

**CENTRO UNIVERSITÁRIO SUL DE MINAS
ENGENHARIA ELÉTRICA
CARLOS EDUARDO RIBEIRO**

DOMÓTICA: viabilidade da Automação Residencial

**Varginha
2018**

CARLOS EDUARDO RIBEIRO

DOMÓTICA: viabilidade da Automação Residencial

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob a orientação do Prof. MSc. Eduardo Henrique Ferroni e coorientação do Prof. MSc. Erick Akio Nagata.

**Varginha
2018**

CARLOS EDUARDO RIBEIRO

DOMÓTICA: viabilidade da Automação Residencial

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em 04 / 12 / 2018

Prof. MSc. Eduardo Henrique Ferroni

Prof. Paulo Roberto Novo

Prof. MSc. Erick A. Nagata

Dedico este trabalho a todos que de alguma forma contribuíram para que o mesmo se tornasse possível, incluindo amigos, professores, família e colegas do UNIS (Varginha) e da PUC (Coração Eucarístico), sendo que uso os nomes de Amanda, Danilo e Thiago para representá-los, pois citar todos não seria possível porque o espaço é curto...

AGRADECIMENTO

O agradecimento primeiro e principal é a Deus, pois foi sempre meu guia e meu amparo nas dificuldades desta árdua jornada de cinco anos. Mais importante que pedir é sempre agradecer pelas bênçãos recebidas.

Agradecimento também a todo o corpo docente do UNIS e PUC nas pessoas da Professora Me. Luciene Prospero e dos Professores MSc. Eduardo Ferroni e MSc. Erick Nagata que propiciaram as bases e o auxílio necessário para que este trabalho pudesse ser elaborado.

Por fim, agradecimento a minha família, em especial a minha esposa Ramsine, que por vários momentos precisou conviver com minha ausência, mas sempre me apoiou e encorajou para que o resultado desejado fosse alcançado.

Muito obrigado!

Depois de o público conhecer uma residência automatizada, não haverá como retroceder, toda a cadeia de concepção da moradia, incluindo a arquitetura e a construção, evoluirá, e, principalmente, o ocupante do imóvel. Assim, deverão ser necessários vários profissionais que, interagindo, permitirão o real desenvolvimento das técnicas da domótica.

Werneck

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre as características e benefícios da automação residencial, que também é denominada domótica ou tecnologia da casa inteligente, e representa a integração dos serviços e tecnologias aplicados aos imóveis residenciais. A automação residencial proporciona melhoria em relação à segurança, proteção, comunicação e gerenciamento da iluminação, equipamentos elétricos e eletrônicos de forma unificada, bem como conforto na manipulação e controle de tarefas caseiras cotidianas como acender uma lâmpada, ou ainda substituir todos controles remotos de aparelhos como televisão, som e ar condicionado, e ainda ter a possibilidade de controlar remotamente toda a casa via Internet através de um dispositivo móvel. O trabalho apresenta também um resumo dos elementos que podem fazer parte de uma “residência inteligente”, vantagens que podem ser obtidas com a automação, sistemas aplicados, tipos de tecnologias e a integração dos equipamentos automatizados com a Internet através da Internet das Coisas. Por fim, apresenta um estudo de caso envolvendo o projeto e a instalação de um sistema de automação em uma residência estilo *loft*, e com base nesta implantação, realiza um estudo comparativo entre o sistema convencional e o sistema automatizado, avaliando os pontos positivos e eventualmente negativos, de forma a avaliar a viabilidade de implantação desta tecnologia nas residências seguindo o avanço tecnológico cada vez mais presente no dia a dia das pessoas.

Palavras-chave: Domótica. Automação Residencial. Internet das Coisas.

ABSTRACT

This paper presents a study on the characteristics and benefits of residential automation, which is also called home automation or intelligent home technology, and represents the integration of services and technologies applied to residential real estate. Residential automation provides improved security, protection, communication and management of unified lighting, electrical and electronic equipment as well as comfort in handling and controlling everyday household tasks such as lighting a light bulb, or even replacing all remote controls for appliances such as television, sound and air conditioning, and still have the ability to remotely control the entire house via the Internet through a mobile device. The paper also presents a summary of the elements that can be part of a "smart residence", advantages that can be obtained with automation, applied systems, types of technologies and the integration of automated equipment with the Internet through the "Internet of Things". Finally, it presents a case study involving the design and installation of an automation system in a loft style residence, and based on this implementation, performs a comparative study between the conventional system and the automated system, evaluating the positive and eventually negative points, in order to evaluate the implementation feasibility of this technology in residences, following the technological advance increasingly present in everybody day to day life.

Keywords: Domotics. Home Automation. Internet of Things.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Integração de sistemas residenciais	18
Figura 2 - Exemplo de rede doméstica	25
Figura 3 - Residência inteligente	30
Figura 4 - Integração de sistemas residenciais	31
Figura 5 - Estudo global de mercado	51
Figura 6 - Equipamentos prioritários para automação	52
Figura 7 - Variáveis importantes para soluções de automação residencial	53
Figura 8 – Residência tipo <i>loft</i> urbano.....	54
Figura 9 – Instalação convencional de iluminação.....	55
Figura 10 – Instalação automatizada de iluminação.....	56
Figura 11 – Quadro de automação.....	58
Figura 12 – Painel ou <i>keypad</i>	59
Figura 13 – Pulsador.....	60
Figura 14 – Aplicativo do sistema automatizado	61
Figura 15 – Projeto elétrico convencional	63
Figura 16 – Detalhamento dos pontos de automação e painéis	64
Figura 17 – Cabeamento do sistema.....	66
Figura 18 – Instalação do Cabeamento.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABINC – Associação Brasileira em Internet das Coisas
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações
ANSI – American National Standart Institute
AURESIDE – Associação Brasileira de Automação Residencial
CFTV – Circuito Fechado de Televisão
DIs – Dispositivos Inteligentes
EIA – Eletronics Industry Association
HVAC – Heating, Ventilation and Air Conditioning
IEC – International Electrotechnical Commission
IMA – Intelligent Media Agents
IoT – Internet of Things
IP – Internet Protocol
ISO – International Organization for Standardization
ITU – International Telecommunications Union
PLC – Power Line Communication
RFID – Radio-Frequency Identification
RF – Radiofrequência
TIA – Telecommunications Industry Association
TIC – Tecnologia de Informação e Comunicação
Wi-Fi – Wireless Fidelity

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL	15
3 TECNOLOGIAS USADAS NA DOMÓTICA	19
3.1 Sistema PLC	19
3.2 Sistema <i>BUSLINE</i>	20
3.3 Sistema <i>Wireless</i>	21
3.3.1 <i>Wireless Fidelity</i>	22
3.3.2 <i>Bluetooth</i>	22
3.3.3 <i>Zigbee</i>	23
3.3.4 <i>Z-Wave</i>	24
3.4 Cabeamento Estruturado	24
3.4.1 Protocolo CAN	28
4 DOMÓTICA INTELIGENTE	30
5 DOMÓTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	32
5.1 Detecção e Controle Mecânico	33
5.2 Energia Elétrica	34
5.3 Aquecimento, Ventilação e Ar-condicionado	35
5.4 Iluminação	36
5.5 Detecção e Combate de Incêndios	38
5.6 Segurança Patrimonial	38
5.7 Identificação e Controle de Acessos	40
5.8 Multimídia	41
5.9 Fluidos e Detritos	42
5.10 Monitoramento e Visualização	44
6 INTERNET DAS COISAS	46
6.1 A história da IoT	46
6.2 Aplicações	49
6.3 Casas Inteligentes	50
7 ESTUDO DE MERCADO	51
8 IMPLANTAÇÃO DO PROJETO	54
8.1 Sistema de Automação	55
8.2 Quadro de Automação	58
8.3 Painéis ou <i>Keypads</i>	59
8.4 Pulsadores	60
8.5 Aplicativo	61
8.6 Comando por Voz	61
8.7 Sistema Implantado	62
9 RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
10 CONCLUSÃO	70
REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, cada vez mais a vida se torna agitada e a sensação da falta de tempo se torna mais constante. Sabe-se que a praticidade, a agilidade, a organização, o conforto e a segurança são fatores indispensáveis para gerarem a qualidade de vida que se busca. É fato também que a tecnologia entrou de vez em nossas vidas e seu uso é algo comum na rotina. Seja nas residências ou nos lugares comumente frequentados como trabalho, empresas visitadas, bancos, supermercados, aeroportos; quase sempre se depara com algum tipo de dispositivo que tem a função de tornar algo mais prático, seguro ou eficiente. Ao se fazer a junção de dispositivos para controlar algum sistema surge a chamada automação, sendo que, no ambiente residencial, a automação dos espaços propicia o aumento do conforto, auxilia no gerenciamento da rotina e segurança, reduz o consumo de energia e água, contribui para a prevenção de acidentes e falhas de equipamentos, além de outros benefícios.

A automação residencial, assim como as demais tecnologias, é uma modernidade cada vez mais presente nas residências, sendo que as soluções tecnológicas disponíveis no mercado deixaram de ser vistas como um luxo para poucos e se tornaram sinônimo de conforto e segurança acessível a todos os usuários interessados. Na construção civil, a automação já é um diferencial a ser oferecido aos clientes de modo a permitir que o morador possa adequar o conforto e a segurança às suas necessidades e orçamento, podendo programar as luzes e cortinas para criar um cenário agradável no ambiente, ou ainda acessar os sistemas de segurança de sua residência de forma remota através da internet. Em resumo, a automação residencial é uma coleção de equipamentos, sistemas e subsistemas, que possuem habilidade para interagir entre si, permitindo o estabelecimento de funções independentes com o objetivo de unir toda a tecnologia existente para obter o melhor conforto e lazer dentro de casa, podendo ser um sistema de segurança (portões eletrônicos, circuitos de câmeras), *home theater*, acionamento automático das luzes e som ambiente com apenas um comando do usuário da residência (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

Por fim, com os recentes avanços tecnológicos surgiu a chamada Internet das Coisas, com origem no termo inglês *Internet of Things* (IoT), e com isso se tornou possível que objetos físicos embarcados com sensores e atuadores, conectados por redes e se comunicando com o uso da internet, possam criar uma rede de objetos inteligentes capazes de realizar variados processamentos, interagir com o ambiente e reagir a estímulos externos. Esses objetos, uma vez interconectados entre si e com outros recursos (físicos ou virtuais) permitem o surgimento de uma infinidade de aplicações até então impossíveis. Em resumo, se pode dizer que a Internet

das Coisas é uma extensão da Internet que atualmente se utiliza, porém, sendo capaz de proporcionar aos objetos que tenham capacidade computacional e de comunicação, se conectarem à rede mundial de computadores e assim permitir o controle remoto dos mesmos, além de permitir que os próprios objetos sejam acessados como provedores de serviços. A automação residencial tem sido um grande desafio para as engenharias que se relacionam com tecnologia, incluindo a Engenharia Elétrica. O mercado, cada vez mais, tende a desenvolver dispositivos inteligentes das mais variadas formas contidas no ambiente residencial. Atualmente existem dispositivos que interagem com sistemas de segurança, monitoramento, sistemas de áudio e vídeo, entre outras opções que visam o conforto do usuário no ambiente.

Desde a pré-história que o homem busca mecanizar suas atividades, ou seja, a automação não é algo novo. A palavra “automação” vem do latim “*automatus*” e significa mover-se por si; podendo ser definida como sendo um sistema automático que age por si próprio, sem a necessidade da atuação humana no sistema, realizando tarefas automaticamente. No ambiente das residências surgiu o termo “Automação Residencial”, que é um ramo de estudo das automações também conhecido como domótica, com origem na Europa, sendo a palavra derivada do termo francês *domotique*, surgido em 1980 e que se originou da junção da palavra latim *domus*, que significa casa, e da palavra robótica que vem do checo *robot*, que é o controle automatizado de algo. (COELHO; CRUZ, 2017).

Contudo, existem várias definições sobre o tema e variam um pouco de acordo com cada autor. Para Abreu (2013), a domótica é conhecida como uma ciência moderna em engenharia de instalações para edifícios inteligentes e é uma tecnologia que engloba quatro fatores fundamentais: eficiência energética, segurança, comunicação e conforto. Pode ser encontrada ainda que a definição que domótica é a automação e o controle aplicados à residência mediante o uso de equipamentos que dispõe de capacidade para se comunicar interativamente entre eles e com capacidade de seguir as instruções de um programa previamente estabelecido pelo usuário da residência e com possibilidade de alterações conforme interesses.

Para Muratori e Dal Bó (2014), pode ser usada a definição que agrega a ideia de integração como sendo um processo que possibilita ao usuário usufruir o máximo de qualidade de vida em sua habitação com o uso de diferentes soluções e equipamento. De toda forma, as definições convergem para o fato da domótica ter como princípio básico permitir maior qualidade de vida, reduzir o trabalho doméstico, aumentar o bem-estar e a segurança, possibilitar o uso racional de energia e o planejamento dos meios de consumo, e ainda oferecer continuamente novas aplicações.

Várias mudanças que estão ocorrendo no perfil demográfico e nos hábitos da população brasileira nas últimas décadas, em especial o aumento da expectativa de vida, o crescimento do número de famílias não convencionais e também a redução do número de filhos. No período de 2005 para 2015, a proporção de idosos de 60 anos ou mais na população do Brasil passou de 9,8% para 14,3%, enquanto a proporção de arranjos unipessoais passou de 10,4% para 14,6%. Estas alterações estão relacionadas ao envelhecimento populacional, uma vez que a proporção de arranjos unipessoais formados por pessoas de 50 anos ou mais passou de 57,3% para 63,7% (IBGE, 2016).

Com o aumento da faixa etária da população, inevitavelmente as pessoas com idade já avançada são acometidas por enfermidades típicas desta fase da vida e que limitam suas atividades. Nesse sentido, valiosos recursos tecnológicos podem ser incorporados às instalações domésticas pela automação residencial, possibilitando a atuação supervisionada e não supervisionada de dispositivos eletrônicos em tarefas complexas, interagindo com usuários e com o meio físico, e com isso reduzindo as barreiras que dificultam as atividades destas pessoas, propiciando maior independência e ainda contribuindo para que o idoso possa continuar residindo em seu próprio domicílio, caso seja sua opção. Todos estes fatores, aliados ao crescimento da violência urbana, contribuem de alguma forma para que as pessoas se isolem cada vez mais em suas residências, e por sua vez influenciam diretamente e devem ser considerados na concepção dos projetos para novas moradias (DIAS; PIZZOLATO, 2004).

Por outro, o uso racional de energia se torna cada vez mais necessário, sendo que o emprego da automação é um grande aliado. Em algumas residências, o consumo de energia observado nos últimos anos chega a ter um custo maior que os gastos pessoais, levando construtores e desenvolvedores à criação de sistemas de gerenciamento racional de energia. Há uma década atrás, a automação residencial era vista apenas como luxo, havendo uma associação com a famosa “Casa dos Jetsons”, porém com o avanço das tecnologias e o passar do tempo, essa cultura foi sendo assimilada juntamente com os equipamentos que surgiram e passaram a fazer parte da rotina. Entretanto, ainda é uma missão difícil difundir a ideia entre os mais céticos, mas ainda assim, a evolução é inegável e já pode ser considerada uma “viagem sem volta” (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

De acordo com Dias e Pizzolato (2004), segundo informações da Associação Brasileira de Automação Residencial (AURESIDE) ao se referir à domótica nas construções, é possível assegurar que construir “com algum diferencial” é atualmente uma ferramenta de marketing para o setor. Os mais jovens buscam novidade e os mais velhos, segurança; ambos encontrados nos sistemas de automação. A incorporação das novas tecnologias ao ambiente residencial

possibilita as chamadas “casas conectadas” que permitem ao usuário, em qualquer local do mundo, supervisionar, gerenciar e comandar remotamente a sua residência, e ainda oferece à arquitetura uma nova oportunidade na arte de conceber as novas moradias, aumentando a qualidade de vida de seus ocupantes, respondendo a suas necessidades de comunicação, segurança, controle e gerenciamento das instalações e, ainda, racionaliza o consumo de energia e água, oferecendo uma parcela de ajuda na preservação do meio ambiente. Na Europa e Estados Unidos a automação residencial já é bastante difundida, porém no Brasil ainda é relativamente recente, portanto, tem muito a evoluir, fazendo crescer a demanda, estimulando a formação de profissionais especializados e em consequência a redução dos custos de implantação.

Com base nas informações apresentadas, o trabalho tem o objetivo principal de analisar a viabilidade de implantação da automação residencial com base nos pilares de conforto, segurança, comunicação e eficiência energética. Para que esta análise seja possível, são apresentados os elementos que podem fazer parte de uma “residência inteligente”, as vantagens que podem ser obtidas com a automação, os sistemas aplicados, os tipos de tecnologias disponíveis, os vários subsistemas que podem fazer parte do projeto, a integração dos equipamentos automatizados com a Internet e seus impactos na evolução do funcionamento dos ambientes residenciais e rotina dos usuários através da Internet das Coisas, e também um estudo de mercado da automação residencial. Por fim, o trabalho apresenta um estudo de caso envolvendo o projeto e a instalação de um sistema de automação em uma residência estilo *loft*, e com base nesta implantação, apresenta a avaliação dos pontos positivos, negativos e principais pontos de atenção na implantação.

2 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A automação residencial é um sistema composto de uma rede de comunicação que permite a interconexão de uma série de dispositivos, equipamentos e outros sistemas, com o objetivo de obter informações sobre o ambiente residencial e o meio em que ele se insere, e desta forma, efetuar determinadas ações com a função de supervisão ou gerenciamento. Um sistema de automação residencial bem integrado e conectado às redes externas de telefonia, TV a cabo, Internet e energia possibilita ou potencializa aplicações, anteriormente citadas, como: segurança, gestão de energia, comunicação, automação de tarefas domésticas, educação e entretenimento, escritório em casa, conforto ambiente, gerenciamento e supervisão das instalações (DIAS; PIZZOLATO, 2004).

O quadro abaixo traz os tipos de sistemas e também a evolução na adoção de algumas das tecnologias mais consolidadas para casas inteligentes (em porcentagem nos imóveis residenciais novos) até o ano de 2015 a nível mundial. No acumulado, o cabeamento estruturado é o sistema com maior percentual, sendo o sistema que será usado no estudo mostrado no decorrer do trabalho.

Quadro 1 – Evolução dos sistemas aplicados em novas residências

Tecnologia	2003	2004	2005	2006	2015
Cabeamento Estruturado	42%	61%	49%	53%	80%
Monitoramento de Segurança	18%	28%	29%	32%	81%
Multiroom e Áudio	9%	12%	15%	16%	86%
Home Theater	9%	8%	11%	12%	86%
Controle de Iluminação	1%	2%	6%	8%	75%
Automação Integrada	0	2%	6%	6%	75%
Gerenciamento de Energia	1%	5%	11%	11%	62%

Fonte: Adaptado de (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

A automação residencial, que no início era restrita aos sistemas autônomos destinados a comandar um dispositivo ou outro sistema como, por exemplo, o sistema de ventilação, refrigeração, exaustão e aquecimento do ambiente com ajustes predefinidos e sem qualquer integração com demais elementos das instalações prediais, evoluíram para os sistemas integrados que podem ser definidos como aqueles que, por meio de um dispositivo, integram e controlam vários equipamentos ou sistemas de uma instalação. Os dispositivos como detectores, sensores, captadores e atuadores recebem e trocam informações entre eles ou com unidades centrais inteligentes, sendo capazes de analisar e processar os dados recebidos, e assim

enviar sinais, para efetuar acionamentos ou ajustes, a determinados equipamentos e/ou gerar sinalizações e/ou avisos, podendo ainda, em alguns casos, receber respostas de confirmação da operação (DIAS; PIZZOLATO, 2004).

Em Coelho e Cruz (2017) são apresentados os dispositivos mais comuns usados em uma rede domótica e também a definição das funções de cada um.

- a) Sensores: são dispositivos que coletam dados do campo, sejam variáveis utilizadas no controle de temperatura, velocidade, pressão, vazamentos; ou para coletar dados para histórico e controle na contagem de objetos ou medições de tensão e corrente, por exemplo. Estes dispositivos são classificados como “dispositivos de entrada”, pois a informação entra no sistema e é enviada para o computador a partir deles. São ideais para serem usados na garagem, cozinha, sala, dispensa e *hall*, corredores, escadas e áreas de serviço, controlando a iluminação caso existam pessoas presentes, fato que gera um potencial de economia de energia de até 60%. Este dispositivo detecta automaticamente a radiação infravermelha, emitida pelo corpo humano, para então entrar em ação.
- b) Atuadores: são “dispositivos de saída”, já que a informação sai do sistema para o equipamento físico, para que este realize a tarefa para o qual foi programado. Realizam o controle de elementos como eletroválvulas e motores, a função de ligar, desligar ou variar a iluminação ou aquecimento, ventilação e ar-condicionado, sirene de alarme; tendo um uso bastante versátil, e podendo ser do tipo magnético, hidráulico, pneumático, elétrico ou de acionamento misto.
- c) Controladores: são os dispositivos responsáveis pela gestão da instalação automatizada, atuando de forma a receber a informação dos sensores e transmitir aos atuadores para que o comando seja realizado.
- d) Dispositivos Específicos: são elementos necessários ao funcionamento do sistema como modems ou roteadores, e que permitem o envio de informação entre os diversos meios de transmissão onde viaja a mensagem.

Atualmente, as residências já podem dispor dos sistemas denominados complexos que atuam não somente como controladores remotos, mas também como gerenciadores, com comunicação em mão dupla e retroalimentação de status entre os sistemas que compõem as instalações automatizadas, podendo ser personalizados de acordo com as exigências do cliente. De acordo com Dias e Pizzolato (2004), com os avanços recentes, a evolução dos sistemas caminha na direção de tecnologias baseadas em modelos de redes neurais. Essas redes são compostas de dispositivos artificiais que se baseiam nos mecanismos da aprendizagem, inspirados no cérebro humano, com técnicas de predição do reforço. Por exemplo, um sistema

de automação poderá, após repetidos comandos ajustados, “aprender” a regular a temperatura de refrigeração do ambiente e ligar uma cafeteira, antecipando o retorno de um morador a sua residência e permitindo assim, que ele encontre a temperatura de sua residência confortável e o seu café pronto no momento de ser bebido.

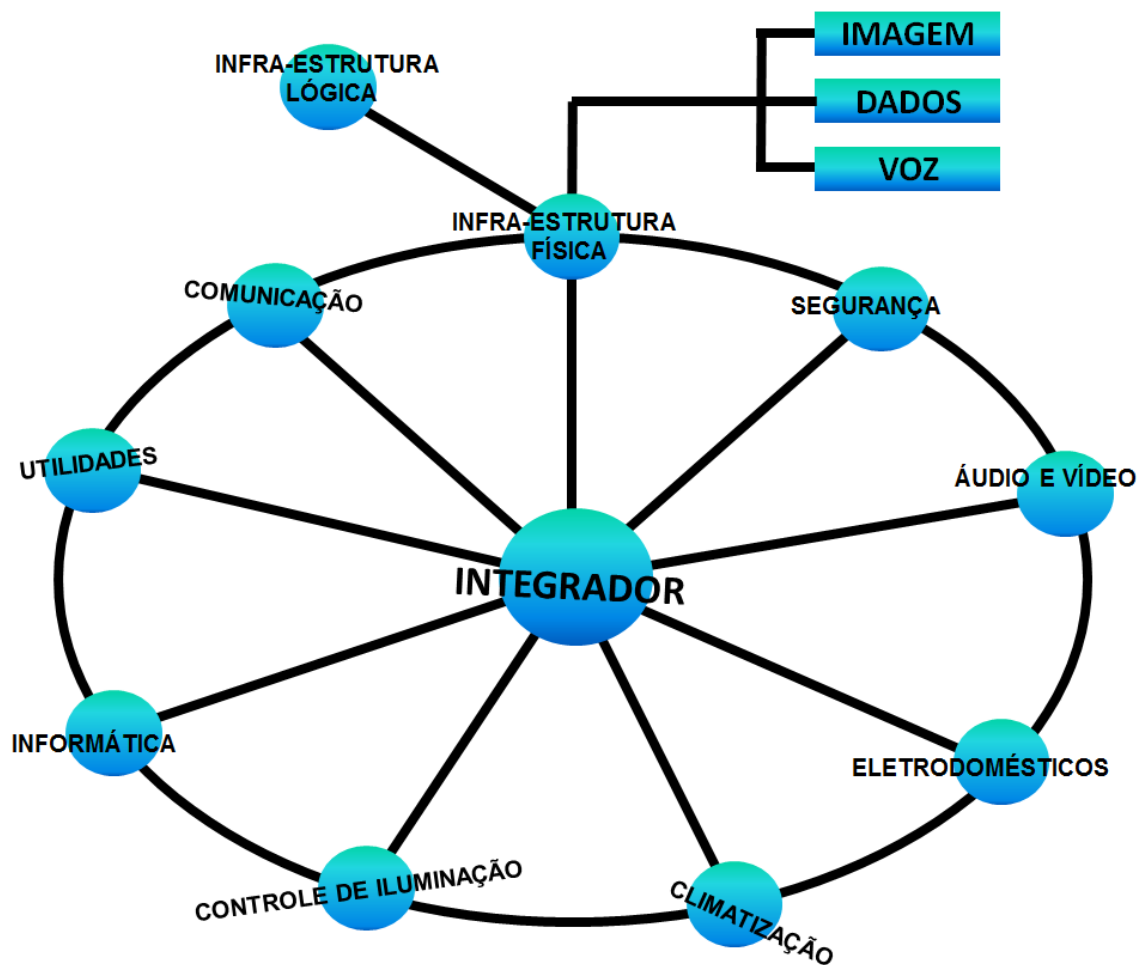
Os sistemas mais usuais de automação podem ser de tecnologias distribuídas ou centralizadas. Os sistemas centralizados são aqueles que dispõem de uma unidade central de controle pela qual todos os dispositivos da instalação são conectados, tanto para o recebimento dos sinais dos sensores, quanto para enviar os comandos e ajustes aos dispositivos receptores para que executem as operações após o processamento dos sinais. Os sistemas com tecnologias descentralizadas ou distribuídas são formados por diversos dispositivos com processamento inteligente próprio, onde cada um tem uma função específica dentro das inúmeras necessidades do sistema de automação. Nesse caso, são distribuídos por toda a extensão da instalação e interligados por uma rede que se comunica e envia sinais entre sensores e atuadores que podem se encontrar próximos ou integrados ao ponto de controle e monitoramento. Nem todos os produtos de automação residencial apresentam facilidades para integração, e isto resulta em grande diversidade de tecnologias e protocolos de comunicação; entretanto, já é possível notar que os fabricantes buscam soluções de convergências, tanto para os meios físicos e das formas de transmissão dos sinais como também para os produtos da instalação domótica (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

Segundo Pinheiro (2004), recentes pesquisas apontam para um caminho sem volta que levará para a total convergência entre as várias tecnologias, padrões, dispositivos e aplicações para redes de comunicação sem fio nas próximas décadas. Além dos telefones celulares, PDAs e notebooks, outros aparelhos como geladeiras, TVs de alta resolução, fornos de micro-ondas e câmeras digitais também funcionarão nas novas redes de comunicação e possuirão conexões em rede, permitindo seu controle e monitoramento à distância. Em um projeto de automação residencial, a integração dos diferentes elementos das instalações deve ser uma questão primordial. A Figura 1 apresenta um sistema de automação residencial composto dos diversos sistemas e elementos interligados e integrados das instalações domésticas, sendo o principal objetivo da integração, oferecer aos usuários a ampliação de resultados.

Um bom exemplo dessa integração, conforme Dias e Pizzolato (2004), pode ser observado quando os sensores de um sistema de vigilância de uma residência, integrado a outros elementos da instalação, captam uma ameaça de invasão na residência e acionam, imediatamente, a iluminação de alguns ambientes ou então o sistema de irrigação do jardim com o propósito de fazer com que o intruso mude de ideia e abandone o local. Simultaneamente,

a gravação é acionada pelo sistema de vídeo, apresentando imagem do invasor num canto da tela da TV e um aviso sonoro é emitido pelo sistema de áudio. Caso a invasão ainda persista, a porta do canil é aberta pelo sistema para libertar os cães, enquanto as portas de acesso da residência são travadas. Por fim, o sistema faz a ligação para a polícia ou para outro número previamente programado.

Figura 1: Integração de sistemas residenciais



Fonte: Adaptado de (DIAS; PIZZOLATO, 2004).

3 TECNOLOGIAS USADAS NA DOMÓTICA

Conforme mostrado na Figura 1, o sistema domótico é interligado por uma rede de comunicação (cabada ou sem fios) que conecta e transmite as informações obtidas dos diversos elementos distribuídos na edificação por meio de um comando ou capturadas do ambiente. Essas informações são conduzidas aos dispositivos que podem efetuar ações, sinalizar ou fornecer elementos para leitura. Sinais de dados, telefonia, áudio e vídeo também podem ser transmitidos por essa rede; porém é necessária a instalação de sistemas e de protocolos apropriados que permitam garantir a conectividade e integração entre as múltiplas funcionalidades dos dispositivos (DIAS; PIZZOLATO, 2004).

A existência de variados protocolos de comunicação que não são compatíveis é um dos fatores que dificultam o crescimento e evolução da domótica, pois todos os desenvolvimentos são feitos em produtos diferentes e dessa forma a escolha pela parte do cliente torna-se mais complicada e confusa, o que limita o mercado. Outro problema existente é a dificuldade em instalar e configurar um sistema, tendo esta ação que ser efetuada por um técnico especializado, o que torna uma barreira ao cliente que queira configurar sua própria casa (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

A infraestrutura de uma rede domótica utiliza programas, equipamentos pontuais e centrais para promover a comunicação entre a estrutura física e os dispositivos conectados. As tecnologias das redes domóticas estão divididas em quatro padrões principais: *Power Line Communication* (PLC), BUSLINE, *Wireless* e Cabeamento Estruturado; sendo que esses três primeiros sistemas possuem a vantagem de não interferir muito na instalação elétrica já existente e graças à sua facilidade de aplicação são indicados para estruturas já existentes e pequenas reformas. Para o caso de uma nova construção com o uso de centrais de automação, os sistemas de cabeamento estruturado são os mais indicados (COELHO e CRUZ, 2017).

3.1 Sistema PLC

O sistema PLC foi desenvolvido na Escócia nos anos de 1970 e se baseia no uso da própria instalação elétrica da edificação para fazer a transmissão dos comandos dos aparelhos eletrodomésticos e desta forma, controlar os pontos de potência, não necessitando que seja instalado um novo cabeamento. As principais tecnologias desenvolvidas para este sistema são: X-10, *Insteon* e *Lonworks* (COELHO e CRUZ, 2017).

O protocolo X10 é o protocolo mais antigo e conhecido, sendo utilizado atualmente por entusiastas por conta de seu baixo custo e fácil manuseio. O funcionamento do sistema X10 dá-se por meio de disparos curtos de baixa voltagem, na frequência de 120 kHz, como pulsos de informações digitais. Em 1997 teve sua patente quebrada, possibilitando a utilização desta tecnologia por diversas empresas na fabricação de dispositivos, e com isso, resultando em uma grande difusão e diversificação de produtos para o sistema. No entanto, é um sistema bastante criticado pelo seu meio físico e por conta de sua simplicidade, o que gera frequentes situações de erro, não sendo muito confiável. Embora apresente estas limitações em relação aos aspectos técnicos e recursos apropriados, é o protocolo mais utilizado no mundo atualmente, estando bastante desenvolvido e com uma vasta linha de produtos (DIAS; PIZZOLATO, 2004).

O *Insteon*, tecnologia da empresa *Smart Homes*, é uma tecnologia de domótica que permite que interruptores de luz, luzes, termostatos, sensores de vazamento, controles remotos, sensores de movimento e outros dispositivos acionados eletricamente interajam através de linhas de energia, comunicação por radiofrequência (RF) ou ambos; empregando uma topologia de rede de malha dupla na qual todos os dispositivos são pares e cada dispositivo transmite, recebe e repete mensagens de forma independente. Assim como outros sistemas de automação residencial, ele foi associado à Internet das Coisas, sendo equivalente a uma versão mais atual do X10. Este sistema possui verificação de erros dos comandos, e desta forma permite maior confiança nas comunicações quando comparado ao X10. Essa tecnologia é compatível com equipamentos X10, mas apenas em 2008 começou a funcionar na Europa, já que até essa data todos os equipamentos funcionavam com 110 V (COELHO e CRUZ, 2017).

O *Lonworks* é um padrão de protocolo de rede especificamente dirigido ao desempenho, confiabilidade de aplicações de controle com grande influência na América do Norte. A plataforma é construída em um protocolo de baixa largura de banda criado pela empresa americana Echelon Corporation na década de 1990 para dispositivos de controle funcionarem sobre par trançado, além da transmissão de dados sobre a rede elétrica, cabo de par trançado, fibras óticas e rádio frequência. Este padrão é muito popular para automação de várias funções prediais como a iluminação, ar condicionado e climatização (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

3.2 Sistema BUSLINE

De acordo com Muratori e Dal Bó (2014), os sistemas *BUSLINE* usam uma arquitetura de comunicação baseada em um barramento composto por um cabo de par trançado de 24 volts em paralelo aos cabos da rede elétrica, compartilhando a mesma infraestrutura física, e desta

forma reduzindo custos de material e mão de obra. Os cabeamentos telefônicos convencionais também podem ser utilizados no compartilhamento desses sinais como meios de transmissão, principalmente áudio e vídeo, sendo que assim é possível a interconexão entre todos os módulos ligados ao barramento. Isso faz com que o sistema fique mais confiável, e com a possibilidade de configuração independente de falta de energia na linha principal. As principais tecnologias deste sistema são: *Bati-Bus*, EIB, EHS e KNX.

O padrão KNX foi criado pela KNX Association, sendo o padrão de maior sucesso na Europa e tendo se popularizado cada vez mais pelo mundo devido à sua eficácia, embora seus componentes possuam um preço bastante elevado. É um padrão que foca a gestão das instalações elétricas, gestão de recursos e o controle e segurança do ambiente. O padrão KNX herda a maior parte das suas características do EIB (*European Installation Bus*), que até então era o barramento mais utilizado. Foi desenvolvido pela European International Business Academy (EIBA) e sua principal característica é a inexistência de um nó central a controlar as comunicações, sendo aplicável tanto ao atendimento às instalações industriais como às comerciais e residenciais. O sistema consiste em um conjunto descentralizado de sensores e atuadores em que cada um toma as suas decisões e é responsável pela alimentação e comunicação dos equipamentos, sendo considerado uma solução eficaz, porém de preço elevado. Já o EHS era financiado e mantido por instituições públicas europeias. É um padrão aberto que suporta diferentes tipos de barramentos. E por fim, o *Batibus*, que era orientado ao controle técnico e de segurança dos edifícios, utiliza um barramento em par trançado e suporta diversas arquiteturas (COELHO e CRUZ, 2017).

3.3 Sistema *Wireless*

Diversas empresas de tecnologia no mundo têm investido grandes esforços no desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias para as redes de comunicação com os sistemas *wireless* ou também chamados de “sem fio”, sendo muito populares em todo o mundo. São tecnologias totalmente baseadas em radiofrequência e sinais infravermelhos, porém existe a desvantagem desse sistema consiste na falta de confiabilidade em função das interferências e quebras de sigilo devido a acessos indevidos, o que pode acarretar inclusive em mudanças de comandos. As principais tecnologias utilizadas neste sistema são: *Wireless Fidelity*, *Bluetooth*, *ZigBee* e *Z-wave* (COELHO e CRUZ, 2017).

3.3.1 *Wireless Fidelity*

De acordo com Dias e Pizzolato (2004), o sistema *Wireless Fidelity (Wi-Fi)* não apenas permite a interligação entre computadores, mas também entre seus periféricos e à internet, e desta forma conquistaram o mercado, principalmente quando implantados como “*hot spots*” ou “ponto de acesso” em ambientes como hotéis e aeroportos. Sua cobertura pode atingir distâncias entre 60 e 120 metros, de acordo com os obstáculos que os sinais possam encontrar no ambiente.

O padrão *Wi-Fi* opera em faixas de frequências que não necessitam de licença para instalação e/ou operação, sendo um dos atrativos. Contudo, para uso comercial no Brasil é necessário que o equipamento seja homologado pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL). As frequências são livres de licença e o usuário não paga nenhuma taxa, mas são permitidos apenas equipamentos que tenham sido analisados, avaliados e que tenham obtido um certificado de homologação, sendo que esses equipamentos recebem um selo de identificação da agência. Para se ter acesso à internet através de rede *Wi-Fi* é necessário estar no raio de ação ou área de abrangência de um ponto de acesso ou local público onde opere rede sem fios e se usar dispositivo móvel com capacidade de comunicação sem fio. Praticamente todos os dispositivos portáteis existentes no mercado vêm de fábrica com dispositivos para rede sem fio neste padrão (DIAS; PIZZOLATO, 2004).

3.3.2 *Bluetooth*

Existe também presente no mercado o padrão *wireless Bluetooth*, sendo uma tecnologia que trabalha na mesma faixa onde funcionam as redes *Wi-Fi* (2,4GHz), porém com menor custo. Apresenta menor alcance de transmissão, mas ao mesmo tempo permite estabelecer comunicação sem fio entre aparelhos eletrônicos como: computadores, telefones celulares, *Personal Digital Assistans (PDAs)*, equipamentos de escritório e dispositivos móveis como fones. Desenvolvida pela empresa de telecomunicações Ericsson em 1994, a tecnologia foi batizada *Bluetooth* em homenagem a um antigo rei da Dinamarca e da Noruega, Harold Blatand (em inglês, Harold Bluetooth). O nome foi utilizado em referência a sua façanha de ter unificado as tribos norueguesas, suecas e dinamarquesas, já que a tecnologia é justamente uma forma de unificação de diferentes dispositivos. A comunicação do *Bluetooth* se dá através de uma rede chamada *piconet*, que só permite a conexão de até oito dispositivos; mas é possível sobrepor mais *piconets*, possibilitando o aumento de conexões pelo método chamado de *scatternet* e assim aumentar essa quantidade. Embora já existam classes de *Bluetooth* que possuam alcance

de até 100 metros, a maioria dos dispositivos conta com alcance de 1 a 10 metros, sendo uma desvantagem na comunicação, porém melhorando a segurança dos usuários. Outra garantia de ambiente seguro presente no *Bluetooth* é que, antes de efetuar trocas de dados e arquivos entre aparelhos, normalmente é necessário ativar a função através das configurações dos dispositivos (DIAS; PIZZOLATO, 2004).

3.3.3 Zigbee

Esta tecnologia suporta baixas taxas de dados, atendendo ao monitoramento e controle remotos e às aplicações de redes de sensoriais, além de oferecer soluções em redes sem fio, com baixo consumo de potência. Essa tecnologia foi criada no ano de 2006, sendo que o desenvolvimento somente foi possível através de esforços concentrados de mais de 150 companhias, como a Honeywell, Invensys, Mitsubishi, Motorola, Samsung que, juntas formaram o consórcio denominado Zigbee Alliance com o objetivo de buscar o desenvolvimento das potenciais facilidades utilizando soluções sem fio para as aplicações dos produtos usuais. Para alcançar esse objetivo, é fornecida uma plataforma de atendimento às necessidades de controle e monitoração remota, de forma simples, confiável, de baixo custo e reduzido consumo de energia. O alcance da transmissão obtido com tecnologia *ZigBee* é considerado pequeno, com as distâncias variando de 10 a 75 metros, dependendo das condições do ambiente e da potência de saída do dispositivo. Sua rede de monitoramento e automação, em diversas aplicações quer sejam industriais, comerciais ou residenciais, tem possibilidade de conectar até 255 dispositivos (DIAS; PIZZOLATO, 2004).

A especificação é pensada para utilização em aplicações com baixos requisitos para transmissão de dados e equipamentos com fontes de energia limitadas, sendo os dispositivos ideais para aplicações de baixo consumo, como é a domótica. Este protocolo utiliza perfis que definem tipos de dispositivos e todos os componentes de um sistema que estejam com o perfil, possuem as mesmas definições. Desta forma é possível encurtar o tamanho do cabeamento e melhorar a dinâmica das comunicações. O primeiro perfil criado pela Zigbee Alliance foi o “*home automation*” que define os dispositivos necessários para criar um sistema doméstico e um dos principais mercados de aplicação para o *Zigbee* inclui o controle e automação da temperatura e luminosidade, monitorar o edifício e executar tarefas de vigilância com o mínimo de interação humana (COELHO e CRUZ, 2017).

3.3.4 Z-Wave

Desenvolvida especialmente para automação residencial por uma empresa chamada Zensys, a tecnologia *Z-Wave* é considerada uma das tendências para sistemas de automação residencial. É um protocolo de comunicação completamente sem fios que usa uma largura da banda estreita para enviar comandos de controle e, potencialmente, dados secundários. Essa forma de comunicação é um meio simples, confiável, de baixo consumo, de ondas rádio que facilmente viajam através das paredes, pisos e armários; porém não tem largura da banda suficiente para transmissão de áudio ou vídeo (MURATORI e DAL BÓ, 2014).

É considerado um sistema wireless da próxima geração, "ecossistema", que permite a comunicação de todos os aparelhos elétricos uns com os outros, e ainda via controle remoto. As funcionalidades *Z-Wave* podem ser acrescentadas a praticamente qualquer dispositivo eletrônico dentro de uma casa, até mesmo aos dispositivos que normalmente não seriam identificados como "inteligentes", como persianas, termostatos e iluminação doméstica; com possibilidade de controlar os dispositivos remotamente a partir de um *notebook* ou telefone móvel com acesso, a partir de qualquer lugar do mundo, através da internet. A tecnologia *Z-Wave* utiliza transmissão entre módulos via radiofrequência para estabelecer sua comunicação, usando o modelo estrutural de rede em malha (232 unidades no máximo) como base, o que permite que dois "nós" utilizem outros "nós" para efetivar sua comunicação, podendo alcançar aproximadamente 30 metros, e cada módulo age como um amplificador para o sinal recebido e o retransmite para outro até o receptor destino. Pelo fato deste protocolo funcionar em sua própria frequência, não irá interferir com outros equipamentos sem fios da casa (DIAS; PIZZOLATO, 2004).

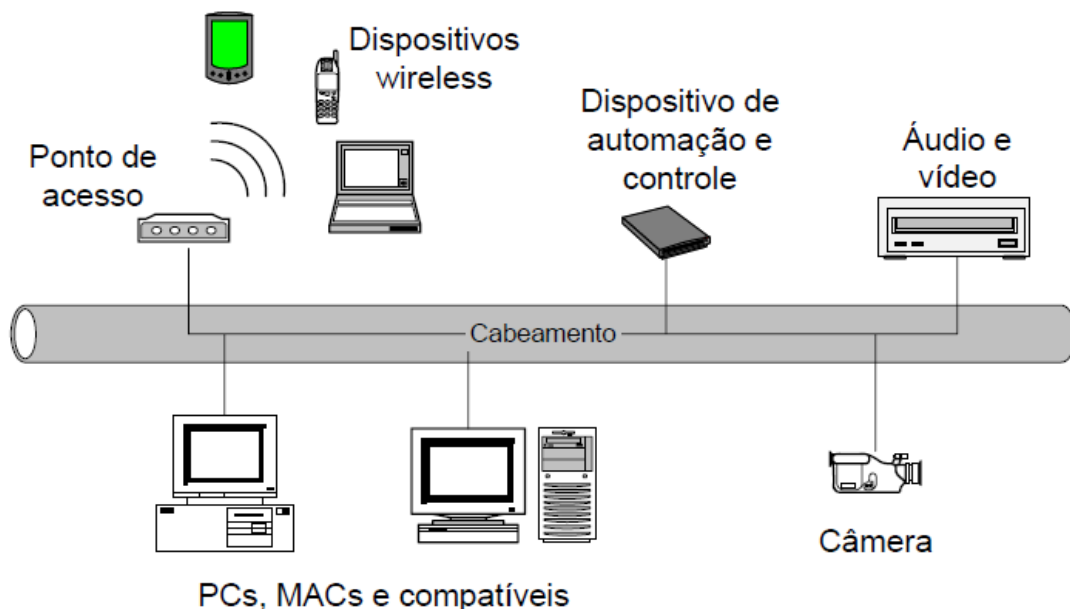
3.4 Cabeamento Estruturado

O cabeamento estruturado surgiu da necessidade de se padronizar e organizar as instalações das redes de computadores locais emergentes no final dos anos 1980, sendo que, cada vez mais a infraestrutura física dos sistemas de telecomunicações foi se tornando um importante componente empresarial. No mundo digital competitivo da atualidade, se a rede local sofrer panes constantes por falha no cabeamento físico, nenhuma organização consegue sobreviver, então o cabeamento estruturado pode ser considerado o suporte tecnológico das empresas conectadas nesta era da Internet (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

O cabeamento estruturado consiste em um método padronizado para se cabear uma rede de acordo com as normas de segurança como ANSI, EIA e TIA, as melhores práticas e o maior aproveitamento dos recursos disponíveis. Uma das principais características do cabeamento estruturado é a de se redirecionar por diferentes caminhos dentro de uma mesma estrutura, para a comunicação entre pontos distintos. A flexibilidade e adaptação às mudanças também são fatores positivos para a utilização desta tecnologia. Este conceito surgiu nos serviços de tecnologia de voz, porém, não demorou em se tornar uma solução para atender aos mais variados serviços de dados devido à grande adoção por parte das empresas e a organização criada por meio das normatizações (ADEMAR; GAUER, 2014).

O sistema de cabeamento estruturado, conforme Figura 2, possibilita a interconexão entre equipamentos de telecomunicação, equipamentos eletrônicos e computadores em ambientes, tendo como base a flexibilização. Permite a instalação de uma rede padronizada, de forma que qualquer serviço pode funcionar bastando apenas mudar o equipamento de tomada; porém a principal vantagem sobre os sistemas *wireless* está na possibilidade de se contar com um sistema de alta confiabilidade, baixo custo e que possibilita o uso de grandes velocidades de transmissão de dados, principalmente transporte de elementos de comunicação, sejam eles áudio, internet ou vídeo (COELHO e CRUZ, 2017).

Figura 2: Exemplo de rede doméstica



Fonte: (BOLZANI, 2004, p. 36).

Um ponto importante a ser esclarecido é que o cabeamento estruturado é um processo de engenharia mais relacionado com construção civil e com as instalações elétricas, do que com

a área de Tecnologia da Informação e Comunicação, de forma que os profissionais em formação, como eletrotécnicos e engenheiros eletricitistas, tomem para si a responsabilidade por esse sistema. O conceito de cabeamento estruturado não é novo, mas não possui a história das instalações elétricas. Os principais serviços que utilizam sistema são as redes de comunicação e internet; e assim o seu ciclo de modernização é dinâmico e vinculado ao desenvolvimento das redes de dados. A capacidade dos cabos de cobre (pares trançados) usados nos sistemas de cabeamento estruturado saltou de 16 MHz de largura de banda para 500 MHz para suportarem as redes de dados que cresceram de 10 Mbps para 10 Gbps (COELHO e CRUZ, 2017).

Ainda de acordo com Coelho e Cruz (2017), ao longo de sua evolução o cabeamento estruturado se mostrou capaz de transportar uma quantidade maior de sinais de comunicação, além dos triviais sinais de voz e dados. Atualmente, grande parte dos sistemas de automação, controle e segurança podem usar esse sistema para fazer suas conexões físicas, tendo as seguintes vantagens:

- a) Padronização: o cabeamento estruturado é bem padronizado, com suporte de normas desde 1990, além do fato que os profissionais envolvidos conhecem valores, termos e limites corriqueiramente, fazendo com que as instalações cresçam com qualidade, capacidade e equivalência.
- b) Superdimensionamento: um dos principais desafios do cabeamento estruturado é a longevidade no sentido de acomodar durante toda a sua vida útil as novas aplicações, o aumento na velocidade das redes, entre outras inovações. É preciso haver equilíbrio entre o que à primeira vista parece ser superdimensionamento no momento da instalação, mas que se tornará adequado ao uso futuro, protegendo o investimento e minimizando gastos com mudanças.
- c) Em paralelo a esses dois fatores que impulsionaram a convergência em nível físico (diferentes protocolos, codificações e tipos de transmissão analógicos e digitais no mesmo tipo de cabo), outro fenômeno também promove a convergência em nível lógico e assim acelera o uso de múltiplos serviços com o cabeamento estruturado, sendo conhecido como “tudo sobre IP - *Internet Protocol*”. Este fenômeno é tão acelerado quanto a evolução da internet, sendo muito comum que telefones, câmeras IP e os dispositivos dos sistemas de automação como sensores e controladores também evoluam no mesmo sentido. Toda essa evolução é transparente para o cabeamento estruturado que desde sempre executa conexões Ethernet e IP.

Em Coelho e Cruz (2017) é citado que o cabeamento estruturado pode ser caracterizado como uma infraestrutura de telecomunicações de um complexo, consistindo de um número de

pequenos elementos padronizados chamados subsistemas, cuja função é estabelecer uma instalação padronizada, com vida útil média de dez anos e ainda a possibilidade de adaptação a alterações de *layout*, sem necessidade de novas instalações de cabeamento. As instalações de cabeamento estruturado levam em conta a economia de investimento em médio prazo de acordo como os fatores:

- a) Entrada de Facilidades: local físico que faz a interface com o mundo externo;
- b) Sala de Equipamentos: hospeda os equipamentos de telecomunicações;
- c) Salas de Telecomunicações: hospedam os equipamentos de telecomunicações que interligam o subsistema do cabeamento vertical com o subsistema de cabeamento horizontal, assim como os equipamentos de interconexão;
- d) Cabeamento Vertical: conecta os subsistemas de entrada de facilidades, sala de equipamentos, e salas de telecomunicações entre si;
- e) Cabeamento Horizontal: conecta as salas de telecomunicações a uma tomada de telecomunicação individual de uma área de trabalho;
- f) Área de Trabalho: conecta os equipamentos do usuário final até as tomadas do sistema de cabeamento horizontal.

Recentemente foi adicionado o subsistema denominado Administração, sendo responsável pela documentação e identificação do cabeamento estruturado. O cabeamento estruturado é importante se o objetivo é uma rede trabalhando adequadamente com o mínimo de problemas e perda de largura de banda. Embora exista a possibilidade do cabeamento estruturado perder sua força no mercado, conforme a comunicação *wireless* avança e ganha terreno, é fato que atualmente cerca de 95% das instalações das redes de computadores se baseiam no cabeamento físico. Alterações das normas vigentes ou mesmo novas normas são lançadas constantemente, demonstrando a força do cabeamento estruturado no mercado internacional (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

As normas do cabeamento estruturado são fundamentais por recomendarem aspectos técnicos visando à padronização dos projetos, instalações e testes de certificação do cabeamento estruturado. A padronização de fios e cabos para os sistemas de telecomunicações em edifícios comerciais surgiu no ano de 1991 por intermédio de um órgão responsável pela padronização dos sistemas EIA/TIA, sendo que a norma posteriormente recebeu o nome de ANSI/EIA/TIA-568. Os objetivos principais de uma norma são desenvolver, planejar e fixar padrões para os sistemas de cabeamento, sem importar o fabricante, mas sim a forma como o produto será executado ou construído (COELHO e CRUZ, 2017).

Inicialmente, havia diversos padrões de cabos utilizados para a demanda de uma instalação, não havendo coordenação entre os fabricantes, porém, uma vez reconhecida a necessidade de padronização, diversos profissionais, fabricantes, consultores e usuários reuniram-se sob a orientação de organizações como: ISO/IEC, TIA/EIA, ANSI, ABNT para desenvolver normas que garantissem a implementação do que seria o melhor conceito em cabeamento estruturado e servindo como referência para os próprios fabricantes. No Brasil, eram utilizadas normas internacionais para as atividades de cabeamento, porém com a crescente demanda de serviços de telecomunicações, a ABNT decidiu formar um comitê para elaboração de uma norma nacional, e dessa forma foi elaborada pela Comissão de Estudo de Cabeamento de Telecomunicações a norma NBR 14565, que prevê procedimentos básicos para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para rede interna estruturada (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

3.4.1 *Protocolo CAN*

O protocolo *Controller Area Network* (CAN), segundo Ademar e Gauer (2014), surgiu dos protocolos de comunicação criados na década de 80, quando teve início a popularização dos sistemas automatizados e por consequência, a necessidade de padronização de protocolos. O formato de rede e o protocolo CAN foram desenvolvidos por Robert Bosch em 1983 visando a melhoria da comunicação entre os diversos componentes presentes em um veículo; porém, com o aumento do número de dispositivos de controle e sensores, a espessura dos chicotes (grupo de cabos de conexão) também cresceu, tornando muito complexas a manutenção e detecção de falhas. Desta forma, em 1986, a empresa Bosch tomou iniciativa de apresentar a solução CAN para a Society of Automotive Engineers (SAE), e como a solução foi amplamente aceita, se tornou um dos padrões mais utilizados nos automóveis atualmente.

Ainda de acordo com Ademar e Gauer (2014), apesar do surgimento inicial do protocolo CAN na indústria automobilística, o mesmo se popularizou de tal forma que atualmente é um dos protocolos mais utilizados em indústrias e escritórios onde uma rede de comunicação simples e de baixo custo é necessária para interligar diversos dispositivos, possuindo ainda ótimas aplicações residenciais; e devido às diversas vantagens apresentadas, acabou expandindo sua utilização também para as áreas industriais aeroespacial, marítima e militar, entre outras. Dentre as principais características da rede CAN podem ser citadas:

- a) Faixa de Operação de até 1Mbps para curtas distâncias;
- b) Possui uma excelente detecção de erros;

- c) Usa mensagens curtas de até 8 *bytes* por mensagem;
- d) Configuração altamente flexível;
- e) Controle da rede por prioridades nas mensagens.

A rede CAN utiliza o princípio de detecção de portadora para verificar se a mensagem transmitida corresponde de fato à mensagem que o transmissor enviou, e este princípio é utilizado também para verificar se o canal está liberado para o início de transmissão, apresentando ainda o confinamento de falhas que consiste no isolamento de nós defeituosos ou no total desligamento do barramento dependendo da gravidade do erro detectado na rede. Fisicamente consiste em dois contadores presentes nos nós e no barramento, um contador é responsável por detectar erros de transmissão e outro para detectar erros de recepção. Por ser uma rede que não utiliza endereçamento no envio e recebimento de mensagens, a identificação de nós é feita através de um processo simples de filtragem de mensagens onde todas as mensagens são transmitidas em *broadcast*, ou seja, a mensagem transmitida é recebida por todos os nós da rede, e ao receber a mensagem o equipamento faz a filtragem analisando o campo de identificação e verifica se deve ou não completar o pedido enviado (ADEMAR; GAUER, 2014).

4 DOMÓTICA INTELIGENTE

A domótica tem condições de oferecer instrumentos capazes de tornar os lares da população mais confortáveis, seguros, práticos e eficientes, bem como contribuir substancialmente para o atendimento à população de idade avançada e também às pessoas portadoras de necessidades especiais. A crescente oferta de produtos aplicados à domótica, de fácil utilização, intuitivos e iterativos, lançados pelas grandes corporações industriais, sugere a projetistas e integradores da automação residencial, buscar o conhecimento do modo como que se dá a interação das pessoas nos ambientes automatizados, bem como o que esse público espera dos dispositivos e sistemas para melhorar a vida cotidiana. A escolha de um sistema domótico adequado pode proporcionar economia no custo de implantação, criar facilidades para a instalação e para as possíveis expansões do projeto (DIAS; PIZZOLATO, 2004).

Para Sgarbi (2007), algumas características são fundamentais em um sistema inteligente, como por exemplo: ter memória, noção temporal, fácil interação com os habitantes, capacidade de integrar todos os sistemas do ambiente, atuar em várias condições, facilidade de reprogramação e capacidade de autocorreção; ou seja, um sistema de domótica inteligente resulta de um sistema domótico com as características de um sistema inteligente, conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3: Residência inteligente



Fonte: (BOLZANI, 2004, p.8).

O tema domótica inteligente é ainda recente e por este motivo o seu conceito ainda se confunde com o conceito de automação inteligente, ou melhor, processos de automação, nos quais são utilizadas técnicas de inteligência artificial para automaticamente tomar alguma decisão. Segundo Sgarbi (2007), o conceito de domótica inteligente é definido como sendo a

domótica que adapta as regras de automação do ambiente ao comportamento dos habitantes. A domótica inteligente não consiste somente em prover a residência um sistema dotado de controle central que possa aperfeiçoar certas funções inerentes à operação e administração da mesma. Uma residência inteligente é algo como uma residência dinâmica e interativa, ou seja, os sistemas de domótica inteligente devem ter as características de um sistema inteligente e devem interagir com a residência e seus habitantes, aprendendo dinamicamente com seus comportamentos de maneira permanente, pois os hábitos e habitantes estão constantemente mudando.

O foco da inteligência em uma residência deve ser a inversão de responsabilidade no gerenciamento, ou seja, a residência deve se adaptar ao comportamento dos habitantes, e não habitantes se adaptarem ao funcionamento pré-programado da residência, tendo de mudar seus métodos e gostos. Importante notar que ao atuar segundo o comportamento dos habitantes, o sistema também permitirá a diminuição da intervenção do usuário na programação do mesmo, permitindo que usuários com menor familiarização ao tema possam utilizar o sistema (SGARBI, 2007).

A Figura 4 mostra a integração de vários dispositivos na residência.

Figura 4: Integração de sistemas residenciais



Fonte: Adaptado de (EGEWARTH, 2017).

5 DOMÓTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

As constantes mudanças demográficas e na urbanização, mudanças climáticas e globalização, têm causado impacto considerável em todas as classes sociais. A escassez de água e energia elétrica (intimamente interligadas no Brasil, devido à matriz energética adotada no País) já traz sérias restrições ao crescimento do País, e medidas urgentes devem ser colocadas em prática, para que a questão possa ser contornada ou ao menos amenizada. Vale ressaltar que a sociedade deve e pode se mobilizar, independentemente das ações tomadas no nível político. Além da adoção de modalidades de energia conhecidas como eco amigáveis, tais como solar para aquecimento e geração de energia elétrica (fotovoltaica), eólica e biomassa, hábitos sustentáveis de consumo devem ser adotados pela população. Existem também outras possibilidades, sem grandes restrições ou sacrifícios, como a racionalização no uso dos recursos e a ampliação dos projetos das chamadas “edificações verdes”, as quais trazem maior eficiência energética, menores custos de operação e manutenção, além de maior conforto e produtividade (BLATT, 2016).

Um sistema completo de automação residencial possibilita a tomada de decisões inteligentes em função de parâmetros definidos no sistema, proporcionando desta forma a eficiência energética através da racionalização contínua e automática, além de trazer segurança, conforto e acessibilidade para os habitantes, além da sustentabilidade ambiental. Os sistemas de automação residencial tradicionalmente tinham seu foco principal no conforto e segurança; porém estão ocorrendo mudanças neste conceito. De acordo com estatísticas recentes, cerca de 40% da energia mundial é consumida por edificações, ou seja, a automação predial e residencial pode representar também economia adicional da ordem de 15 a 20% da taxa condominial em função de um sistema automático de gestão, e nas residências esta economia pode chegar a 40% da conta de energia elétrica; e tudo isso sem causar prejuízo para os usuários, diferentemente da opção pelo racionamento (BLATT, 2016).

Em 2012 a iluminação representou 16,2% do total de energia elétrica demandada do setor residencial no Brasil, e desta forma, sendo a luz um recurso fundamental no cotidiano da sociedade, o gerenciamento correto do consumo de energia elétrica de dispositivos emissores de luz se mostra essencial no estudo de eficiência energética. Ao estabelecer a concepção de residência, em relação as características de iluminação, alguns métodos devem ser utilizados para aumentar a eficiência dos focos de luz, como a escolha do nível de iluminamento, escolha das lâmpadas e luminárias, cálculo do número de luminárias e sua distribuição. Alguns mecanismos simples podem ser capazes de reduzir a perda de energia com a iluminação de

cômodos desocupados, como é o caso do sensor de presença. Estes sensores usam a radiação infravermelha dos corpos para detectar pessoas e assim acionar ou desligar a iluminação de um ambiente (COELHO; CRUZ, 2017).

Os sistemas de automação precisam ter flexibilidade para acompanhar as tendências tecnológicas que surgem a todo instante sem grandes alterações. A transparência em função da incidência de luz solar e o controle eficiente da luminosidade e temperatura podem ser conseguidos com o uso de vidros polarizados, e nesse caso, cortinas e até o mesmo acionamento do ar-condicionado podem ser dispensados. Se em um passado não muito distante a automação se relacionava apenas ao controle de áudio, vídeo e segurança patrimonial, agora ela passou a ter importante função também em *data centers*, centros de distribuição, além de proporcionar a gestão racional, economia de recursos, acessibilidade, sustentabilidade e, sobretudo, grande economia de custos, com controle facilitado pela integração com *smartphones*, *tablets*, *notebooks* e até mesmo por comandos por voz ou gestos. A sociedade está se tornando mais *smart* (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

Os sistemas de automação residencial, também conhecidos como *Building Automation Systems* (BAS), compreendem o uso de equipamentos eletrônicos que automaticamente realizam funções específicas na construção. A definição de um BAS pode ser dada como um controlador automático de um ou mais sistemas principais em uma edificação, como por exemplo a luz, energia, elevadores e segurança, entre outros; ou simplesmente um BAS serve para integrar demais sistemas domóticos em uma edificação. Dentre os benefícios da automação residencial, existem aqueles que não estão relacionados diretamente à economia de recursos, mas que podem ser obtidos para os demais sistemas (COELHO; CRUZ, 2017).

5.1 Detecção e Controle Mecânico

A utilização conjunta de sensores e atuadores em uma residência inteligente permite que sejam obtidas informações sobre o funcionamento dos diversos sistemas. Alguns destes, classificados como meta sistemas por não contribuírem diretamente para a gestão da residência, mas que atuam sobre todos os outros sistemas domóticos, são sistemas que controlam outros sistemas, “enxergando” e “manipulando” eletronicamente todos os seus pontos vitais. Através do sensoriamento remoto é possível a automatização de tarefas pelos gerenciadores e dispositivos inteligentes (DIs). O sensor/atuador deve ser definido para o sistema de forma muito criteriosa, pois cada tipo tem uma finalidade bem específica, por exemplo um sensor de temperatura pode não ser veloz o suficiente para detectar o início de um incêndio. O sistema de

detecção e controle mecânico determina a função e posicionamento de sensores, detectores e atuadores, sendo o sistema mais básico de uma residência inteligente e de presença constante (BOLZANI, 2004).

5.2 Energia Elétrica

Segundo Bolzani (2004), muitos processos devem ser implementados e integrados com o intuito de projetar e avaliar um sistema de controle de energia. Estes processos incluem aquisição e tratamento de dados, processamento digital de sinais provenientes de sensores ou mesmo de uma simulação computacional através de dados estatísticos, implementação e avaliação de simulações de dispositivos de forma independente, bem como implementações em diversas topologias. Entretanto, a avaliação destas diversas topologias de controle energético de dispositivos não tem se mostrado economicamente viável, e desta forma, a utilização de ferramentas computacionais é de extrema valia para o desenvolvimento de sistemas de controle de energia em residências inteligentes. Através dos procedimentos computacionais é possível se obter resultados práticos de topologia e operação antes mesmo da implementação prática do processo, porém é necessário utilizar a calibração adequada e os parâmetros adequados para se ter a certeza de que a simulação retornará resultados práticos. A implementação na prática deverá ser uma comprovação dos resultados obtidos computacionalmente e servirá para melhorar a interação com o usuário, bem como para otimizar os algoritmos operacionais.

Apesar de parecer contraditório, a redução do consumo de energia elétrica em uma residência pode ser alcançada com a instalação de novos eletroeletrônicos e softwares, no caso de DIs e programas de gerenciamento de energia. Aliado a sensores e atuadores, um programa gerenciador de energia pode otimizar a utilização de equipamentos de alta potência, permitindo um uso mais racional e inteligente da energia. A ativação de equipamentos de grande potência em horários pré-determinados e o controle de portas, janelas e persianas para permitir maior utilização da luz natural são passos iniciais na racionalização. A medição de energia pela concessionária, em breve levará em conta o horário do uso da energia, com a diferenciação na tarifa. Desta forma, será interessante programar a os eletrodomésticos para operar em horários de menores taxas. Os programas de gestão de energia podem incluir sistemas capazes de técnicas de autoaprendizagem temporal, ou seja, ele pode memorizar o esquema de ligações de aparelhos tais como climatizadores e iluminação e com o decorrer do tempo criar bases de dados para calcular o tempo necessário de inicialização de um determinado sistema para obter um conforto adequado. Além disso, durante o período de utilização, o sistema deve ser capaz de

otimizar o uso de energia elétrica, ligando e desligando os sistemas dentro de limites pré-definidos de conforto (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

É indispensável que toda residência inteligente tenha a instalação de um sistema alternativo de energia para manter o funcionamento dos sistemas de segurança mínimos, tais como luzes de emergência, serviços de detecção de incêndio, fechaduras automáticas, assim como todo o equipamento ligado ao Sistema Master da gestão da residência ou equipamentos de cuidado médico (*homecare*) em áreas pré-determinadas. A opção mais adequada para longos períodos de queda é um gerador de energia elétrica, mas deve ser prevista também uma proteção contra faltas repentinas ou surtos por meio de sistemas rápidos como os nobreaks, baseados em baterias (BOLZANI, 2004).

5.3 Aquecimento, Ventilação e Ar-condicionado

Este sistema, conhecido como HVAC (*heating, ventilation and air conditioning*) pode consistir de trocadores de calor externos, caldeiras de água, condicionadores de ar, ventiladores, aquecedores e controle de umidade. O sistema central deverá controlar e gerir a energia dos equipamentos a ele conectados por meio dos dados enviados pelos sensores de temperatura, umidade e ventilação, sendo que a facilidade de gestão, manutenção e monitoramento do sistema está diretamente relacionada ao nível de detalhamento da planta da residência e seus componentes, devendo permitir a alteração da segurança do usuário por meio de controles. É possível encontrar diversos equipamentos condicionadores de ar no mercado, sendo que cada tipo possui várias aplicações dependendo do tamanho do ambiente e do número de pessoas que frequentam. Os aparelhos atuais chegam a ser até 60% mais eficientes, além do fato de que alguns como atuadores, flanges e válvulas, ainda permitem o controle por meio de sistemas de automação, inclusive de maneira remota, permitindo controlar a temperatura, a função de liga-desliga e ainda alterar as funções de aquecimento, umidade, purificação e renovação do ar (BOLZANI, 2004).

Segundo Coelho e Cruz (2017), um dos maiores objetivos da climatização é proporcionar o maior conforto possível, sendo que o sistema pode ser controlado remotamente por celulares ou até pela internet. O funcionamento do sistema pode ocorrer de acordo com a programação dos horários para ativar ou desativar os equipamentos HVAC para poupar energia, ou ainda de acordo com a presença de pessoas e temperatura exterior. De maneira geral, o sistema pode proporcionar:

- a) Otimização da temperatura em relação ao meio externo;

- b) Auto adaptação de acordo com o tempo de resposta dos aparelhos;
- c) Gestão individualizada da temperatura de diferentes ambientes;
- d) Controle à distância da temperatura interna da edificação;
- e) Alternar para um nível menor de consumo, quando o ambiente estiver vazio;
- f) Desativar o aquecimento ou ar-condicionado se alguma janela estiver aberta.

5.4 Iluminação

O sistema de iluminação exerce controle sobre todas as lâmpadas da residência, possibilita a realização de cenas de iluminação, auxilia o sistema de segurança e provê meios para de redução do consumo de energia. De acordo com Coelho e Cruz (2017), a iluminação é fundamental para prover visibilidade aos ocupantes, estética aos ambientes e para segurança para o imóvel, porém a iluminação desnecessária e descontrolada em uma construção não apenas desperdiça energia, mas também aumenta os custos de utilização, inclusive podendo afetar outros sistemas tecnológicos da construção, a exemplo do custo de refrigeração dos espaços onde a iluminação aumenta a temperatura interna. Um sistema de controle providencia a iluminação adequada, de uma maneira eficiente e consistente de acordo com a necessidade de cada ambiente; afinal a necessidade de luz varia de acordo com o tipo, as funções e estratégias de controle devem refletir essas variáveis e envolver:

- a) Agendamento: deve haver um agendamento predeterminado no sistema de controle, onde as luzas são ligadas e desligadas;
- b) Sensores de ocupação: espaços onde é difícil de estimar a ocupação, como lobbys e espaços comuns, as luzes podem ser controladas por sensores de movimento ou presença;
- c) Luz diária: para reduzir a necessidade e por consequência o custo da utilização da luz artificial, o sistema de controle deve utilizar ao máximo a luz natural, procedimento conhecido como “*daylighting*”;
- d) Fachadas de vidro: as fachadas desenvolvidas para climas quentes e com grande quantidade de radiação solar devem ser “espectralmente seletivas”, funcionando como um filtro que dissipa a frequências de luz que produzem calor, enquanto minimizam a perda de transmissão da luz.

Com o uso do sistema de controle de iluminação, a energia é distribuída para as lâmpadas de maneira convencional, porém um controle digital e inteligência são adicionados de forma a aumentar significativamente as funcionalidades e flexibilizar o sistema, por conta do controle digital e da inteligência agregada aos componentes. A central do controle de

iluminação é tipicamente um servidor com acesso à rede interna e interconectado com outros sistemas tecnológicos da edificação, ou seja, uma estação de trabalho com *software* para administração. Por sua vez, o sistema com acesso à rede permite qualquer indivíduo autorizado, sendo residentes ou utilizadores da obra, a ajustar as luzes por meio da rede ou navegador de internet. Pode ser feito o uso de controladores inteligentes, conectados pela rede ethernet e distribuídos pela edificação, de forma a administrar os quadros de distribuição. Como os controladores e o servidor do sistema estão conectados, as programações são compartilhadas e o controlador humano pode utilizar uma interface móvel no lugar de uma central fixa para programação e controle (COELHO; CRUZ, 2017).

Sistemas inteligentes de iluminação podem acentuar os detalhes arquitetônicos de uma sala ou criar ambientes especiais para a utilização do *Home Theater* ou para leitura, por exemplo. O controlador de iluminação pode ligando e desligar automaticamente as lâmpadas dos cômodos e assim pode proteger uma casa de intrusos, dando a impressão que a mesma está ocupada na ausência de seus proprietários. Além disso, a economia de energia é outra vantagem, pois a intensidade de luz é regulada conforme a necessidade e as lâmpadas não precisam ficar totalmente acesas como acontece normalmente, inclusive com parte da iluminação podendo ser gerenciada pelo sistema de gestão de energia (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

O controle e automação da iluminação pode gerar uma redução do consumo de energia da ordem de 30% a 50%, com as que as luzes sendo acesas ou apagadas segundo horários previstos e programados conforme a estação do ano, o tipo de ambiente ou a previsão do tempo de ocupação. No modo automático, as luzes são acesas à entrada de um indivíduo onde a iluminação não é suficiente e se apagam de forma temporizada quando não houver nenhuma presença no ambiente. Os sistemas de automação residencial permitem que a programação seja ajustada a qualquer momento e independe do ambiente (BOLZANI, 2004).

Um sistema pode ser composto apenas por módulos liga-desliga controlados por sinais enviados até mesmo pelos próprios cabos da rede elétrica, ou então através de controladores, que possuem uma gama maior de estilos e podem variar de interruptores simples até complexos teclados de parede ou consoles de mesa. No caso de painéis ou consoles, cada botão pode enviar sinais de comando do tipo: ligar/desligar e/ou regular (aumentar/diminuir) a intensidade da potência luminosa, aos vários módulos espalhados pela residência. Existem também sistemas ainda mais sofisticados que operam através de seu próprio cabeamento dedicado, podendo gerenciar outros sistemas eletrônicos como por exemplo o sistema de segurança de tal forma que o toque de um interruptor instrua o sistema de segurança a ser armado e acender certas luzes (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

5.5 Detecção e Combate de Incêndios

Os sistemas de detecção, alarme e combate a incêndio são os elementos primários para a segurança dos ocupantes em qualquer edifício. Um sistema instalado corretamente reduz a probabilidade de vítimas e reduz os danos causados pelo fogo, fumaça, calor e outros fatores. Dada a importância deste sistema, as normas, regulamentos e leis são fundamentais para sua elaboração, sendo necessário que os projetos sejam bem detalhados e dimensionados, devendo envolver profissionais qualificados pelas instituições competentes, e ainda, a instalação de sistemas deve ter o aval do corpo de bombeiros local (COELHO; CRUZ, 2017).

Segundo Bolzani (2004), existem sistemas de detecção e combate de incêndios baseados em processos integrados e automáticos, além dos sistemas convencionais de detecção e extinção como difusores (*sprinklers*), extintores e hidrantes. Com o uso de sinais enviados pelos sensores e detectores, o controlador central deverá identificar a situação, e então proceder e cumprir um programa preestabelecido, além de executar medidas adicionais que são possíveis graças à integração entre os sistemas de gerenciamento das instalações e o de segurança contra incêndios, podendo incluir:

- a) Disparo do sistema de extinção de incêndio;
- b) Parada do sistema de HVAC;
- c) Abertura e fechamento de portas e janelas;
- d) Fechamento de dutos;
- e) Avisos acústicos e ópticos na residência;
- f) Envio de mensagens de alerta via rede telefônica ou rede de acesso;
- g) Corte de energia em determinados ambientes;
- h) Detecção de presença de pessoas dentro da residência.

Este sistema pode ser implementado em um computador com o auxílio de sensores, como detectores de chama, fumaça, gás e sensores de temperatura. O monitoramento será feito pelo sistema, que identificará o estado dos detectores e das câmeras distribuídos por toda a residência, decidindo se o estado corresponde à uma situação de incêndio.

5.6 Segurança Patrimonial

De acordo com Bolzani (2004), a segurança patrimonial em uma residência é indispensável, e para se ter um bom projeto é necessário que as soluções sejam compatíveis e

também complementares, além de cumprir seguintes pontos básicos para um este tipo de sistema:

- a) Detecção e alarmes: permite a detecção de ação de invasão e possibilita o acionamento de diversos tipos de alarmes;
- b) Reconhecimento ou identificação: deve ser capaz de tomar decisões e cumprir processos baseados no reconhecimento e identificação do usuário;
- c) Prevenção ou dissuasão: inibe e promove a desistência da ação de invasão;
- d) Reação: deve reagir, disparando ações contra o processo de invasão.

A atuação dos sensores proporciona, através do controlador central, o envio de informações claras e objetivas ao usuário, tanto do estado das instalações como também dos eventos que vão se produzindo. Basicamente, existem duas situações com que o sistema deve lidar, sendo quando o usuário está no imóvel ou quando está ausente. Em ambos os casos, o sistema deve ser capaz de analisar e prever várias as situações de ataque e as possíveis reações de forma a nunca colocar o usuário em situação de risco. Caso o usuário esteja ausente do local, o sistema deve estar apto a informar o mesmo de forma remota por meio de mensagens de alerta via rede telefônica, rede de acesso ou outro sistema de conexão com a polícia ou uma agência de segurança particular. O desenvolvimento dos sistemas atuais permite que a situação seja representada através de gráficos na tela de um computador remoto, seja do usuário em seu local de trabalho ou da agência de segurança particular, indicando a situação do imóvel através da planta, mostrando as partes afetadas e as possíveis imagens das câmeras de vigilância (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

Ainda de acordo com Bolzani (2004), é possível ainda que o sistema forneça as instruções básicas para situações de emergência, e por fim, o sistema centralizado de segurança deve atuar em conjunto com os outros sistemas que controlam os demais serviços residenciais, tanto para receber informações como para dar ordens para que sejam criadas cenas de simulação de presença através do controle das luzes e outros subsistemas. Na proteção de espaços e edificações controlados por meio de uma central, os sistemas empregados podem ser divididos em cinco subsistemas:

- a) Detecção perimetral: detecta a invasão de qualquer indivíduo pela cerca perimetral no menor intervalo de tempo possível e com a exatidão do ponto, auxiliando desta forma o trabalho de vigilância. Na fase de projeto é importante que exista a preocupação com barreiras para evitar os falsos alarmes. Os sensores mais utilizados na detecção perimetral são os infravermelhos ativos, sensor de microondas e o sensor sísmico;

- b) Sensoriamento interno: supervisiona as áreas internas da edificação. Normalmente atua associado aos sistemas de controle de acesso e CFTV (Circuito Fechado de Televisão), enviando um sinal de alarme para a central na ocorrência de alguma anormalidade. Os dispositivos mais utilizados para o sensoriamento interno são os magnéticos de abertura, sensor de vibração, sensor acústico, sensor infravermelho passivo, sensor microondas e botões de pânico;
- c) CFVT: atende às áreas críticas do ponto de vista da segurança, tais como o portão de entrada, corredores, acessos a áreas restritas, garagens. Cada local é supervisionado por uma ou mais câmeras, devendo ser usadas lentes adaptadas para cada situação;
- d) Controle de acesso: controla a entrada de pessoas em imóveis ou ambientes através do uso de crachás, cartões, senhas e sistemas biométricos, por exemplo;
- e) Controle de rondas: para que não ocorram erros ou omissões possibilitando a intrusão de estranhos, o controle da movimentação do pessoal da segurança deve ser cuidadosamente planejado.

5.7 Identificação e Controle de Acessos

A principal função deste sistema é o controle eletrônico do movimento de pessoas e carros, dentro dos limites da residência, e assim incrementar a segurança da edificação. O sistema de acesso mais básico e típico funciona através de um cartão magnético que o usuário passa em uma leitora para uma porta particular, sendo que o sistema pode destrancar portas ou impedir o acesso baseado na informação do cartão e dos dados particulares do portador. Outras áreas em uma edificação como estacionamentos e elevadores, onde o acesso necessita ser controlado, podem fazer usos similares deste sistema (COELHO; CRUZ, 2017).

Através das informações de identificação, diversas ações podem ser tomadas, personalizando os demais sistemas de controle em função do usuário. Chaves eletrônicas, impressões digitais, reconhecimento de voz, leitura de íris ou mesmo cartões magnéticos estão sendo desenvolvidos para uso residencial e alguns já são utilizados na automação de acessos. Em um sistema automatizado, cada morador da casa possui sua própria chave eletrônica que pode abrir algumas ou todas as portas da residência (portão, garagem, entrada social ou de serviço) sem a necessidade de se carregar uma chave para cada porta. As chaves eletrônicas possuem um código interno único e são extremamente difíceis de serem copiadas. Por esse motivo, são seguras e individuais, permitindo, por exemplo, que apenas o dono da casa tenha acesso à todas as portas, enquanto outras pessoas tenham acesso apenas aos seus quartos; uma

empregada pode receber sua chave com permissão para abrir somente a porta da cozinha na sexta-feira, entre 8 h e 10 h da manhã. Se integrada a um sistema completo de automação e segurança residencial, a chave eletrônica pode ainda servir para desarmar o sistema de alarme da casa e acionar uma cena pessoal de iluminação e controle, acendendo parcialmente as luzes da sala, ligar a TV e reproduzir uma saudação por voz personalizada. Caso o sistema não reconheça a pessoa à porta, pode acionar o sistema de CFTV ou solicitar uma discagem automática para localizar o morador. Se for um ladrão e tentar desligar o sistema ou danificar o controlador de acesso, todo o sistema de alarmes será acionado avisando o usuário ou a empresa de segurança contratada (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

Todos os eventos são registrados e armazenados na central de controle. As unidades leitoras devem estar associadas a dispositivos de bloqueio eletromagnéticos ou eletromecânicos como: catracas, fechos, fechaduras etc. que efetuarão o bloqueio físico das pessoas. Devem ser previstos também alarmes associados à eventos como portas deixadas abertas inadvertidamente pelos moradores ou empregados da casa, de modo evitar alarmes falsos ou mesmo facilitação de intrusão. A automação de acessos não é somente restrita ao portão de entrada e pode, também, ser implementada internamente à residência, de cômodo em cômodo. Talvez não como um controle de acesso, mas para tornar o ambiente personalizado e auto ajustável de acordo com as preferências do usuário (BOLZANI, 2004).

5.8 Multimídia

O sistema multimídia é responsável pelo controle, apresentação e armazenamento dos diversos tipos de mídia, seja um filme, uma música, um documento, etc. Entretenimento e segurança são grandes portais de entrada da automação em uma residência e têm crescido muito ao longo dos anos. As altas taxas de compressão de dados e o crescimento da velocidade de transmissão das redes de acesso vêm alterando os modos de acesso e armazenamento de conteúdo multimídia. Fitas magnéticas e discos ópticos darão lugar a arquivos comprimidos trafegando em redes domésticas e sendo armazenados em Dispositivos Inteligentes (DIs). Desta forma, o usuário poderá assistir a um evento em qualquer cômodo da casa no horário que preferir (BOLZANI, 2004).

Ao longo dos anos tem se notado um crescimento do número de canais de TV e rádio e um substancial aumento da quantidade de informação disponível pela Internet alcançando a ordem de *petabytes* de dados, sendo que, em nenhuma outra época na história da humanidade se tenha produzido tantos dados quanto a atual. Devido ao fato que cada pessoa tem seus gostos

e preferências, cada um tem seu método particular de filtrar o que lhe convém, conforme o conhecimento e experiência pessoal. Nos próximos anos, a tecnologia de compressão de dados e as redes de banda larga propiciarão um aumento vertiginoso do número de canais de vídeo disponível, sendo esperado um valor por volta de 500 canais na próxima década. Essa quantidade de informação impedirá a utilização da estratégia convencional de filtragem de conteúdo. O modelo de filtragem estática, onde se comparam os atributos com uma lista de perfis, pode ser facilmente implementada. No entanto, agentes computacionais podem se sobrepor a esta inflexibilidade, auxiliando o usuário e adaptando-se ao seu estilo de seleção de programas, de compras (*home shopping*) e de busca de informações (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

Os agentes computacionais são descritos como programas computacionais capazes de imitar os comportamentos da inteligência humana; e desta forma, podendo realizar tarefas, tomar decisões atuando de forma autônoma, bem como aprendendo ao longo do tempo com as experiências. Ao se combinar as vantagens da inteligência artificial com os sistemas multimídias, tem origem os agentes inteligentes de controle de mídia ou como termo inglês, os *Intelligent Media Agents* (IMA). Similar ao sistema televisivo atual, os IMAs precisam ter interfaces simples devido à enorme heterogeneidade dos usuários, muitos com provável desconhecimento de sistemas computacionais. Pensando nisso, as interfaces podem ter suas propriedades ajustáveis de acordo com a vontade e necessidade de cada usuário, podendo inclusive agregar um sistema de ajuda inteligente e um sistema de dicas de programação. Desta forma, o agente vai se moldando ao usuário conforme de acordo com a sua necessidade, porém sem perder a possibilidade de reconfiguração rápida para situações especiais. Nos sistemas utilizados para compra de produtos sem sair de casa (*home shopping*), os agentes podem auxiliar a procura e a compra, buscando nas lojas virtuais os melhores preços e oportunidades baseados no histórico do usuário, seus hábitos e seu orçamento. Devido ao fato de que estes agentes trabalham com informações pessoais para criar o filtro, se torna necessário que tais perfis sejam guardados em segredo e com o uso de métodos de autenticação e criptografia para a proteção (BOLZANI, 2004).

5.9 Fluidos e Detritos

Segundo Bolzani (2004), o sistema de fluidos e detritos contempla todos os mecanismos de troca de materiais líquidos e sólidos de uma residência inteligente com o meio externo. Atualmente, em várias partes do mundo, incluindo o Brasil, enfrentam-se vários problemas de

cunho ambiental, como a falta de água e o acúmulo de lixo e de dejetos orgânicos que poluem o meio ambiente. Uma residência inteligente deve, além de prover o conforto tecnológico, prover mecanismos de máxima utilização dos recursos ambientais, incluindo:

- a) Controle e gerenciamento da utilização da água potável e gás GLP;
- b) Aproveitamento de águas pluviais (irrigação, lavagem de quintais);
- c) Detecção de vazamentos;
- d) Tratamento de esgoto;
- e) Coleta seletiva e reciclagem do lixo.

Em uma casa inteligente, qualquer tipo de recurso deve ser muito bem aproveitado, e na medida do possível, fazendo a reutilização várias vezes antes do descarte. Alguns dos sistemas de aproveitamento de água mencionados acima já são utilizados no Brasil em regiões de seca. Mas acredita-se que o desperdício de água ainda é muito grande, deste modo, um sistema de controle de consumo e vazamentos tem grande importância na concepção de uma residência inteligente. Outra grande vertente de preocupação ambiental é a reutilização de recursos. Uma residência inteligente pode, por meio da utilização de sensores e atuadores bioeletrônicos, identificar e eventualmente transformar os componentes e as substâncias químicas, tornando dejetos tóxicos, elementos biodegradáveis. Desta forma, cada habitação se tornaria uma pequena usina de tratamento de dejetos e reciclagem de materiais (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

Atualmente, segundo Bolzani (2004), o sistema de fluidos em uma residência corresponde basicamente à distribuição de água (quente/fria), esgoto e gás GLP. A automatização de sensores, atuadores e bombas possibilitam o controle de vazão, de pressão e de temperatura destes fluidos em tempo real por um sistema integrado permitindo:

- a) O consumo de água quente com conforto, mas sem desperdício de energia, através da possibilidade de utilização de várias fontes de aquecimento em conjunto. Dependendo de alguns fatores como o clima, a hora, o número de ocupantes ou o dia da semana, o controlador central pode alternar entre o sistema de aquecimento solar, a gás ou que utilize a eletricidade;
- b) O controle de pressão do sistema, evitando a ocorrência de um mau funcionamento ou mesmo um rompimento da tubulação no caso de haver uma pressão muito elevada no sistema;
- c) O acionamento de mecanismos de suporte em caso de falta. Caso falte água ou gás, o sistema pode permitir a abertura do tanque reserva alertando o usuário e colocando a casa em um modo econômico até que a situação se regularize;

- d) O controle da qualidade do serviço prestado pela concessionária. Por meio de detectores bio-eletrônicos de micro-organismos, a concessionária pode verificar a qualidade da água recebida na residência e constatar algum tipo de problema na rede como rupturas, vazamentos;
- e) O controle, por parte da concessionária de esgotos, de possíveis substâncias tóxicas que possam agredir o meio ambiente como o despejo de derivados de petróleo, resíduos químicos, chumbo ou material radioativo;
- f) A reutilização da água não potável para lavagem de quintais, em caso de incêndio, em descargas de banheiros ou mesmo para esfriar sistemas de ar condicionado;
- g) A prevenção de acidentes através do controle de válvulas de segurança no caso de vazamento, incêndio ou explosão;
- h) A temporização de sistemas de irrigação;
- i) A utilização de tecnologia eletroquímica para a alteração ou eliminação de componentes nocivos lançados no meio ambiente;
- j) A utilização de dessalinizadores para utilização da água marítima em zonas litorâneas.

Devido à crescente evolução dos equipamentos eletrônicos, oferecidos a um custo final baixo, é inevitável a adoção de tais sistemas para o controle e gerenciamento de qualquer recurso ambiental nos próximos anos. Com a utilização de sensores, detectores e atuadores controlados por um gerenciamento inteligente, é possível tornar mais eficiente o consumo dos recursos naturais e reaproveitá-los antes do descarte (BOLZANI, 2004).

5.10 Monitoramento e Visualização

Em uma residência comum, segundo Bolzani (2004), não existe o conceito de monitoramento. Quando algo indevido é notado, normalmente já é tarde e os danos podem ser irreparáveis. O vazamento de um cano, uma janela deixada aberta ou o ferro de passar roupa esquecido ligado podem causar grandes problemas ao proprietário menos avisado. Em grandes *shopping-centers*, por exemplo, existe uma equipe de supervisão onde os operadores tomam as decisões necessárias quando se detecta alguma anormalidade, como por exemplo, avisar a equipe de manutenção ou comandar o desligamento de um equipamento avariado. Para implementar a função de monitoramento em uma residência, utiliza-se um sistema automatizado. Diante de um evento, existe uma lista de prioridades a serem seguidas e uma ação é tomada - dentro de uma gama limitada de possibilidades - atuando sobre o respectivo subsistema onde ocorreu a falha. Assim, nas residências inteligentes, o *software* armazena as

informações, analisa os dados, compara-os com algum padrão e escolhe a decisão que deve ser tomada, apoiando-se nos parâmetros previamente definidos. Entre as principais tarefas de monitoração encontram-se:

- a) Leitura de sensores e detectores;
- b) Análise do histórico do sistema: contagem do tempo de funcionamento, contagem do número de vezes da ativação, contagem do número de vezes de ocorrência de alarme, conexão com outros processos, anulação ou ativação de alarmes;
- c) Ativação de atuadores;
- d) Manobras e estados de funcionamento: mudanças na posição de atuadores e em eixos de válvulas eletromecânicas, histórico dos estados;
- e) Alarmes de incêndio e segurança: supervisão de linhas, sinalização de avaria ou alarme por corte de linha, sinalização de alarme por ativação do detector, temporização de alarme, histórico de alarmes;
- f) Cálculos lógicos e aritméticos: cálculo de kWh, cálculo de horas de funcionamento, cálculo de rendimentos.

Hoje em dia é possível ter acesso à informação por meio de telas nas quais ela é apresentada de forma fácil e eficaz, com programas totalmente interativos, o que possibilita fazer modificações com grande facilidade. Os recursos gráficos dos softwares atuais facilitam as análises e a apresentação de resultados na tela (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

6 INTERNET DAS COISAS

O termo Internet das Coisas ou simplesmente “IoT”, e que segundo alguns autores seria a “internet de tudo”, é referente ao conceito de que todos os aparelhos, equipamentos ou mesmo objetos computadorizados ou automatizados, como geladeiras, óculos, elevadores e carros, podem estar ligados entre si através do uso da internet e desta forma, permitir a troca de informações e a tomada de decisões. A conexão com a rede mundial de computadores permitirá controlar remotamente os objetos e também que os próprios objetos sejam acessados como provedores de serviços. Um exemplo prático desta aplicação seria o recebimento pelo automóvel das informações dos sistemas de pedágio e do trânsito para então traçar a melhor rota ao destino, podendo auxiliar o condutor ou até mesmo no caso de um “carro sem motorista” (COELHO; CRUZ, 2017).

As tecnologias disponíveis para os sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação e sensoriamento tiveram grandes avanços e este fenômeno ocasionou um crescimento dos objetos considerados. Neste cenário, a Internet das Coisas se mostra fundamental para a consolidação da automação residencial, uma vez que conecta objetos automatizados à Internet e assim promove a comunicação entre os usuários e os dispositivos. As possibilidades de aplicação da Internet das Coisas são imensas, tanto nas residências quanto nas cidades, área de saúde e automação de ambientes em geral. Contudo, estas possibilidades apresentam riscos e assim desafios técnicos e sociais, como algumas restrições de processamento, memória e fonte de alimentação dos objetos, dimensão do hardware e disponibilidade da internet e questão da segurança das informações. Estudos apontam que a IoT revolucionará os modelos de negócios e a interação da sociedade com o meio ambiente por meio de objetos físicos e virtuais, sendo que os limites se tornam cada vez mais tênues. As previsões indicam que mais de 50 bilhões de dispositivos estarão conectados até 2020 (MANCINI, 2017).

6.1 A história da IoT

Em 1990, John Romkey criou uma torradeira que poderia ser ligada e desligada pela Internet, sendo apresentado na INTEROP '89 Conference e considerado o primeiro dispositivo em internet das coisas. Em 1991, foi escrito por Mark Weiser o artigo *The Computer for the 21st Century*, que aborda o futuro da Internet das Coisas, onde o autor afirma que os dispositivos serão conectados em todos os lugares de forma tão transparente para o ser humano, que se

tornará “invisível”, possibilitando, de forma natural, a realização das atividades, sem haver preocupação em instalar, configurar e manter os recursos computacionais (MANCINI, 2017).

Para mim, a Internet das Coisas é como o vento. Você vê as coisas se movendo. Você sabe que algo as está movendo, mas não sabe exatamente o que é. Em alguns lugares, árvores chacoalham e prédios são destruídos; em outros, está tudo calmo e tranquilo. Até certo ponto é previsível, mas muitas vezes não. (MARÃO; BELLINETTI, 2017, P.6).

Em 1996, o matemático indiano-australiano Akshay Venkatesh estudou o uso da computação no ambiente de trabalho e no lar, parecido com o conceito de Internet das Coisas. No estudo, foi previsto que as tarefas da casa, por exemplo, preparação de alimentos ou compras para reposição de estoques, seriam realizadas através de casas especializadas. Em 1999, foi publicado o livro *When things start to think* que prevê e descreve algumas experiências de computação, nanotecnologia e preocupações relacionadas a emoções numa realidade de integração com os objetos que geram informação. Em setembro de 1999, Kevin Ashton, cofundador e diretor executivo do Auto-ID Center, proferiu uma palestra para a Procter & Gamble, e apresentou uma nova ideia para a rastreabilidade do produto na cadeia de suprimentos, colocando no título da apresentação a expressão “*Internet of Things*” para chamar a atenção dos executivos (MANCINI, 2017).

Após 1999, a tecnologia de rastreabilidade se destacou, sobretudo nas aplicações de cadeia de abastecimento, sendo criado em setembro de 2003 o código eletrônico do produto, pelo Auto-ID Center. Este código permite a identificação automática dos objetos, possibilitando seu monitoramento na cadeia de suprimentos e gerenciando inventários. Em janeiro de 2005, Wall Mart e o Departamento de Defesa dos Estados Unidos exigiram que os fornecedores utilizassem código eletrônico do produto nos paletes de seus produtos para o controle do estoque, marcando o início do conceito da Internet das Coisas na cadeia de suprimentos. Em junho de 2000 uma geladeira inteligente foi apresentada pela LG durante um evento na Coreia do Sul, conectada à internet e gerenciada por meio de um sistema próprio. A partir de 2005, a discussão sobre Internet das Coisas se generalizou e ganhou atenção dos governos em relação à privacidade e segurança de dados. Nesse ano foi publicado pela ITU um relatório com o conceito de Internet das Coisas, com uma visão abrangente e holística. Ainda em 2005, foi o lançamento de um objeto com forma de coelho (Nabaztag) conectado à internet, que poderia ser programado para receber previsão do tempo e ler e-mails, entre outros, sendo o primeiro objeto inteligente comercializado em larga escala (MANCINI, 2017).

Em 2008, Rob Van Kranenburg publicou o livro *The Internet of Things*, que aborda sob um novo paradigma em que os objetos produzem informação. Esse livro é uma das grandes referências teóricas sobre IoT. No ano de 2011, o termo Internet das Coisas foi adicionado ao Gartner Hype Cycle 2011. Também em 2011 foi discutida a criação de padrões internacionais para a criação de objetos conectados no panorama global. Em março de 2012, a União Europeia propôs uma consulta pública para que os cidadãos apontassem suas necessidades e seguranças neste aspecto. A partir de 2015, a IoT já é uma realidade e cerca de 4,9 bilhões de coisas estão conectadas e em uso, um aumento de 30% em relação a 2014, e que atingirá 25 bilhões até 2020. A Internet das Coisas tornou-se uma força poderosa para a transformação dos negócios e seu impacto disruptivo em todas as indústrias e na sociedade, sendo que atualmente recebe atenção e suporte da Comissão Europeia com cerca de 80 milhões de euros de financiamento disponíveis ao longo período de 2014 a 2020 (MANCINI, 2017).

No Brasil, a cidade de Salvador sediou em 2010 o primeiro evento em IoT, conhecido como “1º Congresso de Tecnologia, Sistemas e Serviços com RFID”, organizado pelo CIMATEC SENAI e Saint Paul Etiquetas Inteligentes; sendo a 2ª edição realizada em Búzios no ano de 2011, onde o nome para “Congresso Brasileiro de Internet das coisas e RFID”. Ainda em 2010, a cidade do Rio de Janeiro já operava, por meio de um telão com o mapa da cidade e imagens de câmeras, visualizando o trânsito e diversas ocorrências. Em junho de 2011 foi criado o Fórum Brasileiro de Internet das Coisas com o objetivo de mostrar a importância da IoT para a sociedade, as novas tecnologias, e como o Brasil pode ser um participante global nesse segmento. Em dezembro de 2015 foi fundada a ABINC com o propósito de representar o mercado perante os órgãos reguladores. Em 2016 foi criado o Núcleo de Estudos e Pesquisas em Internet das Coisas com o propósito de ser um Hub de experimentação para estudos e projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Em 2016 o Fórum organizou o 1º Congresso Brasileiro e Latino-Americano em Internet das Coisas com o tema: “Smart World: a IoT como base de um mundo melhor” em parceria com grupo BMCComm e finalmente, a partir de 2017 o governo brasileiro abriu uma Consulta Pública para realizar um diagnóstico e propor políticas públicas no tema IoT e assim estimular a cooperação e articulação entre empresas, poder público, universidades e centros de pesquisa (MANCINI, 2017).

6.2 Aplicações

Segundo Mancini (2017), existem inúmeras possibilidades para a aplicação de Internet das Coisas permeando a vida diária das pessoas, das empresas e sociedade como um todo, transformando o mundo em *smart world*, e desta maneira permitindo que a computação se torne

“invisível” aos olhos do usuário e tornando o mundo mais eficiente. As aplicações mais comuns são:

- a) Bens de consumo: adquiridos pelos consumidores como smartphones e smart TV;
- b) *eHealth: fitness*, bioeletrônica e cuidados com saúde, como monitoramento e controle da frequência cardíaca durante os exercícios, monitoramento das condições dos pacientes em hospitais e em casas de idosos;
- c) Transporte inteligente: análise e notificação das condições de tráfego, controle inteligente de rotas, monitoramento remoto do veículo, coordenação das rodovias e integração inteligente de plataformas de transporte;
- d) Distribuição de energia: conhecido como *smart grid*, faz o acompanhamento de instalações de energia, subestações inteligentes, distribuição de energia automática e medições remotas de relógios residenciais;
- e) Casas inteligentes: medições remotas de consumo, economia de energia, controle inteligente de equipamentos residenciais e segurança residencial;
- f) Distribuição e Logística: rastreabilidade, gerenciamento na distribuição e inventário.
- g) Segurança Pública: monitoramento de cargas perigosas e químicas, monitoramento da segurança pública e das estruturas de construções de utilidade pública;
- h) Indústria e Manufatura: controle da poluição, segurança na manufatura, monitoramento do ciclo de vida dos produtos, rastreamento de produtos manufaturados na cadeia de abastecimento, monitoramento de condições ambientais e controle de processos de produção;
- i) Gestão da agricultura e dos recursos naturais: rastreabilidade de produtos agrícolas, gerenciamento de qualidade, monitoramento ambiental para produção e cultivo, gerenciamento no processo de produção, utilização de recursos para a agricultura;
- j) *Smart Cities*: monitoramento estrutural de vibrações e condições dos materiais em edifícios, pontes e monumentos históricos, monitoramento da iluminação inteligente e adaptável conforme a rua, monitoramento por meio de vídeo digital, gerenciamento de controle de incêndio e sistemas de anúncio público, monitoramento das estradas inteligentes com avisos, mensagens e desvios de acordo com as condições climáticas e eventos inesperados como acidentes ou engarrafamentos, monitoramento em tempo real da disponibilidade de espaços de estacionamento e monitoramento dos níveis de lixo em recipientes para otimizar a rota de coleta de lixo.

6.3 Casas inteligentes

De acordo Muratori e Dal Bó (2014), a Internet tal qual existe desde a década de 90 é apenas o início de nova era de conectividade. Também conhecidas como *smart homes*, as casas inteligentes tiveram o conceito concebido a mais de 80 anos, porém várias limitações técnicas. Com o recente advento da popularização de conexões de internet e o surgimento da tecnologia *wireless*, dispositivos inteligentes e conectados são agora uma realidade e muitas residências. As casas inteligentes foram concebidas trazer melhor qualidade de vida ao usuário final, sendo projetadas para realizar ou distribuir um número de serviços dentro e fora da construção através de uma rede de dispositivos interconectados. No entanto, existem muitas definições que podem ser atribuídas ao conceito de casa inteligente, e esse conceito muda conforme o tempo e a tecnologia avança. Nesse sentido, a IoT é a tecnologia que vem para popularizar a “inteligência” e será a responsável por tornar realidade qualquer casa inteligente, permitindo que todos os dispositivos eletrônicos de um ambiente possam se conectar à internet e entre si. Existe um estudo que afirma que uma típica residência familiar, em um mercado de Internet das Coisas consolidado, passará a ter mais de 500 dispositivos inteligentes por volta de 2020.

O número de dispositivos dotados de inteligência em uma casa padrão ainda crescerá de forma lenta nessa década devido a renovação descoordenada dos equipamentos domésticos. Segundo estudo de 2014 da empresa sueca Berg Insight, o número de casas inteligentes na Europa e América do Norte chegou aos 10,6 milhões em 2014, sendo que no ano passado mercado norte americano registrou um crescimento de 70%, o que corresponde a 7,9 milhões de *smart homes* (COELHO; CRUZ, 2017).

7 ESTUDO DE MERCADO

Conforme mostrado na Figura 5, um recente relatório do mercado de automação residencial no mundo, publicado pela empresa Transparency Market Research, prevê crescimento mundial nos negócios de automação residencial a uma taxa de 26,30% ao ano, entre 2014 e 2020. Este crescimento representará um salto de US\$ 4,41 bilhões movimentados em 2013, para US\$ 21,67 bilhões em 2020. No Brasil, dados apontam que a média de crescimento do mercado nacional nos últimos anos tem sido da ordem de 30%. Para ilustrar as dimensões das oportunidades no País, das cerca de 1,8 milhão de residências com potencial para receber automação, apenas 300 mil são automatizadas em algum nível; ou seja, há um grande mercado a ser explorado (AURESIDE, 2015).

Figura 5: Estudo global de mercado



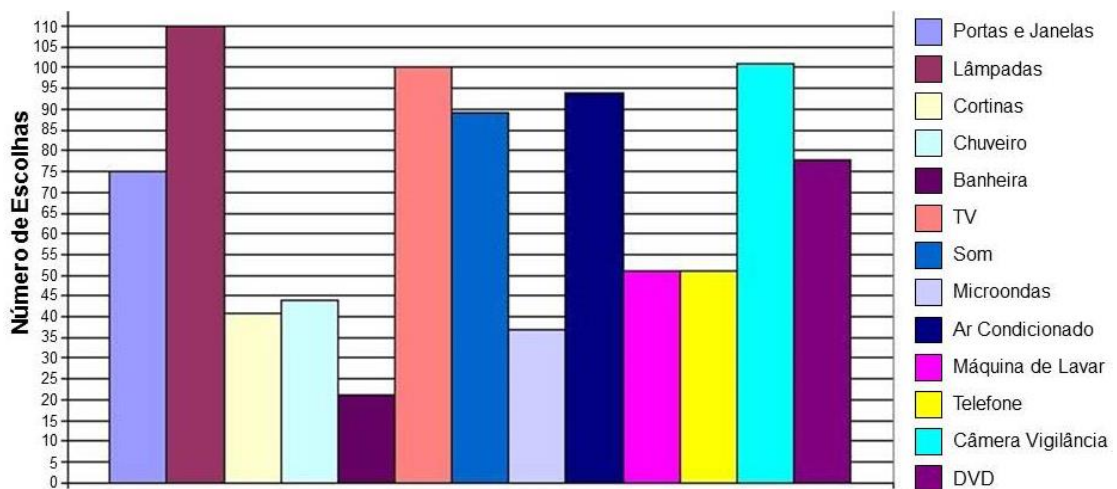
Fonte: Adaptado de (AURESIDE, 2015).

Ainda de acordo com a Aureside (2015), é fato que todo grande mercado oferece oportunidades de emprego e negócios, e se no início dos anos 2000 o País contava com um número restrito de empresas atuantes em integração de sistemas residenciais, hoje a diversidade é bem maior e o número deve crescer ainda mais para suprir a defasagem existente no mercado nacional. A quantidade de fabricantes de produtos voltados ao mercado de sistemas de automação residencial também tem crescido, gerando uma demanda por profissionais qualificados para assumir postos de trabalho. Alguns estudos indicam que hoje exista cerca de

dois milhões de residências brasileiras com potencial para receber sistemas de automação, e este número vem crescendo a cada ano, provando que aquilo que era apenas uma ideia de filmes de ficção científica, hoje é real e muito acessível a uma grande parcela da população. Mesmo com poucas empresas atuando no país neste seguimento, os consumidores estão se mostrando cada vez mais propensos a aderirem a esse novo modelo de moradia e, em poucos anos, as residências que não forem automatizadas perderão o valor no mercado imobiliário. Estimativas apontam que para a automação simples, como acionamento de lâmpadas e tomadas inteligentes, o custo do investimento seja da ordem de 2% da obra, porém uma casa automatizada poderá ter uma valorização de até 25% no seu valor final, além de terem um diferencial significativo no momento de uma eventual comercialização.

De acordo com a pesquisa quantitativa sobre automação residencial realizada por Teruel e Novelli Filho (2007), foram apresentadas 03 (três) questões principais sobre o tema para um total de 140 pessoas de ambos os sexos, maiores de 18 anos, com ensino médio concluído e com alguma participação em cursos de formação tecnológica. Esta delimitação de público considerou que a amostra tem maturidade e conhecimento tecnológico necessário para compreender melhor o conteúdo do questionário e responder o mesmo de forma adequada. Para melhor alinhamento da pesquisa, foi aplicado um pré-teste do questionário em uma amostra de dez pessoas, sendo feitos os devidos ajustes no enunciado das questões. Em seguida, a pesquisa foi aplicada a uma parcela de cinquenta pessoas, com análise parcial visando comparar com os resultados finais da amostra. O resultado da primeira questão é mostrado na Figura 6 através do gráfico dos aparelhos que são mais solicitados para funções de automação residencial.

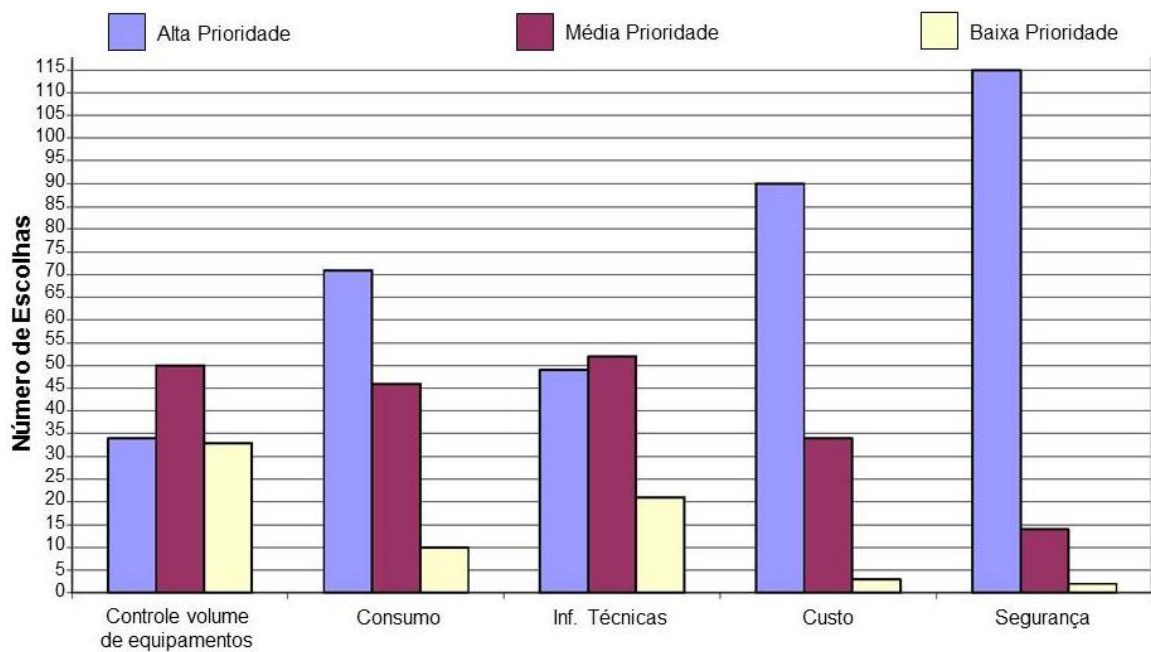
Figura 6: Equipamentos prioritários para automação



Fonte: (TERUEL; NOVELLI FILHO, 2007).

Por fim, a última questão permitiu analisar e interpretar as variáveis que os pesquisados consideram relevantes em um sistema de automação residencial. De acordo com o gráfico dos resultados obtidos mostrado na Figura 7, a interpretação levou a conclusão de quais são os principais fatores levados em consideração na automação residencial, bem como o grau de prioridade dos mesmos. O resultado mostrou que funções de controle do consumo foram consideradas mais importantes pela maioria, assim como os fatores custo e segurança; já a questões técnicas e ajuste de volume nos aparelhos não tiveram a mesma avaliação (TERUEL; NOVELLI FILHO, 2007).

Figura 7: Variáveis importantes para soluções de automação residencial



Fonte: (TERUEL; NOVELLI FILHO, 2007).

8 IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

Para subsidiar a análise de viabilidade objeto deste trabalho, foi implantado um sistema de automação residencial usando a tecnologia de cabeamento estruturado em uma residência tipo *loft*; sendo que este termo se refere a mezanino, sótão ou espaço semelhante, geralmente usado para armazenagem, sem o uso de repartições, ficando situado logo abaixo do teto de uma casa, fábrica, celeiro, galpão ou armazém. O uso na arquitetura pode ser encontrado desde o século XIII com a utilização de depósitos de feno situados em mezaninos de celeiros como alojamento de empregados das fazendas. O conceito de *loft* urbano foi consagrado mundialmente com os grandes espaços industriais de Nova Iorque, convertidos para uso residencial, assim como os mostrados em inúmeros filmes de Hollywood.

Com esta exposição em filmes, sendo mostrado como um espaço sofisticado e ao mesmo tempo despojado, rapidamente, o mercado imobiliário passou a oferecer *soft lofts* e *loft apartments*, um tipo de residência menor, mas com pé direito elevado, geralmente duplo, plano aberto, sala e cozinha integradas, e na maioria dos casos, grandes áreas envidraçadas.

O conceito moderno deste tipo de residência, conforme mostrado na Figura 8, é perfeito para a instalação da automação, visando trazer ainda mais conforto, praticidade, tecnologia e modernidade para os ambientes.

Figura 8 – Residência tipo *loft* urbano



Fonte: O autor.

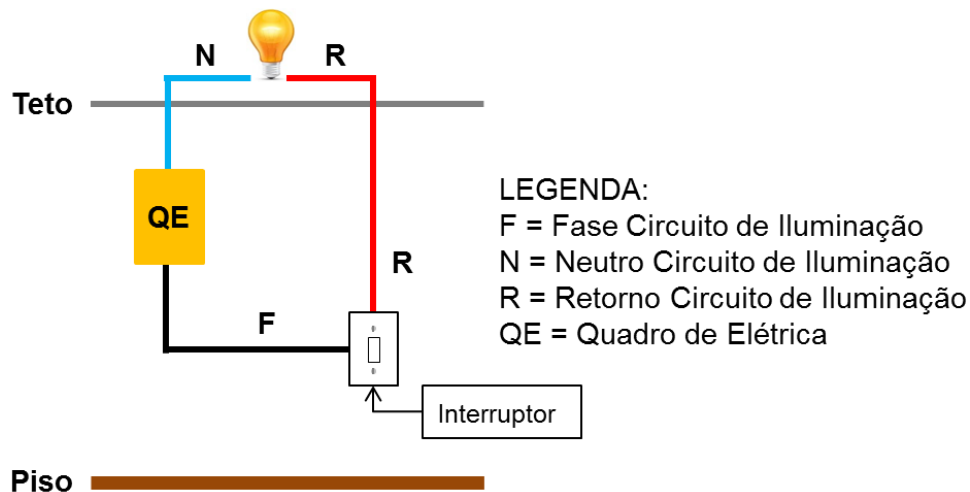
Nesta residência usada no estudo, a instalação elétrica foi feita de maneira convencional, gerando a necessidade de se executar algumas intervenções para a adaptação para o sistema de automação. Apesar de não ser a situação ideal de implantação, possibilita que o estudo seja feito com a pior condição, ou seja, com o custo mais elevado e com alguns transtornos aos moradores do imóvel.

8.1 Sistema de Automação

Após analisar as possíveis tecnologias usadas na automação residencial, conforme detalhado no decorrer deste trabalho, foi feita a escolha pelo cabeamento estruturado. Esta escolha foi motivada pela maior robustez e principalmente pela confiabilidade deste tipo de instalação. Em relação aos sistemas que utilizam o *wi-fi*, este sistema está menos sujeito a falhas, além dos possíveis riscos que alguns estudos apontam em decorrência da utilização.

A parte de inteligência do sistema é feita por um micro controlador instalado no quadro de automação, sendo responsável por receber as “solicitações”, analisar e então disparar o comando desejado ao mesmo tempo que envia um *feedback* para os dispositivos de acionamento, seja para acender a iluminação ou ligar um equipamento, por exemplo. O sistema é interligado por um cabo Cat5e, formando uma rede de comunicação tipo LAN (*Local Area Network*), cuja finalidade é a troca de informações. Esta rede permite também que o sistema não dependa da internet para o funcionamento, salvo para o controle através da utilização de dispositivos móveis. Na Figura 9 é mostrada uma instalação convencional de um ponto de iluminação.

Figura 9 – Instalação convencional de iluminação

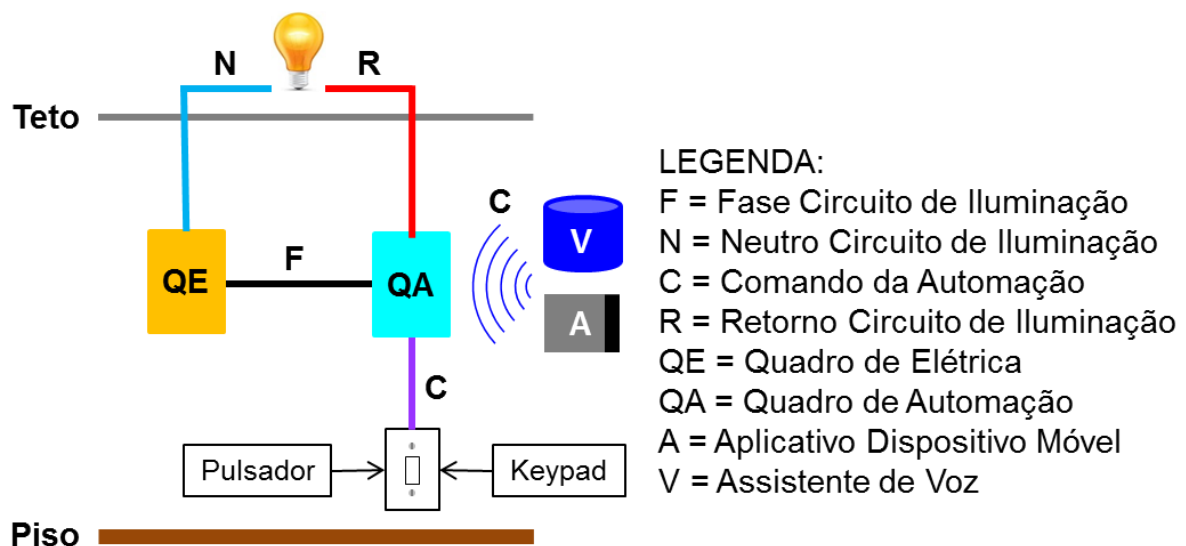


Fonte: Adaptado de (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

Na instalação convencional, se pode observar que a fase de alimentação do circuito de iluminação é levada do quadro elétrico até o interruptor instalado em uma caixa plástica instalada na alvenaria, e do interruptor é levado um retorno até a lâmpada ou conjunto de lâmpadas; que por sua vez receberá a ligação de um fio neutro (correspondente ao mesmo circuito de iluminação), e ao ser ligado o interruptor será enviada a fase do circuito de iluminação para a lâmpada através do retorno fazendo com que a mesma se acenda. Esse esquema de ligação elétrica residencial é mais tradicional e está presente na maioria das residências.

Agora utilizando o conceito de uma instalação com o uso da automação, conforme pode ser verificado na Figura 10, é mostrada a mesma ligação de uma lâmpada ou conjunto de lâmpadas. Nesse caso, a fase de alimentação da iluminação é levada ao quadro de automação, e não para interruptor. Normalmente surge uma dúvida sobre a necessidade de levar todos os retornos das lâmpadas para o quadro de automação, pois pode dar muito trabalho, e a resposta é “sim”, ou seja, todos os retornos deverão ser levados até o quadro de automação. Contudo, este possível trabalho é compensado pelos os benefícios provenientes dessa centralização, e nos casos de imóveis com pé direito duplo como no presente estudo, muitas vezes a instalação se torna até mais simples por não usar os interruptores paralelos (*four way*).

Figura 10 – Instalação automatizada de iluminação



Fonte: Adaptado de (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

Seguindo a análise, com a instalação centralizada, o retorno será levado do quadro de automação até o ponto ou conjunto de lâmpadas a serem acionadas, fazendo com que apenas uma ligação seja suficiente, ao invés de ter a necessidade de percorrer todas as caixas ao longo

da instalação. Com isso, existe uma redução significativa tanto do trabalho quanto da fiação de alimentação (circuito de iluminação) utilizada, o que pode ser equivalente ou até mesmo superior aos aumentos proporcionados pelo fato de se levar os retornos até o quadro de automação.

No caso da automação, existem ainda mais alguns elementos que precisam ser levados em consideração que são os pulsadores, painéis, aplicativo móvel e assistente de voz. Ainda na Figura 10, estes elementos podem ser verificados e também se pode observar que o interruptor foi substituído por um pulsador que têm a finalidade de fornecer para o sistema uma entrada, indicando que a iluminação deve ser acionada, porém os pulsadores são usados normalmente em ambientes específicos.

Apesar da rede LAN utilizada para conectar o sistema, para que seja possível o controle remoto da residência, é preciso que seja feita a conexão do sistema com o provedor de internet, e para isto, é usada uma das portas auxiliares do roteador. Este equipamento é o responsável por conectar diferentes redes entre si, neste caso a conexão entre a rede LAN e a Internet.

Para a realização deste trabalho foi escolhido uso do protocolo CAN para a comunicação de dados entre os diversos componentes do sistema. Esta escolha levou em consideração a flexibilidade na camada de aplicação do protocolo, a possibilidade da rede CAN ser controlada por diversos nós, e seu excelente código de detecção e correção de erros. A rede CAN também se mostrou econômica no quesito cabeamento por necessitar apenas de pares de fio trançados, que possuem baixo custo no mercado.

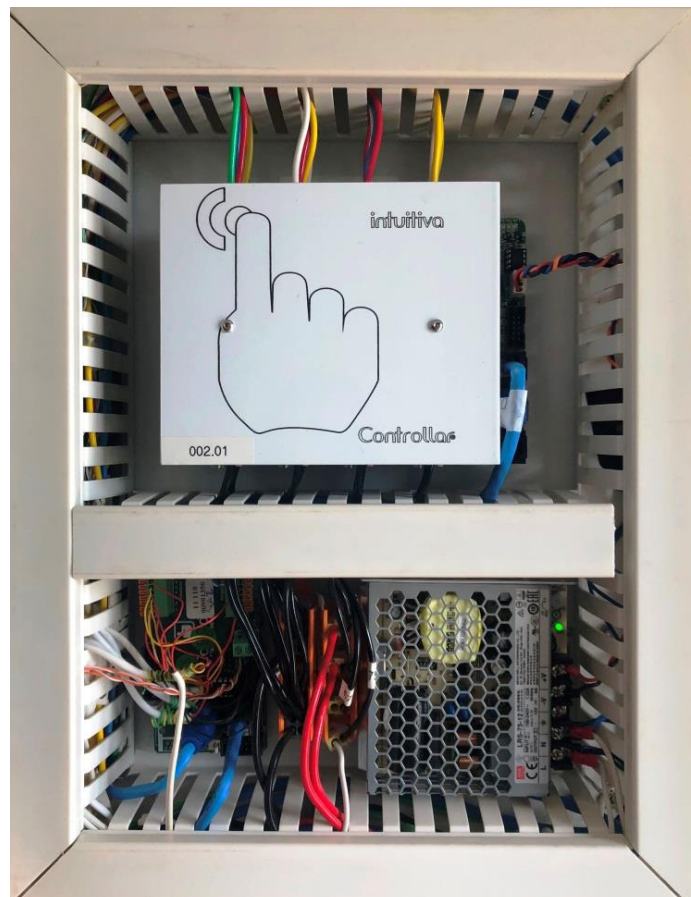
A escolha do sistema a ser utilizado também levou em consideração as condições de instalação, e desta maneira, devido a necessidade de compartilhamento dos dutos entre condutores de eletricidade e cabos do sistema de automação, a opção foi feita por um sistema que utiliza o protocolo *Controller Area Network* (CAN); surgido dos protocolos de comunicação criados na década de 80, quando teve início a popularização dos sistemas automatizados e por consequência, a necessidade de padronização de protocolos.

Contudo, apesar do surgimento inicial do protocolo CAN na indústria automobilística, o mesmo se popularizou de tal forma que atualmente é um dos protocolos mais utilizados em indústrias e escritórios onde uma rede de comunicação simples e de baixo custo é necessária para interligar diversos dispositivos, com ótimas aplicações residenciais.

8.2 Quadro de Automação

O quadro de comando da automação, conforme mostrado na Figura 11, é o responsável por realizar as ações de comando. A montagem do quadro de comando é de fundamental importância para o desempenho do sistema, sendo que vários aspectos influenciam diretamente no resultado do projeto. O material usado, por exemplo, tem participação direta na durabilidade e na segurança do quadro de automação. Na construção do quadro, a forma como o mesmo é montado é tão importante quanto os componentes usados; porém, em função do trabalho ter como objetivo analisar a viabilidade, para a montagem do sistema foram adquiridos quadros já prontos, produzidos por uma empresa especialista no seguimento. Os quadros permitem operar com maior praticidade e segurança o sistema de automação, garantindo maior precisão dos processos e proteção ao operador. A instalação dos quadros deve ser feita de acordo com o projeto criado de forma personalizada, levando em consideração as características do ambiente e as necessidades do cliente, sendo que, para o projeto objeto deste trabalho foram instalados 02 (dois) quadros para 24 (vinte e quatro) pontos de automação em cada um deles.

Figura 11 – Quadro de automação



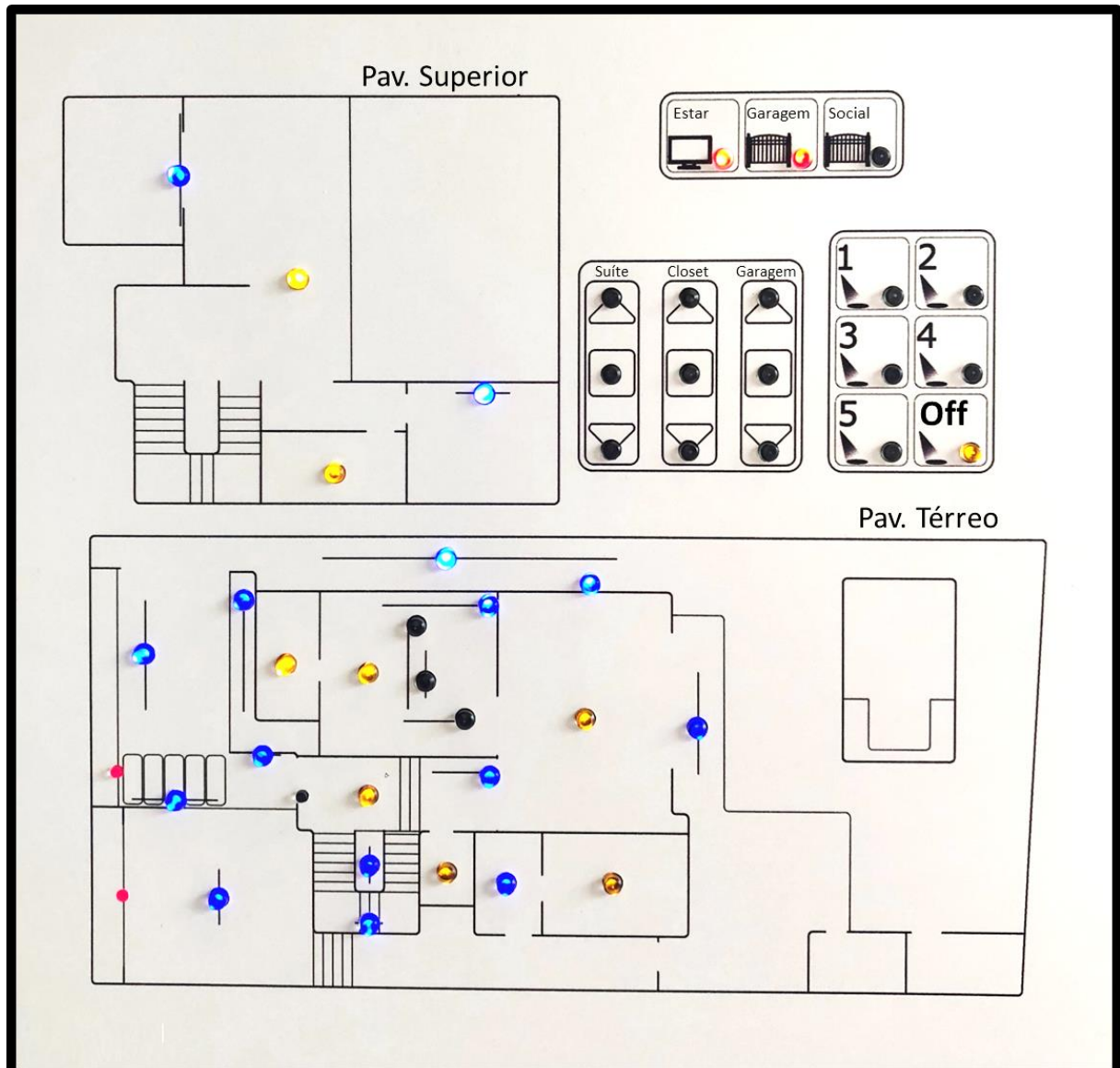
Fonte: O autor.

8.3 Painéis ou Keypads

Um dos dispositivos usados para os comandos da automação é o *keypad*, que se trata de um painel com um conjunto de botões distribuídos de acordo com o projeto, representando cada um dos pontos ou equipamentos a serem comandados.

De forma a tornar o sistema mais intuitivo e fácil de ser operado, estes painéis são projetados e produzidos com base da planta baixa do imóvel, e desta forma se torna mais fácil a identificação dos pontos que se deseja comandar e tornando o sistema mais amigável até mesmo para pessoas com pouca familiaridade com dispositivos tecnológicos. A Figura 12 mostra um dos painéis instalados.

Figura 12 – Painel ou keypad



8.4 Pulsadores

Em ambientes isolados, como exemplo de banheiros e áreas de serviço, são dispositivos chamados pulsadores. O pulsador mostrado na Figura 13 vem substituir o interruptor (dispositivo de duas posições, podendo ser ligado ou desligado), porém ao invés de enviar um retorno para a lâmpada ou equipamento, envia um pulso de comando para a inteligência do sistema, e esta aciona o quadro de automação para que seja enviado o comando específico.

Os pulsadores são na verdade, um tipo de interruptor, porém com a diferença na forma de acionamento, ou seja, o pulsador somente muda a posição dos contatos elétricos enquanto está sendo acionado, e depois volta a posição normal, e assim realizam o comando apenas por um pulso. Essa diferença é pequena, porém traz grandes possibilidades para os projetos de automação.

Em termos de custo, os pulsadores não diferem muito em comparação aos interruptores comuns, mas são muito úteis para a automação, apresentando várias vantagens de uso por permitir a definição de comandos especiais, também conhecidos como comandos “macro” conforme o número de toques ou tempo com o botão acionado, possibilitar a reprogramação do que cada comando significa a qualquer momento junto a sua central de automação, podendo acionar outro ponto ou mesmo um conjunto de pontos, além da possibilidade de usar cabos de rede ou cabos multivias, reduzindo a utilização da fiação tradicional e de custo bem mais elevado.

Figura 13 – Pulsador

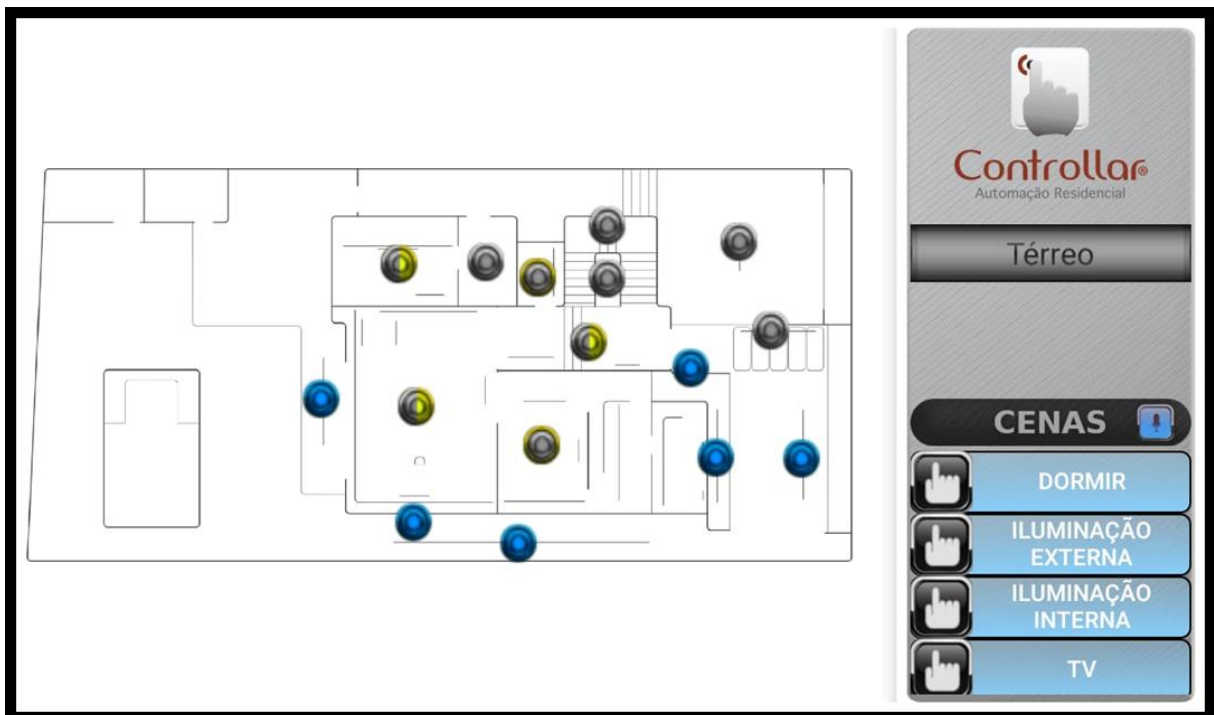


Fonte: O autor.

8.5 Aplicativo

Os aplicativos, popularmente conhecidos por “app”, são softwares desenvolvidos para serem instalados em dispositivos móveis, como um PDA, telefone celular, smartphone ou um leitor de MP3. A Figura 14 apresenta o aplicativo disponibilizado pelo fabricante e usado no sistema de automação implantado.

Figura 14 – Aplicativo do sistema automatizado



Fonte: O autor.

No cotidiano moderno, principalmente depois do crescente uso dos *smartphones*, inúmeros aplicativos são usados para as mais variadas tarefas, sempre visando trazer facilidades e comodidade para o usuário. Isto também acontece com a automação residencial, ou seja, para cumprir integralmente o seu papel, é necessário um aplicativo para dispositivos móveis de forma que o sistema possa ser acionado remotamente com o uso da internet.

8.6 Comando por Voz

Por fim, a última forma de comando usada no sistema implantado é o comando por voz, sendo a mais moderna e revolucionária por apresentar os maiores benefícios e facilidades, principalmente no caso de o usuário ter alguma limitação física. As interfaces via voz estão rapidamente se tornando uma necessidade. Quando se fala em reconhecimento de voz, nossas

lembranças automaticamente se voltam para filmes de ação e espionagem, com lugares repletos de alta tecnologia.

Embora esse também seja um exemplo de aplicação para o ramo da tecnologia de reconhecimento de padrões que lida com os sons, existem formas de uso mais próximas ao nosso cotidiano do que você imagina. Um bom exemplo são os atendimentos eletrônicos no qual é solicitado para “falar a opção desejada”, sendo que o sistema ouve o som emitido pela voz, classifica as sílabas e aplica um método de busca para associar estas informações com padrões de palavras para encontrar semelhanças. Outra aplicação bastante comum atualmente são os aplicativos para celular que ao “ouvir” determinada música faz a identificação do nome e também do artista que está interpretando.

Os assistentes de voz são objetos totalmente integrados a este universo de possibilidades que é a automação residencial, devido a possibilidade de auto conexão, necessitando somente de comunicação *wi-fi* para operação. Pela característica de onipresença destes objetos, por serem adaptáveis a qualquer ambiente, tanto pelo uso de tecnologia sem fio quanto pelo *design* simples e por fim pela interação com o ambiente onde o uso de microfones para captação fonética e *feedback* sonoro, se tornam utensílios práticos de usar no cotidiano.

A utilização dos assistentes de voz em casas inteligentes se deu também devido à capacidade das novas tecnologias em serem assertivas, pois o incômodo de falar diretamente com um objeto se reduziu com o *feedback* em tempo real, além da utilização para o entretenimento como dicas de receitas, leitura de notícias ou mesmo ouvir música. Contudo, provavelmente os portadores de necessidades especiais e idosos são os principais beneficiários de soluções de automação com foco em interfaces de voz, pois através de comandos diretos direcionados aos assistentes de voz, é possível controlar qualquer item que faça parte do sistema de automação.

Neste trabalho foi feita a opção pelo assistente de voz “Alexa”, criado pela empresa americana Amazon, devido as características e melhor atuação em conjunto com o sistema de automação implantado.

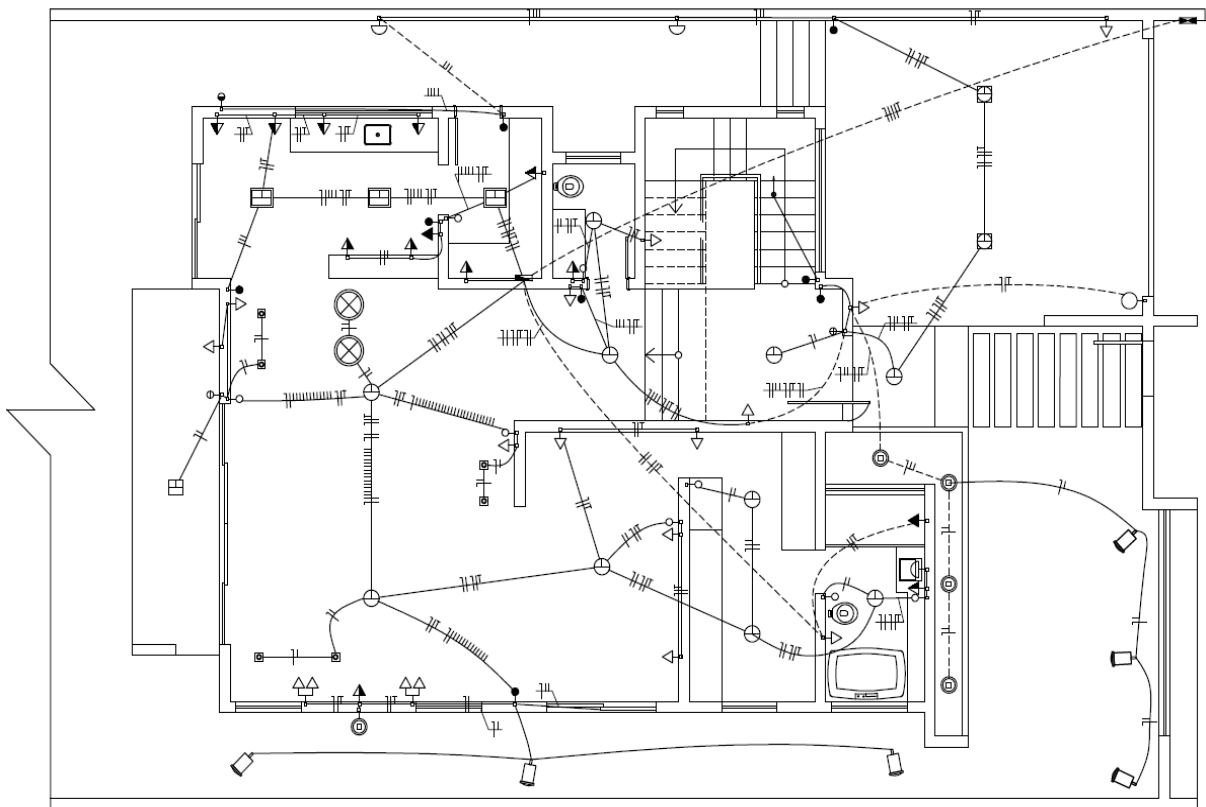
8.7 Sistema Implantado

O conceito usado para a automação implantada é um sistema centralizado, com todos os retornos das cargas (lâmpadas, tomadas comandadas e demais equipamentos) deverão ser levados para os quadros de automação. Como citado, nesta instalação foram utilizados dois quadros de automação com o objetivo de reduzir a infraestrutura utilizada em relação a

quantidade de cabos de comunicação e energia utilizados. Para otimizar o sistema, a instalação foi setorizada de forma que um quadro de automação atenda as cargas do pavimento térreo e outro as cargas do pavimento superior.

Na Figura 15 é mostrado o projeto elétrico elaborado para a instalação convencional, onde são necessários muitos interruptores *three way* e *four way* e o uso de uma grande quantidade cabos para montagem dos circuitos, principalmente em imóveis com pé direito duplo. Na instalação convencional, outra desvantagem é a dificuldade de se alterar a concepção do projeto, pois qualquer mudança envolve a necessidade de algum tipo de intervenção com a inclusão ou alteração na fiação e nos interruptores.

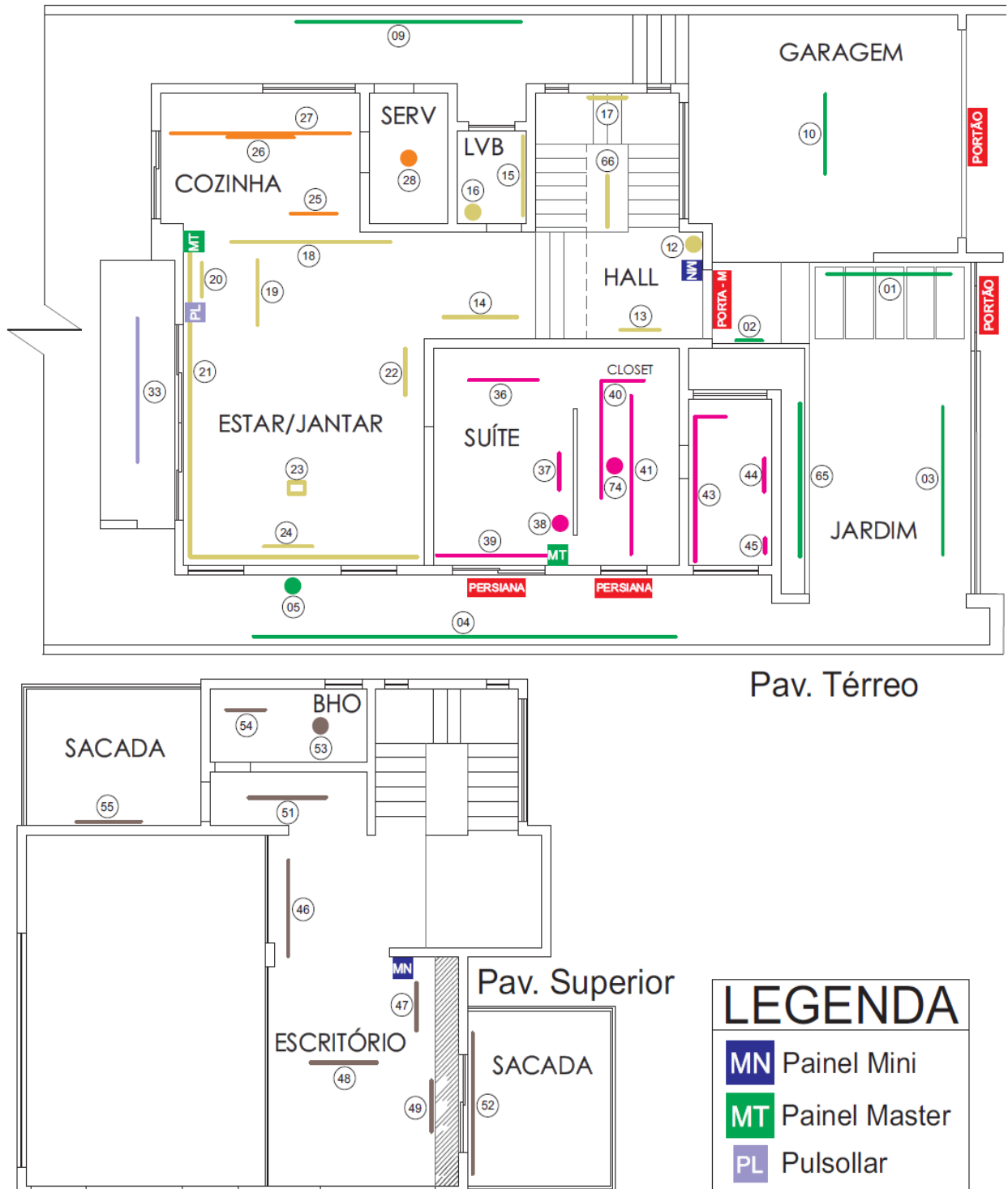
Figura 15 – Projeto elétrico convencional



Fonte: O autor.

A etapa inicial do projeto consiste em um estudo dos pontos de iluminação, dos pontos a serem monitorados e também dos equipamentos a serem incluídos no projeto de automação, conforme Figura 16, com a indicação dos itens e a posição dos painéis de comando no imóvel. Ao todo, foram automatizados 46 pontos de iluminação, acionamento e monitoramento dos portões de entrada (social e garagem), acionamento de 02 persianas e 01 tomada comandada para TV.

Figura 16 – Detalhamento dos pontos de automação e painéis



Fonte: O autor.

Com base nos pontos e equipamentos definidos para a automação, foi determinada a forma de automação para cada item conforme demonstrado abaixo:

- Pontos de iluminação: o acionamento é feito através de relés de comando acionados por um dos dispositivos citados, onde o relé envia a fase do circuito para o ponto.

- b) Portão e persianas: para estes equipamentos, não há necessidade de cabeamento; pois como possuem o comando por controle remoto, o sinal é copiado para o sistema de automação e o acionamento é feito através de RF. A automação do portão social, por trabalhar em conjunto com o vídeo porteiro, foi feita com a utilização de um relé e um transformador auxiliar responsável por gerar a tensão de 15V (A.C.) necessária para acionamento e abertura do fecho magnético.
- c) Tomada comandada: a exemplo da iluminação, neste caso o relé situado no quadro de automação é o responsável por enviar a fase do circuito para o ponto, podendo ser ligados equipamentos como pipoqueira, cafeteira ou TV, como é o caso desta instalação.
- d) Monitoramento: além dos pontos de iluminação e equipamentos ligados, os painéis e o aplicativo também indicam a abertura dos portões e porta de acesso à residência através do uso de sensores instalados nos mesmos.

O Quadro 2 apresenta a especificação dos equipamentos necessários para o sistema automatizado, bem como os custos de aquisição e de mão de obra para a instalação.

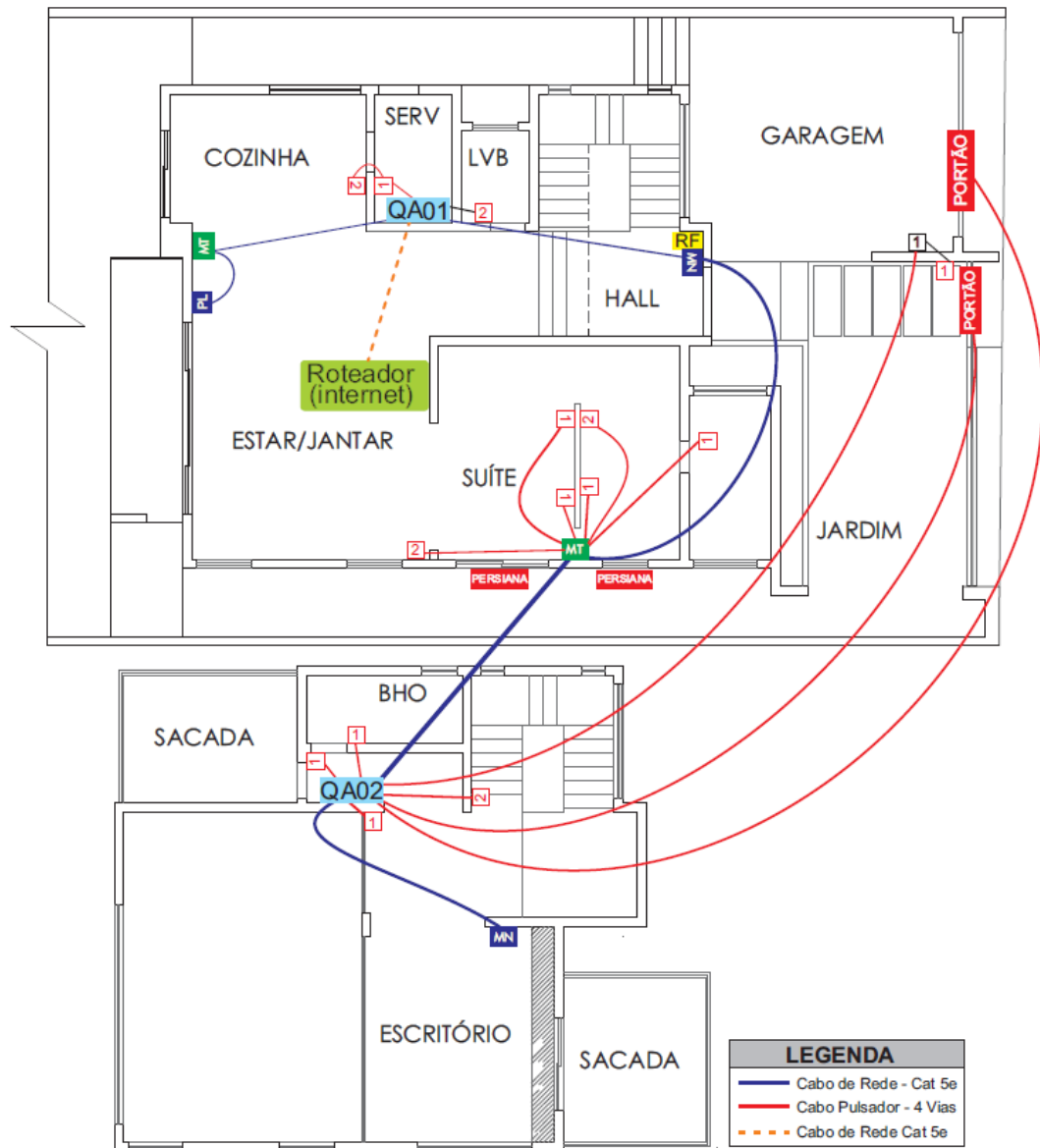
Quadro 2 – Orçamento Automação

Item	Qtde	Descrição	Valor (R\$)	Total (R\$)
1	02	Quadro Automação 24	3.703,89	7.407,78
2	01	Fonte 12V	379,87	379,78
3	08	Módulo Relé 6 Canais	809,92	6.479,36
4	01	Módulo RF + Adaptador	1.069,00	1.069,00
5	05	Painel (keypad)	579,15	579,15
6	123	Botão de Comando	38,50	4.735,50
7	03	Placa Pulsador 14	523,89	1.571,67
8	02	Placa Expansão Pulsador	343,09	686,18
9	01	Controlador (web server)	2.630,00	2.630,00
10	01	Mão de Obra	1.990,97	1.990,97
11	115	Cabo de rede CAT5e	1,30	149,50
12	90	Cabo de alarme multivias	0,59	53,10
13	215	Cabo flexível 1,5mm ²	0,66	141,90
14	01	Mão de Obra - Alvenaria	250,00	250,00
15	01	Mão de Obra - Elétrica	2.000,00	2.000,00
16	01	Mão de Obra - Automação	1.990,97	1.990,97
TOTAL:				32.114,86

Fonte: O autor.

Em relação ao cabeamento, na Figura 17 mostra o esquema dos cabos de rede para interligação dos Quadros de Automação e dos Painéis, e também o cabeamento para os Pulsadores.

Figura 17 – Cabeamento do sistema



Fonte: O autor.

Para que a implantação do sistema de automação fosse possível, algumas dificuldades precisaram ser superadas, sendo a instalação do cabeamento para os pulsadores, para rede LAN responsável pela interligação do sistema e a alteração dos retornos a maior de todas, devido ao fato do imóvel ter sofrido algumas alterações durante o processo de construção, sem que o projeto elétrico fosse atualizado. Tudo isso fez com que a mão de obra se tornasse onerosa, além de aumentar também os custos com o próprio cabeamento e gerar a necessidade de aberturas no rebaixamento de gesso do teto conforme mostrado na Figura 18, porém dentro das perspectivas levantadas durante a fase de projeto e planejamento. Outra dificuldade, porém, de

menor impacto, foi a necessidade de corte na alvenaria para instalação dos quadros de automação e dos painéis de comando, exigindo reparo na pintura nestes pontos.

Contudo, todas estas dificuldades são esperadas em se tratando de imóveis já construídos, sendo o mais importante a identificação das mesmas durante a fase de estudos e a apresentação ao proprietário do imóvel para que o mesmo, uma vez ciente, possa estar de acordo e a instalação possa ocorrer sem maiores transtornos.

Figura 18 – Instalação do cabeamento



Fonte: O autor.

9 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o estudo do referencial teórico foi possível se ter o embasamento necessário para o desenvolvimento do estudo e implantação do sistema de automação, principalmente por mostrar que a automação residencial é uma realidade cada vez mais presente na vida das pessoas. Permitiu também entender que os sistemas de automação residencial necessitam ser seguros, confiáveis e principalmente possuírem um baixo custo de instalação, devendo sendo buscada a melhor configuração e combinação das características do sistema para proporcionar maior conforto e economia para o usuário.

Com a implantação do sistema finalizada, pôde ser feita uma análise real e algumas vantagens descritas no estudo teórico puderam ser comprovadas:

- a) A flexibilidade do sistema permite que as programações sejam criadas ou alteradas com facilidade pelo usuário, dando liberdade para que ajustes sejam feitos sem dificuldades afim de adequar o funcionamento de acordo com as preferências. O sistema também permite que sejam criadas cenas para acionamento de vários pontos de iluminação e até mesmo de equipamentos.
- b) A criação de cenas e as possibilidades geradas para o acionamento da iluminação e equipamentos através dos painéis, pulsadores, aplicativo ou assistente de voz proporcionam um aumento significativo para o conforto do usuário, evitando deslocamentos pelo imóvel, principalmente à noite.
- c) Em relação à segurança, a possibilidade de acionamento remoto possibilita que a iluminação possa ser acesa mesmo sem a presença do usuário, bem como podem ser criadas cenas com a alteração das luzes ligadas, acionamento de persianas ou até mesmo ligar a TV para gerar a impressão que existe sempre alguém no imóvel. Além disso, o monitoramento dos acessos permite ter a informação se algum portão ou porta de entrada estiver aberto.
- d) Por fim, o monitoramento através dos painéis e aplicativo permite identificar algum ponto da iluminação ou equipamento ligado indevidamente e assim evitar o desperdício e consequente economia no consumo de energia elétrica. Nesse quesito, pode ser criada também uma cena para apagar toda a iluminação e desligar equipamentos ao dormir e ao sair do imóvel de forma prática e segura. Contudo, a instalação do sistema de automação coincidiu com a instalação de uma piscina no imóvel, composta por 03 bombas (filtragem, hidromassagem e aquecimento solar), o que ocasionou um aumento no consumo de energia elétrica, impossibilitando a real avaliação do sistema neste quesito.

e) Em uma análise da Figuras 16, é perceptível que a quantidade de cabos utilizada na instalação convencional é muito grande, pois devido às características do imóvel, a grande quantidade de pontos de iluminação exige muitos balanços entre os interruptores paralelos, principalmente pelo fato da existência de “pé direito duplo” na sala de estar/jantar. Em uma comparação, a quantidade de cabos na instalação automatizada pode ser reduzida, contudo, a economia gerada quando feita a comparação com o custo total da instalação não chega a ser um diferencial para que o usuário decida ou não pelo uso da automação na residência.

O custo total para a implantação do sistema de automação foi de R\$ 32.114,86; equivalendo para o imóvel em questão a aproximadamente 4,95% do valor total empregado na construção, estando este valor aderente aos custos médios de instalação conforme literatura estudada. Contudo, o mercado de automação residencial ainda está em evolução, e desta forma existe a perspectiva de novas tecnologias e redução nos custos, gerando oportunidades de negócio para os próximos anos; podendo ser apontados alguns motivos como o aumento de pessoas trabalhando em *home office* e o acesso ao ensino à distância. Outra linha aponta também para as construtoras, pois com o emprego de tecnologias, como as usadas na automação, poderão diferenciar o produto no mercado imobiliário competitivo, proporcionar maior rapidez e valorização, além da empresa se tornar conhecida como sendo inovadora e sintonizada com a modernidade.

Outra constatação é a importância de se contratar profissionais habilitados para a elaboração dos projetos complementares, como elétrico, automação, hidrossanitário e de segurança, e desta forma se ter a confiabilidade de uma instalação de qualidade e principalmente, ter o acervo das instalações do imóvel disponíveis para consulta em eventuais intervenções, uma vez estas são sempre necessárias para manutenção e melhoria no decorrer da vida útil.

10 CONCLUSÃO

Cada vez mais o conceito de automação residencial e de residências inteligentes está presente na vida das pessoas, bem como a introdução e uso de dispositivos tecnológicos, e a avaliação é que esta tendência não tem volta, muito ao contrário, a expectativa é de um aumento significativo no número de residências automatizadas, assim como a evolução da tecnologia aplicada aos sistemas e conseqüente redução nos custos de instalação.

Com exceção da avaliação da economia de energia, conforme motivos apresentados nos Resultados e Discussões, o trabalho atingiu os demais plenamente dos demais objetivos, principalmente em relação ao conforto e comodidade do imóvel, inclusive trazendo significativa melhoria no bem-estar dos moradores, afinal, tarefas como apagar uma luz acesa percebida somente após estar os moradores já terem se recolhido para dormir deixou de ser um problema, pois com um simples comando no celular é acionada uma “cena” configurada previamente e toda a iluminação da residência é apagada. Além disso, pontos de iluminação já não são esquecidas ligados na ausência dos moradores, pois o painel instalado na porta de entrada/saída indica sempre ao usuário e ainda possibilita que o mesmo seja desativado, independente do local que se encontra instalado. De toda forma, em relação ao aspecto econômico, é fato que a automação residencial traz economia e evita desperdícios, contudo não é possível definir um *pay back* que justifique a instalação. O retorno financeiro virá através da valorização do imóvel devido a tecnologia instalada, tendo a automação reconhecida como um diferencial significativo no momento de uma eventual venda.

Como resultado, a avaliação é de que existe a viabilidade para instalação da automação residencial, principalmente com base nos itens de conforto, segurança e versatilidade, afinal é difícil mensurar um valor financeiro para estes aspectos tão importantes na vida das pessoas. O descanso proporcionado por uma residência confortável e com a possibilidade de se ter o controle a qualquer na “palma da mão”, aliado a tranquilidade de se ter uma maior segurança durante as ausências “não tem preço”. Em relação às possibilidades que a automação residencial pode trazer aos moradores com algum tipo de limitação, em especial em relação a sua segurança física no imóvel e principalmente na sua independência para as tarefas cotidianas, as mesmas extrapolam a esfera do conforto para atingir um aspecto muito mais elevado, a independência do usuário.

REFERÊNCIAS

ABREU, T. M. B. D. **Edifícios Inteligentes – Soluções para gestão de climatização em instalação de Domótica KNX**: estudo de caso. 2013. 47 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança, 2013.

ADEMAR, Felipe Fey; GAUER, Raul Ricardo. **Cabeamento Estruturado**: da Teoria à Prática. 2 ed. Caxias do Sul: ITIT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL. **Mercado de edificações inteligentes deve ter forte crescimento**. Plataforma Conectar. 2015. Disponível em: <<http://aureside.com.br/plataformaconectar>>. Acesso em: 23 maio 2018.

BLATT, Roberto. **Energia: racionar ou racionalizar?** Aureside Notícias, 2015. Disponível em <<https://www.weilai.com.br/single-post/2016/1/27/Automa%C3%A7%C3%A3o-Predial-e-Efici%C3%A2ncia-Energ%C3%A9tica>>. Acesso em: 30 maio 2018.

BOLZANI, C. A. M. **Residências Inteligentes**: Um curso de Domótica. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

COELHO, Darlene Figueiredo Borges; CRUZ, Victor Hugo do Nascimento. **Edifícios inteligentes**: uma visão das tecnologias aplicadas. São Paulo: Blucher, 2017.

DIAS, César Luiz de Azevedo; PIZZOLATO, Victor Nélio Domingues. **Domótica**: Aplicabilidade e Sistemas de Automação Residencial, 2004. Disponível em: <<http://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/viewFile/1809-2667.20040015/86>> Acesso em: 20 abr. 2018.

EGEWARTH, Daiane. **Automação Residencial**, 2017. Disponível em: <<http://aidearquitectura.com.br/automacao-residencial/>>. Acesso em: 30 mai. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **SIS 2016: 67,7% dos idosos ocupados começaram a trabalhar com até 14 anos**, 2016. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/9487-sis-2016-67-7-dos-idosos-ocupados-comecaram-a-trabalhar-com-ate-14-anos.html>>. Acesso em: 12 maio 2018.

MANCINI, Mônica. **Internet das Coisas**: História, Conceitos, Aplicações e Desafios, 2017. Disponível em: <<https://pmisp.org.br/documents/acervo-arquivos/241-internet-das-coisas-historia-conceitos-aplicacoes-e-desafios/file>>. Acesso em 15 maio 2018.

MARÃO, Gabriel Antonio; BELLINETTI, José Vidal. **Inspirando a Internet das Coisas**. São Paulo: Agns, 2017.

MURATORI, José Roberto; DAL BÓ, Paulo Henrique. **Automação Residencial - Conceitos e Aplicações**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora Educere, 2014.

PINHEIRO, J. M. Santos. **A Inevitável Convergência das Tecnologias**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <[http://www.projetoderedes.com.br/artigos/ conver-gência](http://www.projetoderedes.com.br/artigos/conver-gência)>. Acesso em: 15 mai. 2018.

SGARBI, Julio André. **Domótica Inteligente**: Automação Residencial baseada em Comportamento. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Centro Universitário da FEI, 2007. São Bernardo do Campo.

TERUEL, Evandro Carlos, NOVELLI FILHO, Aristides. **Automação residencial**: pesquisa quantitativa para conhecer a necessidade do cliente. São Paulo: CEETEPS, 2007. Disponível em < <http://www.portal.cps.sp.gov.br/pos-graduacao/workshop-de-pos-graduacao-e-pesquisa/anais/2007/posteres/teruel-evandro-carlos-2.pdf> >. Acessado em 19 abr. 2018.