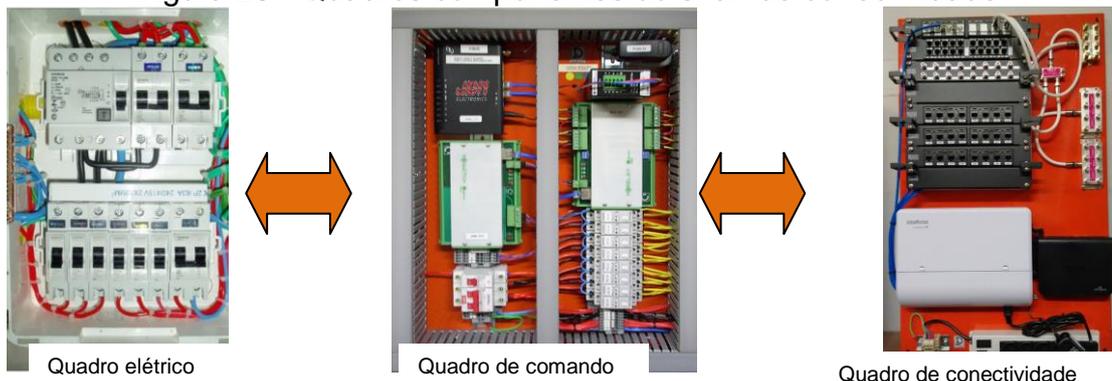
- O quadro de automação deve estar interligado por tubulação ou eletro calha, com o quadro de elétrica, com o objetivo de receber os circuitos que alimentarão as cargas;
- Os cabos de pré-automatização/automação devem partir do quadro de automação sem emendas;
- Atendendo a NBR-5410, utilizam-se cabos de 0,5 mm² (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: AURESIDE *apud* Finder (2011).

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 (FIG. 25).

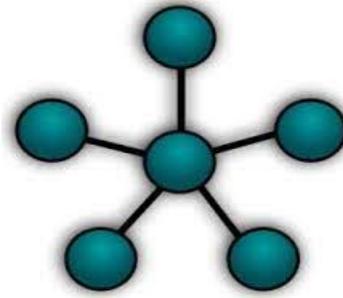
Figura 25 - Quadros componentes do shaft de conectividade



Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Deste *shaft* saem os condutores com o cabeamento em direção aos cômodos distribuídos em configuração de estrela (FIG. 26), cujas vantagens estão na economia de cabos, maior flexibilidade na sincronização da comunicação, e de fácil adequação (CRUZ, 2018).

Figura 26 - Rede de cabeamento estruturado em estrela



Fonte: Starti (2020).

O dispositivo de grande relevância para o sistema de cabeamento estruturado é o relé de impulso (FIG. 27), 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 a ele, para que assim este possa exercer a sua função (GUNDIM, 2007).

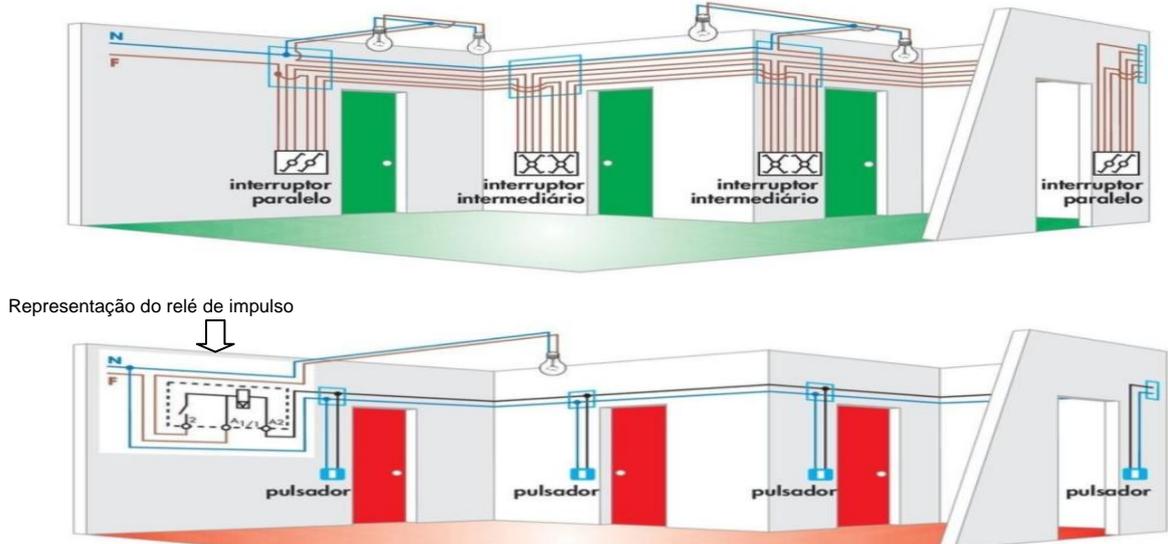
Figura 27 - Relé de impulso



Fonte: Finder (2020).

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). Como comparativo, a aplicação do dispositivo se assemelha a um sistema em paralelo ou intermediário, mais conhecidos como *three way* e *four way* respectivamente, possibilitando o acionamento de um equipamento em vários locais diferentes e a utilização de menor quantidade de cabos, que também gera racionamento, como demonstrado na FIG. 28 (CRUZ, 2018).

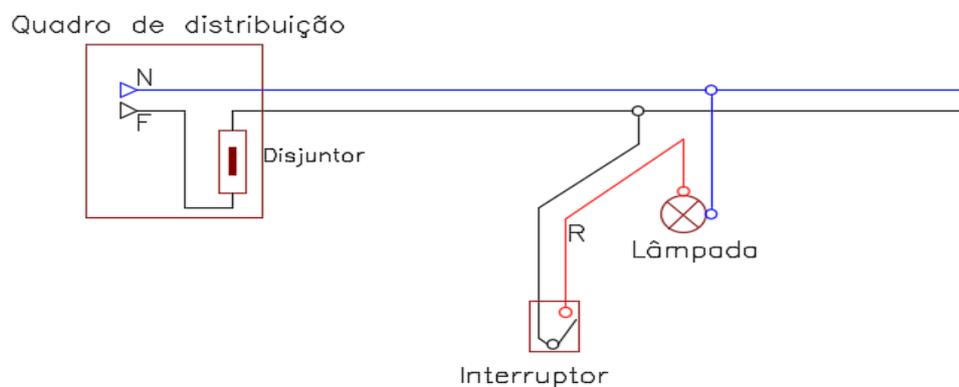
Figura 28 - Sistema convencional em paralelo e sistema com relé de impulso respectivamente



Fonte: Finder (2011).

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 (FIG. 29). 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 (FIG. 30).

Figura 29 - Exemplo de instalação elétrica convencional



Fonte: Cruz (2018).

que é o índice orçamentário destinado às 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.

2.5.2 Projeto convencional

Para este estudo, designa-se como projeto convencional as instalações elétricas tradicionais de baixa tensão. O processo de dimensionamento é regido pela norma ABNT NBR 5410:2008 (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 pontos 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 à 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.

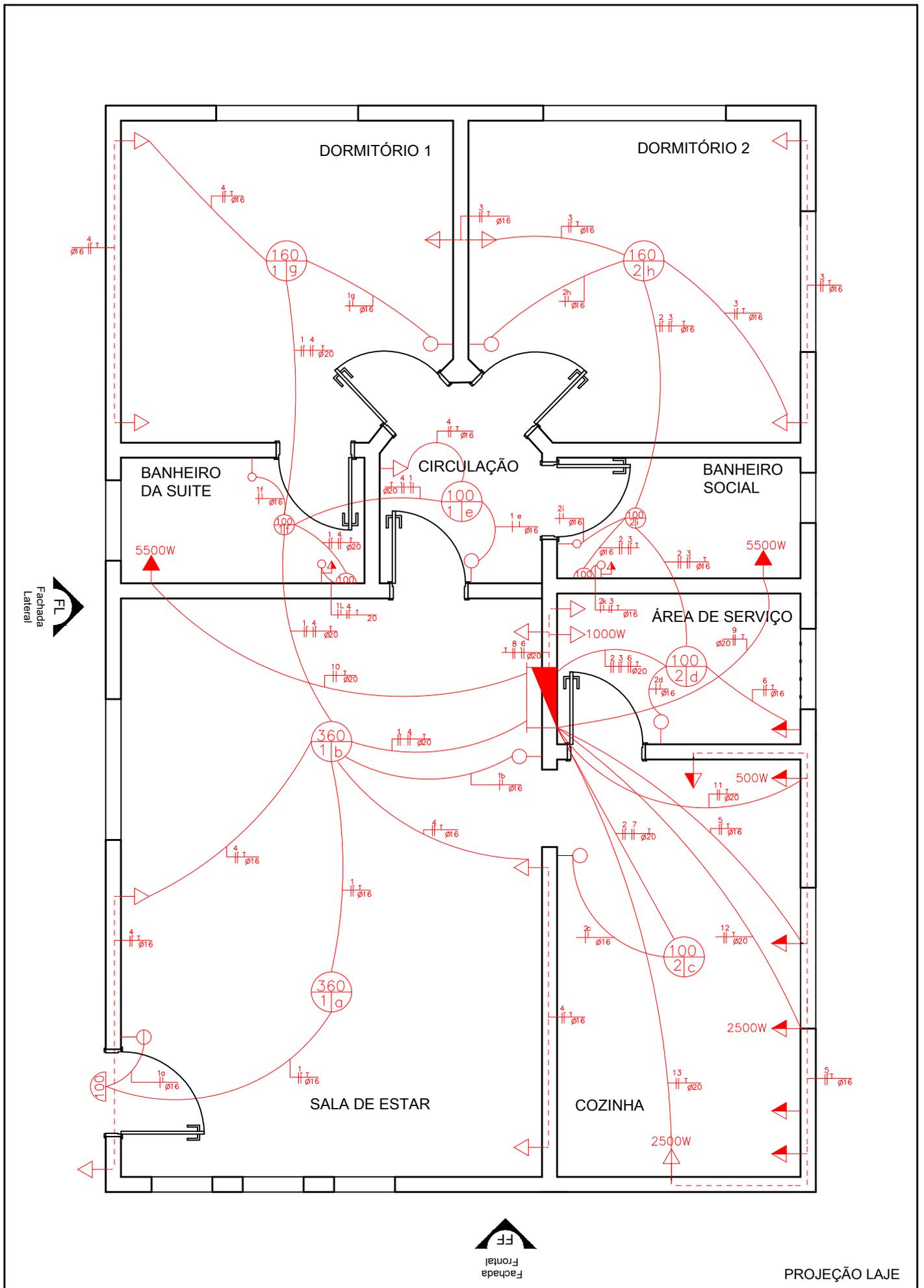
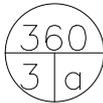
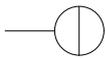


Figura 31: Continuação

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

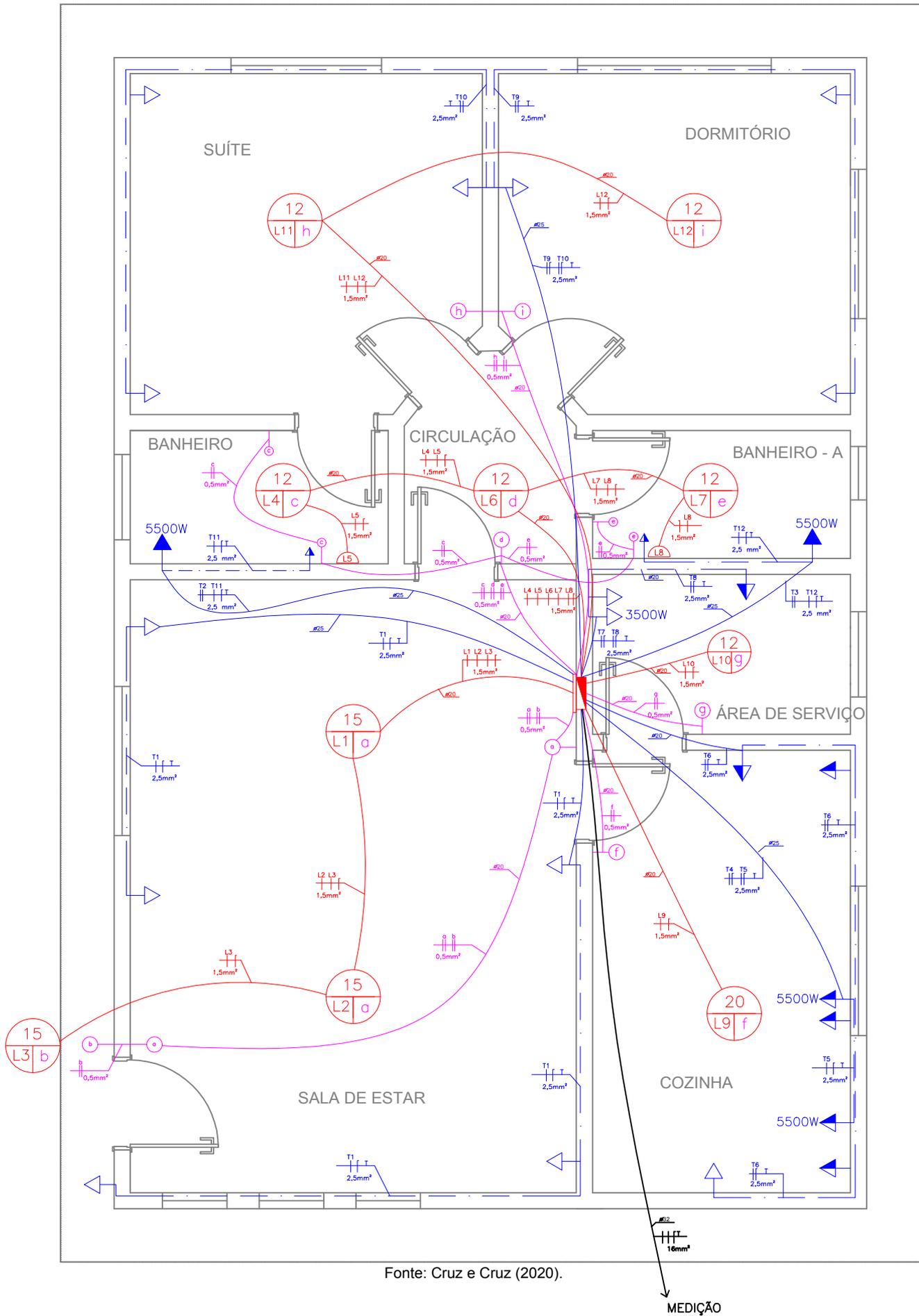
Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

2.5.3 Projeto pré-automatizado

O projeto dito pré-automatizado 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.

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 0,5mm² e substituição de interruptores tradicionais por pulsadores minuteria.

Figura 32 - Projeto elétrico pré-automatizado



Fonte: Cruz e Cruz (2020).

MEDIÇÃO

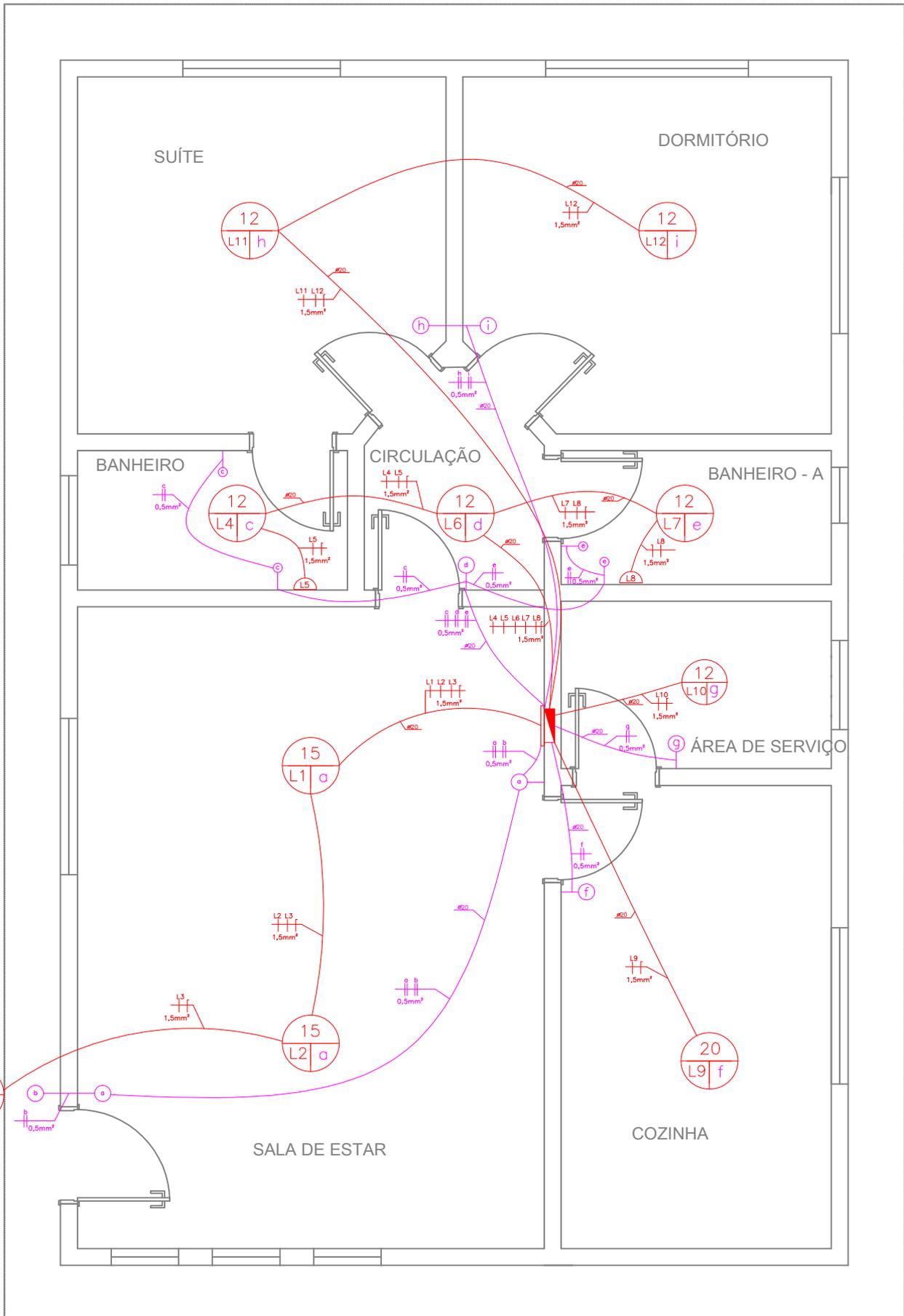
Figura 32 - Continuação

LEGENDA	
	Circuito de cargas/tomadas (Tn°)
	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°)
	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
2,5mm ²	Seção do condutor
Ø20	Seção do conduíte

NOTAS:

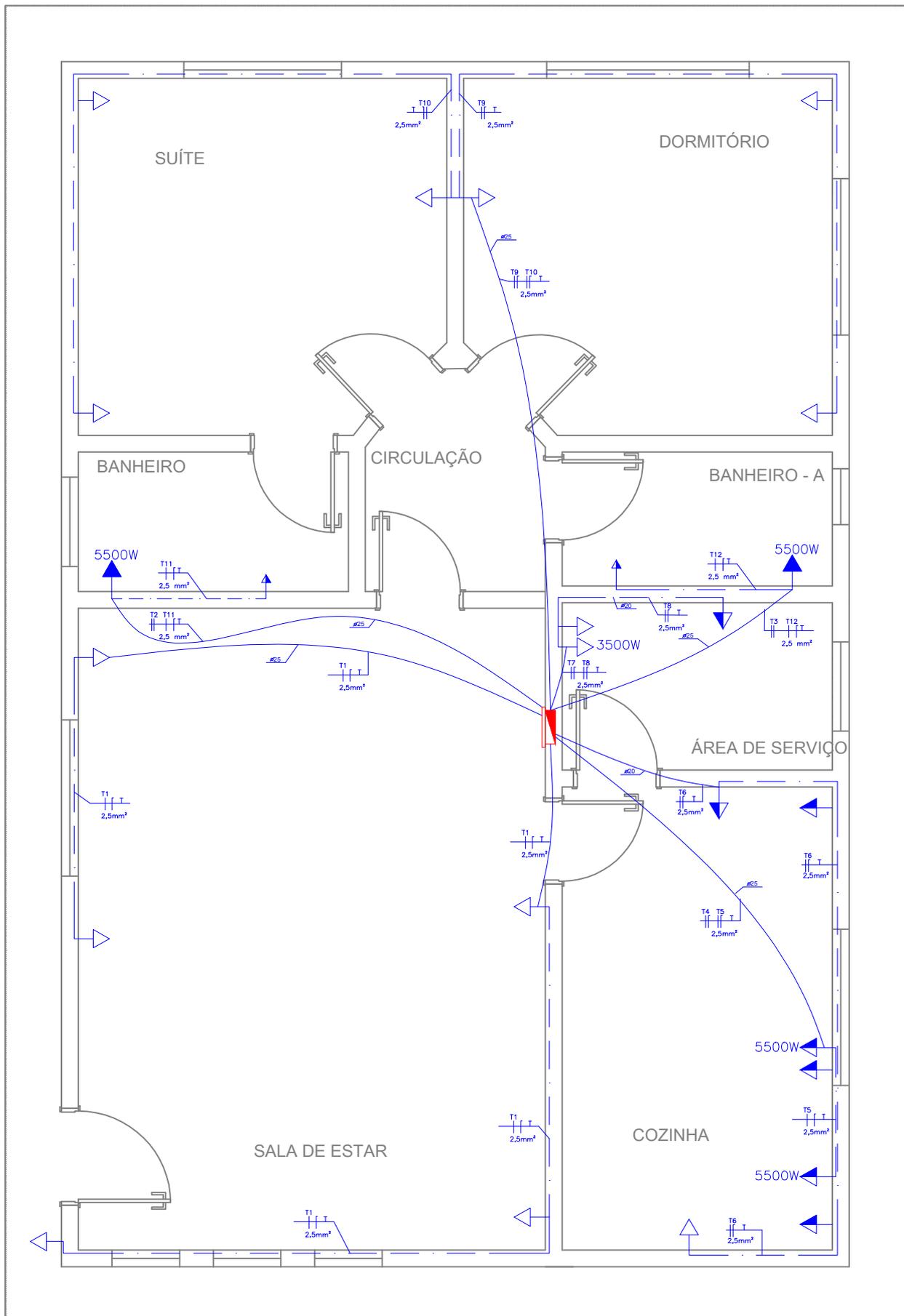
- (1) Conduíte de iluminação com 03 ou mais circuitos, o neutro deverá ser 2,5 mm².
- (2) Circuito de cargas/iluminação, conduítes na laje.
- (3) Circuitos de comando/iluminação, conduítes preferencialmente no piso.

Figura 33 - Projeto elétrico pré-automatizado (iluminação)



Fonte: Cruz e Cruz (2020).

Figura 34 - Projeto elétrico pré-automatizado (tomadas)



Fonte: Cruz e Cruz (2020).

2.5.4 Análise de custos

De posse dos projetos finalizados foi realizado o levantamento dos materiais necessários à instalação e suas quantidades (TAB. 1 e TAB. 2). 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\$3.229,92 para a instalação convencional e R\$4.099,18 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
Interrutor com espelho - Simples	Peça	8		R\$ 7,03	R\$ 56,24
Interrutor com espelho - Duplo	Peça	1		R\$ 10,68	R\$ 10,68
Interrutor + 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 ²	Metro	100		R\$ 1,91	R\$ 191,00
Cabo Flexível Neutro 450/750 V 2,5 mm ²	Metro	100		R\$ 1,91	R\$ 191,00
Cabo Flexível Neutro 450/750 V 1,5 mm ²	Metro	100		R\$ 1,33	R\$ 133,00
Cabo Flexível Terra 450/750 V 2,5 mm ²	Metro	100		R\$ 1,91	R\$ 191,00
Cabo Flexível Retorno 450/750 V 1,5 mm ²	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
TOTAL					R\$ 3.229,92

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\$ 6,67	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
Cabo flexível (pulsador) 450/750v 0,5mm	Metro	300		R\$ 0,80	R\$ 240,00
Rele 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 mm ²	Metro	100		R\$ 1,91	R\$ 191,00
Cabo Flexível Neutro 450/750 V 2,5 mm ²	Metro	100		R\$ 1,91	R\$ 191,00
Cabo Flexível Neutro 450/750 V 1,5 mm ²	Metro	100		R\$ 1,33	R\$ 133,00
Cabo Flexível Terra 450/750 V 2,5 mm ²	Metro	100		R\$ 1,91	R\$ 191,00
Cabo Flexível Retorno 450/750 V 1,5 mm ²	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
TOTAL					R\$ 4.099,18

Obs: Cabo flexível (pulsador) 450/750v 0,5mm (cotado somente pela internet)

Rele Finder Impuls 2na 230vca - Cód: 784265 (cotado somente pela internet)

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente monografia 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 atual cenário de 2020, marcado pela pandemia do novo Coronavírus, modificou a vida e a rotina da população, fazendo-a ter que permanecer e exercer todas as atividades diárias em suas residências, segundo recomendações de distanciamento social, ditadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Este fato gerou uma maior valorização do bem estar residencial permitindo a visualização da importância da automação. A situação possibilitou um aumento do interesse populacional nesta inovação que já vinha tendo um crescimento acentuado, com empresas que procuram desenvolver equipamentos com a finalidade de ampliar o mercado de automação.

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 realiza-la quando e da maneira que achar viável.

A infraestrutura utilizada para aplicação da pré-automação, 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.

As diferenças 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.

No processo de quantificar os materiais a serem utilizados na execução, 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.

No que se refere ao orçamento final da parte elétrica, a mesma apresentou como custo total uma diferença entre projetos de R\$ 869,26, uma parcela relativamente baixa se comparada ao custo total da construção e aos benefícios que a automatização disponibiliza.

A residência em estudo, de área 70,35m², de acordo com o Custo Unitário Básico de Construção – CUB/m², contabilizando também o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas), foi previsto um valor total de construção de R\$150.000,00 e de acordo com o orçamento realizado o valor de instalação pré-automatizada é de R\$ 4.099,18. 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\$3.000,00 a R\$4.500,00 respectivamente. Comprovando assim a veracidade desta proporção, e a concordância entre teoria e prática.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

BICUDO, Lucas. **O que são e para que servem os auto-falantes inteligente?** Giz Modo Brasil, 11 nov. 2019. Disponível em: <<https://gizmodo.uol.com.br/o-que-sao-e-para-que-servem-os-alto-falantes-inteligentes/>>. Acesso em: 30 ago. 2020.

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.

CONSTRUIR SUSTENTÁVEL. Selos. **Site Construir Sustentável,** 2015. Disponível em: <<http://www.construirsustentavel.com.br/green-building/selos>>. Acesso em: 24 set. 2015 *apud* COELHO, Darlene Figueiredo Borges; CRUZ, Vítor Hugo do Nascimento. **Edifícios Inteligentes: uma visão das tecnologias aplicadas.** São Paulo: Blucher, 2017. 136 p.

CORREA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na Construção Civil.** 2009. 70 f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

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.

CRUZ. Tairine Cristine Bertola; CRUZ Júlio César Da. **Projeto pré-automatizado.** Barbacena, out. 2020.

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.

FERRER, J. A.; GARRIDO, A. **Eficiência Energética em Edifícios.** Madrid: ONUDI Observatório e Energias Renováveis para a América Latina e Caribe, 2013 *apud* COELHO, Darlene Figueiredo Borges; CRUZ, Vítor Hugo do Nascimento. **Edifícios Inteligentes:** uma visão das tecnologias aplicadas. São Paulo: Blucher, 2017. 136 p.

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.

FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - FBDS. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.fbds.org.br/article.php3?id_article=8>. Acesso em: 28 ago. 2020.

FURUKAWA. **Informativo Técnico:** Uma Visão Atual do Cabeamento Estruturado. Curitiba, 2012 *apud* COELHO, Darlene Figueiredo Borges; CRUZ, Vítor Hugo do Nascimento. **Edifícios Inteligentes:** uma visão das tecnologias aplicadas. São Paulo: Blucher, 2017. 136 p.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA - IBDA. **Conceito de Automação Residencial (Domótica).** Fórum da Construção, Seção Automação residencial, 2020. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=11&Cod=2105>>. Acesso em: 28 ago. 2020.

INTELBRAS. **Monitore sua casa através do seu celular.** Intelbras blog, 06 jul. 2020. Disponível em: <<http://blog.intelbras.com.br/monitore-sua-casa-atraves-do-seu-celular/>>. Acesso em: 30 ago.2020.

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>. Acesso em: 9 set. 2020.

MARRONI, Rafael Morales. **Proposta de uma automação residencial para um anteprojeto de uma instalação elétrica.** 2012. 59 f. Monografia (Projeto de Graduação do Curso de Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista, Campos Guaratinguetá, Guaratinguetá 2012.

MARTINS, Dayane Faustino. **Sustentabilidade no canteiro de obras**. 2010. 100 f. Monografia (Projeto de Graduação do Curso de Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

MELLO, André. **Como funciona uma fechadura inteligente? Veja modelos e preços do aparelho**. Tech Tudo, 02 dez. 2018. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/2018/12/como-funciona-uma-fechadura-inteligente-veja-modelos-e-precos-do-aparelho.ghtml>>. Acesso em: 30 ago. 2020.

NAKAMURA, Juliana. **Projetista de Automação Predial**. Revista Técnica, n. 161, p. 22-24, ago. 2010. Disponível em: file:///C:/Users/Cliente/Downloads/4d5e51f9-b3de-4048-9405-aa75cbdc45b4.pdf. Acesso em: 26 ago. 2020.

NEVES, Raíssa Pereira Alves de Azevedo. **Espaços Arquitetônicos de Alta Tecnologia: Os Edifícios Inteligentes**. 2002. 167 p. Dissertação, Universidade de São Paulo, São Carlos 2002 *apud* 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.

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.

POGUE, David. **Termostato inteligente economiza energia e aprende ajustes de temperatura do usuário**. UOL, 01 dez. 2011. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/nyt/2011/12/01/termostato-inteligente-economiza-energia-e-aprende-ajustes-de-temperatura-do-usuario.htm>>. Acesso em: 30 ago.2020.

Portfólio de Empreendimentos. Beco Castelo construção alto padrão, 2015. Disponível em: <<https://becocastelo.com.br/empreendimentos/hamilton-araujo-top-residence>>. Acesso em: 05 nov. 2020.

Portfólio de Empreendimentos. Beco Castelo construção alto padrão, 2020. Disponível em: < <https://becocastelo.com.br/empreendimentos/vitale-residence> >. Acesso em: 05 nov. 2020.

SANTINO, Renato. **Lâmpadas inteligentes: saiba do que elas são capazes**. Olhar digital, 31 mar. 2014. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/noticia/lampadas-inteligentes-saiba-do-que-elas-sao-capazes/41143>>. Acesso em: 30 ago. 2020.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE, São Paulo 2020 *apud* 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.

SINOPOLI, J. **Smart Building Systems for Architects, Owners and Builders**. 1. ed. Amsterdã: Elsevier, 2010. 231 p. *apud* COELHO, Darlene Figueiredo Borges;

CRUZ, Vítor Hugo do Nascimento. **Edifícios Inteligentes:** uma visão das tecnologias aplicadas. São Paulo: Blucher, 2017. 136 p.

TEZA, Vanderlei Rabelo. **Alguns aspectos sobre a automação residencial - Domótica.** 2002. 108 f. Dissertação (Programa de pós-graduação em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

Você sabe como funciona a pré-automatização residencial? Beco Castelo construção alto padrão, 2017. Disponível em:< <https://becocastelo.com/blog/voce-sabe-como-funciona-a-pre-automacao-residencial>>. Acesso em: 05 nov. 2020.