

TÍTULO: CONSTRUÇÃO INTELIGENTE: A INTEGRAÇÃO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

DA SILVA, Lucas M.¹
FERREIRA, Maria L. L. R.²
DA SILVA, Marcelo³
Universidade São Francisco
lucas.manoel.silva@hotmail.com
marialaurarodrigues98@gmail.com

¹Lucas Manoel da Silva, Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Itatiba-SP;

²Maria Laura Lima Rodrigues Ferreira, Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Itatiba-SP;

³Orientador Professor Mestre Marcelo da Silva, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Itatiba-SP.

Resumo. O presente artigo tem como objetivo principal explorar a relação entre a automação residencial e a engenharia civil, destacando como essas áreas estão interligadas. No âmbito da engenharia civil, a automação residencial surge como um avanço de grande relevância, integrando diversas tecnologias destinadas a aprimorar não apenas a funcionalidade, mas também a eficiência e a segurança das edificações. Este estudo se fundamenta em uma análise do mercado da automação, explorando não apenas seus benefícios evidentes, mas também suas especificidades e os requisitos para a implantação de um projeto específico para sua infraestrutura. Destaca-se a importância de os engenheiros civis adquirirem competências em automação residencial, estabelecendo uma comparação direta com os projetos elétricos convencionais. Visando esclarecer a infraestrutura necessária para a implementação bem-sucedida de uma residência automatizada, considerando os custos envolvidos nesse processo. Cabe ressaltar que a automação residencial não se limita apenas a simplificar a vida cotidiana, mas também serve como impulso para decisões de investimento mais inteligentes em relação a residências, oferecendo abordagens inovadoras e sustentáveis para as atividades cotidianas.

Palavras-chave: Automação Residencial, Casa Inteligente, Internet das Coisas (IoT).

Introdução

A implementação de sistemas de automação residencial visa tornar as construções mais inteligentes e eficientes, pois proporcionam maior conforto, segurança e eficiência energética, criando uma experiência de vida mais moderna e conectada para os moradores. O papel do engenheiro civil é crucial para a implementação bem-sucedida de um projeto de construção inteligente com automação residencial, pois é necessário que seja realizado um planejamento e projeto da infraestrutura física necessária para suportar os dispositivos e sistemas de automação, isso pode envolver instalação de conduítes, cabeamento estruturado e pontos de acesso em locais estratégicos de construção, considerando a segurança estrutural, sistema elétrico e regulamentações de construção. Para definir os locais para a implementação desse sistema, é importante identificar as áreas-chave onde a automação pode trazer benefícios, dependendo das necessidades específicas dos moradores, do orçamento disponível e dos objetivos de automação desejados para cada local, levando em consideração a infraestrutura elétrica existente. Para garantir um bom resultado desse sistema, é essencial que

tenha um cronograma bem planejado, desde a fase de projeto, instalação física da infraestrutura, implementação e teste do sistema e treinamento dos usuários finais.

Contextualização

Desde os primeiros momentos da história da humanidade, o ser humano tem buscado maneiras para simplificar seu cotidiano, seja lapidando pedras para a confecção de ferramentas durante o período pré-histórico, bem como na automação de máquinas para aprimorar e agilizar as linhas de produção. A Revolução Industrial do século XVIII, marcou um importante avanço na automação, originando-se da mecanização, isso envolveu a substituição do trabalho manual por máquinas movidas a vapor e eletricidade, resultando em maior eficiência e padronização na produção de bens. Esse marco histórico pavimentou o caminho para a automação industrial, que continua impulsionando a eficiência e a produtividade em vários setores. (UNIVERSAL ROBOTS BRASIL, 2022)

Em meados da década de 1960, foi desenvolvido pelo engenheiro da Westinghouse, James (Jim) Sutherland, a ECHO IV, um computador doméstico que tinha a capacidade de armazenar receitas e gerar listas de compras. No entanto, sua função principal consistia em controlar os aparelhos de cozinha, enviando comandos para ligá-los ou desligá-los. A ECHO IV também conseguia controlar a temperatura da residência, marcando uma das primeiras tentativas visíveis de centralizar e automatizar as funções essenciais da casa. No entanto, devido ao seu tamanho imponente e custo elevado, a invenção de Sutherland, a ECHO IV, nunca foi comercializada. (POSITIVO CASA INTELIGENTE, 2020)

No ano de 1975, na Escócia, a Pico Eletronics de Glenrothes, desenvolveu o protocolo X10, uma comunicação remota entre aparelhos domésticos utilizando a fiação elétrica interna para controlar dispositivos, se tornou a primeira tecnologia amplamente usada em sistemas de automação residencial, ainda amplamente disponível. (POSITIVO CASA INTELIGENTE, 2020)

Foi então que, no ano de 1984, nos Estados Unidos, a Associação Americana de Construtores criou o termo Casa Inteligente (Smart Home), que permanece em uso até os dias atuais. Nessa década também surgiu os portões eletrônicos, termostatos e sensores de presenças. (POSITIVO CASA INTELIGENTE, 2020)

Nos anos 90, surgiram experimentos como a torradeira de pão controlada pela internet e as chaves clapper, que permitiam ligar e desligar luzes batendo palmas, inaugurando a era da Internet das Coisas (IoT – Internet of Things). (POSITIVO CASA INTELIGENTE, 2020)

Na virada do milênio, a relação entre a internet e os computadores começava a entrar em pauta, no início dos anos 2000, a Microsoft, empresa de Bill Gates, apresentou a visão da casa inteligente, que incluía dispositivos como sistemas de segurança por câmeras, fechaduras inteligentes e controle de iluminação. (POSITIVO CASA INTELIGENTE, 2020)

Nos anos mais recentes, com a chegada dos smartphones, a tecnologia de automação tornou-se a mais interconectada e sofisticada, integrando todos os aspectos da residência por meio de hubs que se comunicam diretamente com seu smartphone ou dispositivos. (POSITIVO CASA INTELIGENTE, 2020)

A implementação da automação continua em evolução, mas ainda não chegou a todos os lares devido a desafios como o custo dos dispositivos, a infraestrutura de conectividade e a disposição das pessoas para investir em tecnologia para suas casas.

O objetivo deste trabalho, portanto, é explorar a intersecção entre automação residencial e engenharia civil, com destaque na melhoria da funcionalidade de produtos e sistemas em projetos de ambientes residenciais. A engenharia civil desempenha um papel fundamental na integração da automação residencial, pois os princípios de design e

construção se entrelaçam com as tecnologias para criar ambientes residenciais mais eficientes, seguros e conectados.

A automação residencial não apenas simplifica nossas vidas, mas também demonstra que estamos tomando decisões mais inteligentes sobre como investir nosso dinheiro em nossas casas. Ela oferece métodos sustentáveis e inovadores para realizar atividades diárias. Em resumo, a tecnologia está nos levando a reconsiderar nosso estilo de vida, contribuindo para um mundo melhor. Para manter o foco nesse propósito, evitaremos aprofundar em conceitos exclusivamente relacionados à automação. No entanto, alguns esclarecimentos conceituais são necessários para proporcionar uma compreensão mais abrangente das etapas do projeto.

Portanto, o engenheiro civil não pode pensar de forma retrograda e precisa adquirir conhecimentos sobre o desenvolvimento de projetos de automação, assim como faz com os projetos elétricos tradicionais, tanto no escritório quanto no canteiro de obras. Por isso, o objetivo desse artigo é demonstrar de maneira simples qual infraestrutura necessária para preparar uma residência automatizada, demonstrando seus custos embasados em um projeto que será entregue junto ao artigo. Além disso, conduziremos um estudo do sistema para avaliar se é mais ou menos econômico em termos de energia do que um projeto elétrico convencional.

Metodologia

O artigo fundamenta-se na combinação de pesquisa bibliográfica, investigação de campo e análise de projetos, previamente implementados na prática. Dessa forma, o artigo visa apresentar os requisitos essenciais para a implantação de um sistema automatizado em contexto residencial, visando a comodidade, praticidade e economia de energia, por meio de um projeto para os cômodos mais utilizados da residência, abordando os aspectos relacionados aos custos inerentes a esse processo, bem como a comparação entre um sistema que prescinde de cabeamento e um sistema que requer uma infraestrutura específica para sua instalação.

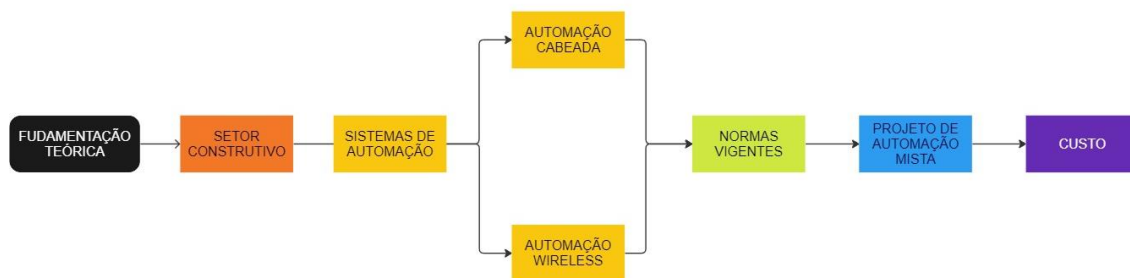


Figura 1 – Fluxograma da Metodologia (Fonte: Próprios autores).

Conceito e Tecnologias

Quando se aborda o tema de automação residencial, diversas palavras aparecem com frequência, como: casa inteligente, home automation e domótica. O termo domótico resulta da junção da palavra romana “domus”, que significa casa, com a palavra “robótica”, que se refere ao ato de automatizar.

Automação residencial em conjunto com as tecnologias, possibilitou que diversas empresas e marcas se destacassem ao disponibilizar soluções para tornar uma residência

automatizada, entre as mais reconhecidas, destacam-se a Amazon Alexa, Google Home Hub, o Samsung Smart Things, o Apple Homekit, entre outros. Estes dispositivos são acessíveis e oferecem uma extensa variedade de funcionalidades, que incluem desde o controle de iluminação e a ativação de dispositivos eletrônicos, por meio de simples comando de voz.

Para alguns sistemas de automação funcionarem de forma eficiente, muitas vezes é necessária a integração de sensores e controladores específicos, que são definidos conforme a função das necessidades particulares de cada automação.

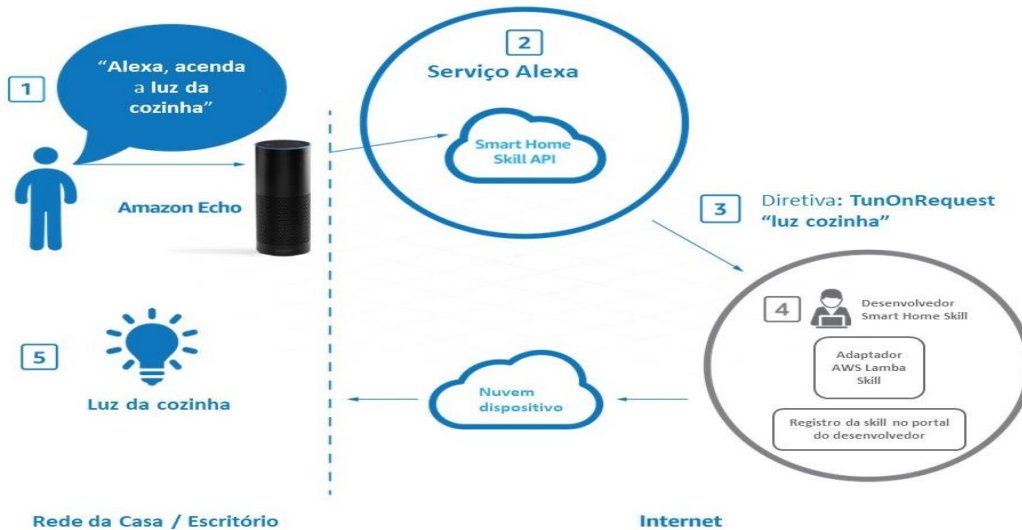


Figura 2 – Exemplo de funcionamento da Amazon Alexa (Fonte: KITAMURA, 2019).

Mercados da Automação Residencial

O mercado de AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL no Brasil, aos poucos está adquirindo características muito próximas às de mercados mais evoluídos. A incorporação de um novo profissional, intitulado Integrador de Sistemas Residenciais, define uma situação específica desse mercado: em função das diferentes tecnologias, da sua complexidade de projeto, instalação e programação, ainda não existem soluções *plug-and-play*, exigindo assim, uma especialização do profissional que nele atua. (MURATORI e DAL BÓ, 2013, P. 21)

Atualmente o mercado se classifica da seguinte forma:

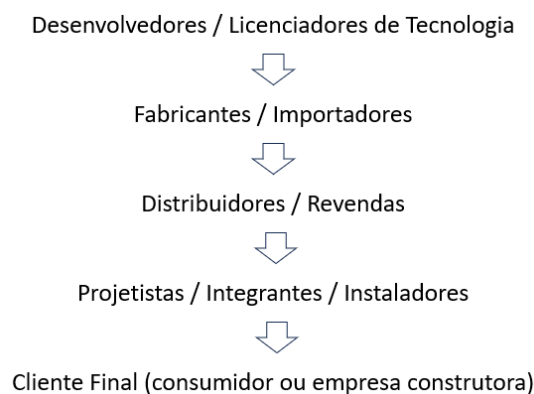


Figura 3 – *Players* importantes do mercado atual (Fonte: MURATORI e DAL BÓ, 2013).

Estima-se que o mercado de automação residencial cresça 12,3% ao ano até 2028, pesquisa da Fortune Business Insights. Espera-se que este mercado tenha um crescimento notável, indo de US\$ 64,58 bilhões em 2020 para a previsão de US\$ 163,24 bilhões em 2028. A pandemia da COVID-19 afetou a demanda, mas espera-se uma recuperação, com o crescimento sendo impulsionado pela Internet das Coisas (IoT), aquisição de casas da geração milênio e aumento da renda disponível. (FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2022)

Principais benefícios

- **Acessibilidade:** A automação residencial vem se destacando na acessibilidade, pois ela permite que as pessoas com deficiência tenham sua autonomia ampliada, melhorando a qualidade de vida.

Em casa, nem sempre existe estrutura para oferecer a elas a possibilidade de ter uma vida tranquila, que permita executar as tarefas mais simples. Por isso, a automação residencial tem um papel tão importante: ela possibilita que, por meio de equipamentos e uma arquitetura inclusiva, essas pessoas possam viver com mais dignidade. (FREEDOM, 2018)

Ações como a abertura das janelas e cortinas, a ativação das luminárias e a abertura da porta para receber entregas ou visitantes constituem apenas alguns exemplos de atividades cotidianas simplificadas, que podem significativamente aprimorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência visual e indivíduos com limitações de mobilidade.

- **Eficiência Energética:** A automação também pode exercer um impacto positivo em relação às questões de sustentabilidade, contribuindo para a eficiência energética da residência. Por se tratar de um sistema que envolve a energia elétrica, é essencial efetuar um “balanço energético” e um “diagrama de cargas” que possibilitem verificar qual energia é indispensável na habitação, porém, diferente da instalação tradicional, a domótica permite o controle das prioridades relacionadas aos equipamentos elétricos em uma residência, utilizando como base o valor máximo de energia fornecida. Em uma instalação domótica, os aparelhos elétricos são especiais e em caso de sobrecarga, permite que a rede elétrica continue funcionando normalmente, gerenciando o sistema visando otimizar o uso da energia elétrica, garantindo que os aparelhos mais importantes continuem operando, mesmo em condições de alta demanda. (PRUDENTE, 2017)

Para que o sistema funcione desta forma, basta realizar o projeto ou instalação definindo as prioridades dos equipamentos com base no diagrama de cargas, por exemplo, um refrigerador geralmente tem uma prioridade máxima, pois deve estar sempre em funcionamento. Caso ocorra uma sobrecarga, por exemplo, o acréscimo de eletrodoméstico, na instalação tradicional seria desabilitada, no contexto da domótica, são desligados da rede elétrica somente os aparelhos de baixa prioridade e a rede continuaria funcionando normalmente. (PRUDENTE, 2017)

Além disso, a automação pode contribuir para o uso mais consciente da energia, por meio do gerenciamento de forma automatizada do consumo de energia em tempo real. Isso pode ser realizado por meio de um sistema que monitore constantemente o consumo de energia elétrica dos equipamentos,

permitindo a identificação de desperdícios e, assim, adotar novos hábitos de consumo. (DA COSTA; ROSSI; KONZEN; DUTRA, 2016)

- **Segurança:** Há várias maneiras pelas quais a automação pode aprimorar a segurança de uma residência, incluindo o controle de acesso biométrico, monitoramento por câmeras, simulação de presença, notificações em tempo real, controle remoto de dispositivos de segurança e integração com serviços profissionais de monitoramento.

Construções Sustentáveis Impulsionadas pela Automação

A automação residencial ao simplificar e gerenciar as tarefas cotidianas, contribui para a sustentabilidade. Por exemplo, na automação da iluminação, a troca para lâmpadas de LED inteligentes e o controle via smartphone para ajustar a intensidade luminosa, contribui para uma utilização mais eficiente e resulta em uma economia energética. A medição e controle do consumo de energia são facilitados por sensores integrados ao sistema de automação, permitindo ligar ou desligar dispositivos remotamente, enquanto sensores de fluxo e vazamento de água auxiliam na identificação de resíduos, promovendo a eficiência hídrica e prevenindo danos à infraestrutura. Sendo assim, ao adotar tecnologias inteligentes, não apenas para benefício dos usuários, contribui para a prevenção ambiental e o uso sustentável de recursos, destacando-se como uma aliada no cenário contemporâneo. (KOSTEN-HAUS, 2021)

Sistema de Automação

Para automatizar uma residência temos que considerar diversos fatores para escolher os produtos para tal fim. Por exemplo, se quisermos automatizar apenas uma lâmpada em um ambiente, é recomendado que utilize aparelhos *wireless*, ou seja, que tenham conectividade de transmissão de dados sem fio por sua maior facilidade e praticidade, mas se optarmos por uma automatização de diversos ambientes e dispositivos o ideal é que tenhamos uma central de controle com dispositivos interligados por cabos transmissores de dados.

Sistemas com fios requerem, evidentemente, uma infraestrutura elétrica de cabos que percorre todos os módulos e se conecta ao painel central de automação. Se sua residência já estiver construída, é provável ser necessário realizar reformas para a passagem da tubulação requerida. Por outro lado, sistemas sem fio, como o próprio nome sugere, não demandam modificações estruturais. No entanto, isso não implica que a conexão seja, essencialmente, feita através do mesmo roteador Wi-Fi já presente em sua casa.

A tecnologia de rede sem fio vem se destacando, e demonstra um crescimento rápido devido sua abordagem tecnológica aberta, que oferece recursos de personalização em conjunto com a capacidade de operar vários dispositivos simultaneamente. No mercado atual, as conexões sem fio se destacam como opções mais inteligentes para gerenciar propriedades inteligentes. (Fortune Busines Insights, 2022)

O segundo lugar é ocupado pela tecnologia de rede com fio. Se destacando por oferecer mecanismos de segurança contra hackers de alta confiabilidade, que são mais eficazes na proteção contra a invasões em comparação com as redes sem fio. Esperasse que a linha de comunicação via rede de energia continue crescendo de maneira constante, devido à sua infraestrutura de baixo custo. (FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2022)

Global Home Automation Market Share, By Network Technology, 2020



www.fortunebusinessinsights.com

Figura 4 – Participação no mercado global de automação residencial, por tecnologia de rede, 2020 (Fonte: Fortune Bussiness Insights, 2022).

Automação Cabeada

A automação cabeada é indicada para edifícios e residências que estão em construção, pois necessita de infraestrutura específica para a passagem dos cabos. Apesar dessa exigência, ela se destaca pela sua segurança, confiabilidade e custo-benefício. Ela necessita também de uma central, onde se concentram os cabos e simplifica a manutenção, facilitando a identificação de problemas e a realização de reparos. Sua conexão é mais estável e sem interferências, uma vez que o sinal não é afetado pelo uso de outros dispositivos.

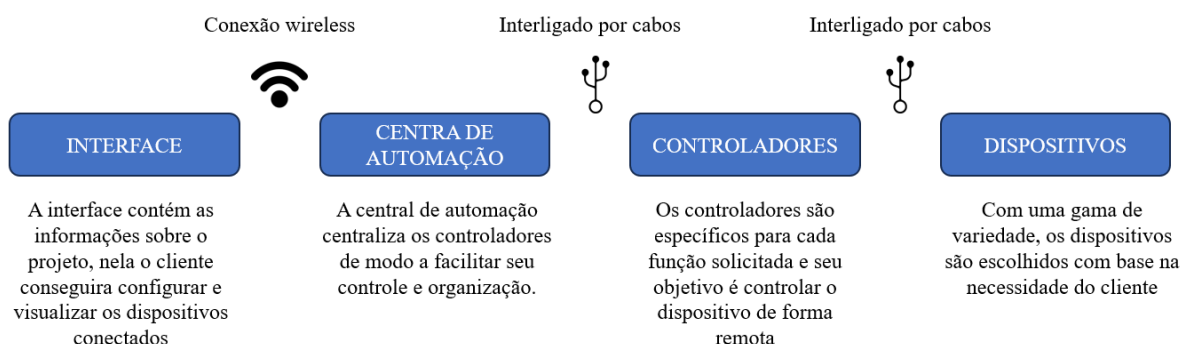


Figura 5 – Funcionamento do Sistema Cabeado (Fonte: Próprios autores).

No sistema convencional a luminária dá a resposta liga/desliga ao pressionarmos o interruptor, que por sua vez irá permitir a condução de energia para manter a luz acesa ou cortá-la para apagar luz.

Com a automação são abertas inúmeras possibilidades para essa lâmpada:

- Ligar e desligar;
- Dimerizar;
- Programar horários de funcionamento;

- Gerenciar o seu consumo de energia;
- Controlá-la remotamente por dispositivo móvel ou por voz.

Para ilustrar melhor como funciona um sistema cabeado, na imagem a seguir tem-se o comparativo de um sistema elétrico convencional e um sistema com automação:

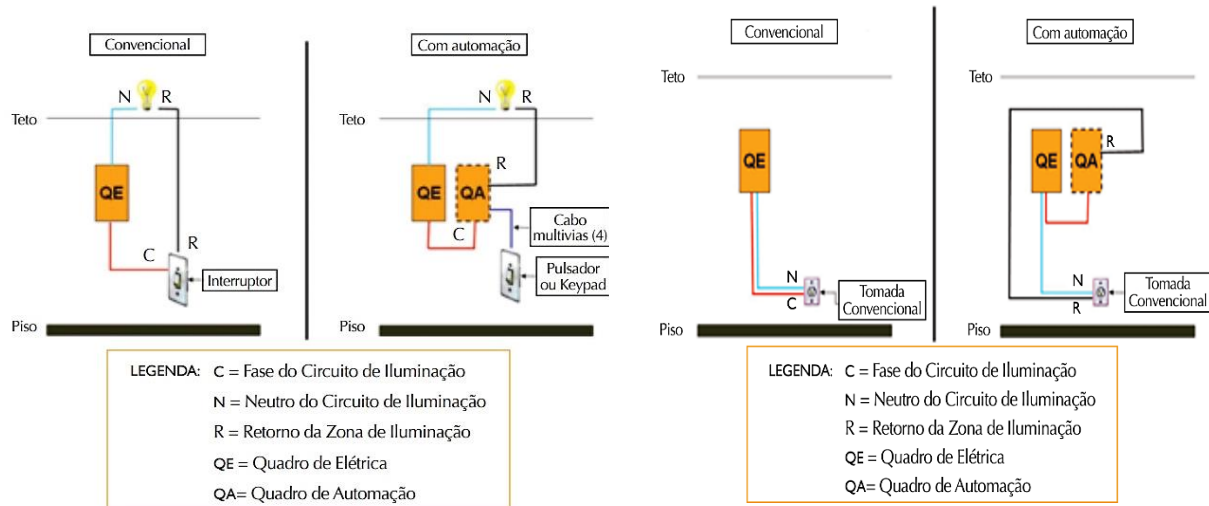


Figura 6 – Comparação entre a instalação convencional e automatizada de uma zona de iluminação e de uma tomada (Fonte: MURATORI e DAL BÓ, 2013 apud O Setor Elétrico).

Na instalação convencional, o fio de retorno da lâmpada é conectado à caixa do interruptor, enquanto no circuito de iluminação é alimentado pelo quadro elétrico. Já na instalação com automação, a central de controle exige que os retornos das cargas automatizadas sejam direcionados para o quadro de automação, não mais para a caixa do interruptor. Sendo importante considerar a substituição de interruptores por pulsadores ou teclados, que são dispositivos capazes de fornecer entradas ao sistema para acionar cargas. (MURATORI e DAL BÓ, 2013 apud O SETOR ELÉTRICO)

E assim, como os interruptores, as tomadas designadas para funções programadas de equipamentos, podem ser controladas individualmente pelo sistema de automação. No entanto, essas tomadas não ficam constantemente energizadas, dependendo dos controles, assim como os interruptores. (MURATORI e DAL BÓ, 2013 apud O SETOR ELÉTRICO)

Para garantir o bom funcionamento do sistema, o cabeamento para a automação é escolhido conforme as características do dispositivo adotado, sendo de suma importância saber qual cabo será utilizado para dimensionar as tubulações. Para a automação de uma residência podem ser utilizados diversos tipos de cabos, que se conectam a uma variedade de dispositivos.

Um sistema de cabeamento estruturado é tipicamente composto por vários componentes. Inclui cabos de telecomunicações, como cabos telefônicos (categoria 5e) que possuem quatro pares de fios trançados, permitindo a conexão a telefones e computadores. Também se utiliza cabos de vídeo de alta qualidade, como cabos coaxiais, para estabelecer conexões para câmeras e equipamentos de TV. Para a transmissão de áudio, são usados cabos com fios trançados para a intercomunicação ou cabos cegos para a comunicação em ambientes específicos. Por fim, os cabos de dados, que podem ser coaxiais ou de fios trançados, são essenciais para criar redes que conectem computadores pessoais e dispositivos de controle e monitoramento em uma residência. (MONTEBELLER, 2006)

O planejamento de um cabeamento estruturado para uma automação residencial deve aderir às normas de instalações de sistemas residenciais, levando em consideração as idealizações do projeto, indicando a rota das tubulações necessárias para a passagem de todo o cabeamento. Além disso, é necessário compatibilizar com outros sistemas presentes na construção, incluindo sistemas de ar-condicionado, hidráulica, forro, marcenaria e paisagismo, de modo a garantir conformidade com as normas e a ausência de conflitos com os demais sistemas. (BELOMNTTE, 2023)

Para que esses dispositivos funcionem são necessários controladores, que podem ser contadores, relés, módulos de automação, etc., que farão a leitura do comando e enviarão a resposta conforme configurados, esses relés são ligados no quadro de automação que centraliza todos os comandos.

Automação Wireless

A automação sem fio dispensa uma infraestrutura previamente definida, mas isso acarreta custos mais elevados devido à necessidade de instalação de sensores. Pode ser instalada sem ajuda de um profissional, seguindo apenas as instruções dos equipamentos para sincronizar com o sistema. Para ter um bom desempenho, é necessário integrar com tecnologias eficazes para garantir um funcionamento adequado. E ao contrário da automação com fio, a sem fio tem sua segurança mais vulnerável a invasões.

As tecnologias *wireless* utilizam o ar como meio físico de transmissão e as comunicações entre os diversos equipamentos podem ser feitas por luz infravermelha ou radiofrequência. As tecnologias por radiofrequência são as mais utilizadas na elaboração de redes sem fio e as tecnologias por luz infravermelha são utilizadas em conexões entre dois dispositivos próximos. (MONTEBELLER, 2006, P. 65)

A automação residencial wireless tem praticamente a mesma linha de seguimento da cabeada, porém, não é necessário cabeamento estruturado para realizar a troca de dados ou infraestrutura para execução do serviço, os módulos são conectados diretamente nos dispositivos e a rede elétrica da residência conforme imagem abaixo:

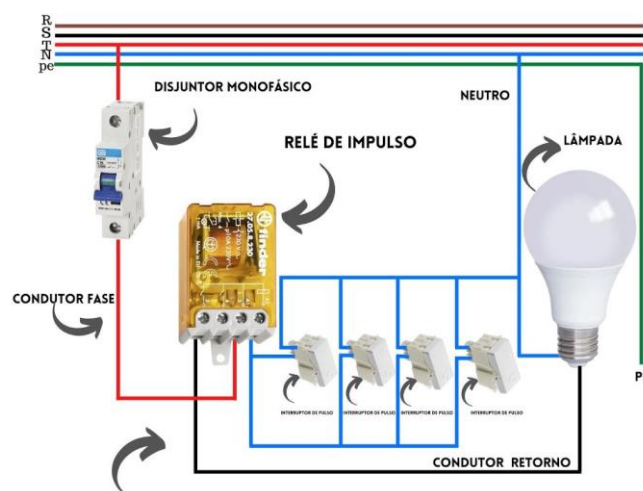


Figura 7 – Relé de Impulso – Ligando uma lâmpada de vários pontos diferentes (Fonte: Canal Prof. Jadson Caetano e Universo da Elétrica, 2022).

Atualmente no campo da automação residencial sem fio, ainda existe um único padrão que possa atender a todos as de comunicação entre dispositivos de controle e sensores. Como resultado, diversos protocolos de comunicação estão em uso, cada um com suas próprias características em termos de velocidade, alcance e segurança. Entre os protocolos mais comuns encontrados em dispositivos estão o Bluetooth, o Wi-Fi e o ZigBee.

- **Bluetooth:** É um padrão de comunicação sem fio de curto alcance, usado para conectar dispositivos de até 10 metros de distância. Utilizando uma tecnologia que distribui os sinais por diferentes frequências na faixa de 2,4 GHz para evitar problemas de interferência. O Bluetooth é conhecido por ser robusto, consumir pouca energia e ser econômico. Ao longo do tempo, ele passou por melhorias que permitiram velocidades de transferência de dados de até 3 Mbps. O Bluetooth Low Energy (BLE) é uma variante que se destaca pelo consumo baixo de energia e adequada para dispositivos IoT. Em geral, o Bluetooth é utilizado para conexões sem fio em dispositivos de áudio, transferência de dados e funções de controle. (KUAN, 2023)
- **Wi-Fi:** O Wireless Fidelity oferece acesso sem fio de alta velocidade à internet e redes por meio de ondas de rádio nas faixas de 2,4 GHz e 5 GHz, podendo atingir a velocidade de transferências superiores ao Bluetooth. Utilizando roteadores ou pontos de acesso, o Wi-Fi permite conexão à internet em um raio de até 50 metros, sem a necessidade de linha de visão direta e é uma solução prática para conectar dispositivos à internet e estabelecer redes locais sem fio (WLANs) por meio de pontos de acesso, é ideal para acesso portátil à internet sem fio e criação de rede ad hoc. (KUAN, 2023)
- **ZigBee:** É um protocolo de baixo consumo de energia e taxa de dados reduzida, baseado no padrão IEEE 802.15.4 (tecnologia de pacotes para transmissão via rádio que pode se intercomunicar e enviar dados com baixa taxa de transmissão para um dispositivo centralizado), ele se concentra em criar redes auto-organizadas entre dispositivos com pouca bateria. Operando em várias faixas de rádio não licenciadas, incluindo 2,4 GHz, o ZigBee utiliza modulação Direct Sequence Spread Spectrum para uma transmissão de dados confiável de pequenos pacotes de dados em até 250 Kbps de até 100 metros de alcance. Suas aplicações comuns incluem dispositivos IoT de baixa complexidade, como iluminação inteligente e termostatos, otimizados para eficiência energética. (KUAN, 2023)

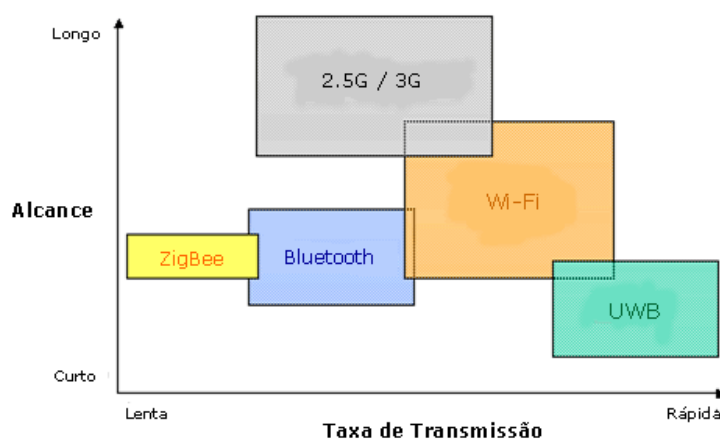


Figura 8 – Posicionamento das tecnologias “Wireless” (Fonte: FRIAS, 2004).

É possível trabalhar com diversos tipos de protocolos em um projeto de automação, porém é importante definir um padrão para evitar que não tenha interferência na comunicação dos aparelhos durante seu uso.

Automação Mista

É a combinação entre a automação residencial com fio (com cabos) e automação residencial sem fio (wireless), bem como diferentes protocolos e dispositivos para criar um sistema abrangente que controle vários aspectos de uma casa.

A principal vantagem da automação residencial mista é a flexibilidade e a capacidade de utilizar os melhores componentes para cada aplicação específica. Por exemplo, você pode optar por sistemas com fio para áreas onde a confiabilidade é crítica, como a segurança, enquanto usa dispositivos sem fio para locais onde a instalação de cabos pode ser complicada. No entanto, a integração de sistemas com fio e sem fio pode ser um desafio, exigindo um planejamento cuidadoso e a escolha de dispositivos compatíveis.

Normas Vigentes

Para implementação de um sistema de automação, é necessário o cumprimento das regulamentações técnicas. Sendo assim, a Tabela 1 encontram-se as principais normas atualmente em relacionadas a este tema.

Tabela 1 – Normas Técnicas relevantes para a Automação Residencial

NORMA ABNT	DESCRIÇÃO
NBR 5410	Instalações elétricas de baixa tensão
NBR 16415	Esta Norma especifica a estrutura e os requisitos para os caminhos e espaços, dentro ou entre edifícios, para troca de informações e cabeamento estruturado.
NBR 16264	Esta Norma estabelece um sistema de cabeamento estruturado para uso nas dependências de uma residência ou um conjunto de edificações residenciais e específica uma infraestrutura de cabeamento para três grupos de aplicações: a) tecnologias da informação e telecomunicações (ICT); b) tecnologias de broadcast (BCT); c) automação residencial (AR).
NBR 14565	Esta Norma estabelece requisitos para um sistema de cabeamento estruturado para uso nas dependências de um único edifício ou de um conjunto de edifícios comerciais em um campus.

Fonte: Próprios autores.

Material e Métodos

Projeto de Automação Mista

O desenvolvimento deste projeto de automação residencial se baseou no conceito de MARTINS, 2019, que interliga o projeto de automação diretamente ao projeto elétrico e luminotécnico, sendo assim, a ausência desses projetos impossibilita estabelecer com precisão a disposição, quantidade e dimensões dos dispositivos necessários para a correta implementação do sistema de automação. O projeto elétrico permite a identificação de todos os pontos de tomadas, interruptores e pontos de rede, enquanto o de iluminação ajuda a determinar o número de circuitos presentes na residência, auxiliando no levantamento dos módulos de distribuição da iluminação e dos dispositivos que serão automatizados. Seguindo

o propósito deste artigo, o projeto visa como objetivo demonstrar e esclarecer a infraestrutura necessária para implementar um sistema de automação em uma residência. Para ilustrar esse processo, realizamos um estudo de caso em um apartamento de 68m² situado no empreendimento “Altos da Avenida”, da Construtora Santa Angela, localizado na cidade de Jundiaí, no estado de São Paulo. Esse apartamento foi construído com uma infraestrutura para automação, desenvolvida pela empresa Full Control Automação, com base o projeto de elétrico feito pela empresa Aurea Projetos. A construtora fornece exclusivamente a estrutura básica para a instalação da automação, ou seja, entrega ao cliente conduítes adicionais sem a fiação e um quadro separado para que futuramente seja possível implementar a automação cabeada no apartamento.

Nesse contexto, já temos definida uma infraestrutura, no entanto, com limitações para alterações devido ao método construtivo do empreendimento, que não permite intervenções que envolvam a quebra de paredes, pois sua estrutura é em alvenaria estrutural.

Inicialmente, realizamos uma inspeção in loco das instalações fornecidas pela construtora, para analisarmos quais métodos seriam utilizados para o desenvolvimento do projeto. Sendo assim, o projeto foi desenvolvido considerando essas restrições, incluindo a automação dos seguintes aspectos:

- Controle da iluminação;
- Controle de eficiência energética das tomadas da cozinha e área de serviço;
- Controle das persianas;
- Controle de temperatura para ar-condicionado.



Figura 9 – Fluxograma para o desenvolvimento do projeto (Fonte: Próprios autores).

No local foi possível observar que as tubulações elétricas e de automação eram distintas, porém, se encontravam nas mesmas caixas de iluminação. Ambas com bitolas de 25mm, e com interação entre o quadro elétrico e o quadro de automação. Nos conduítes de automação foram deixados fios guias.

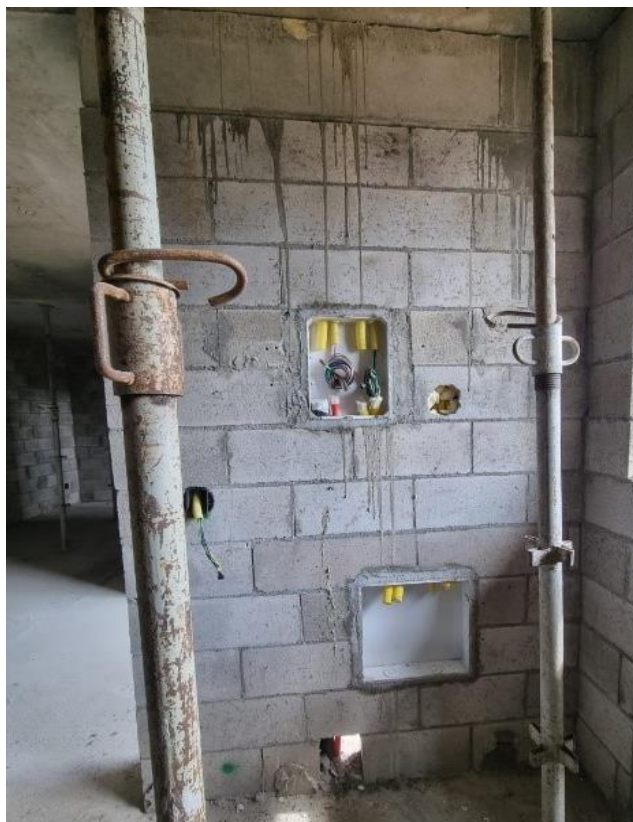


Figura 10 – Foto dos quadros de elétrica e automação do empreendimento Altos da Avenida, Construtora Santa Angela, Jundiaí, São Paulo (23°13'05.3"S 46°52'05.4"W; -23.21815032689355, -46.86815393696144) (Fonte: Próprios autores).

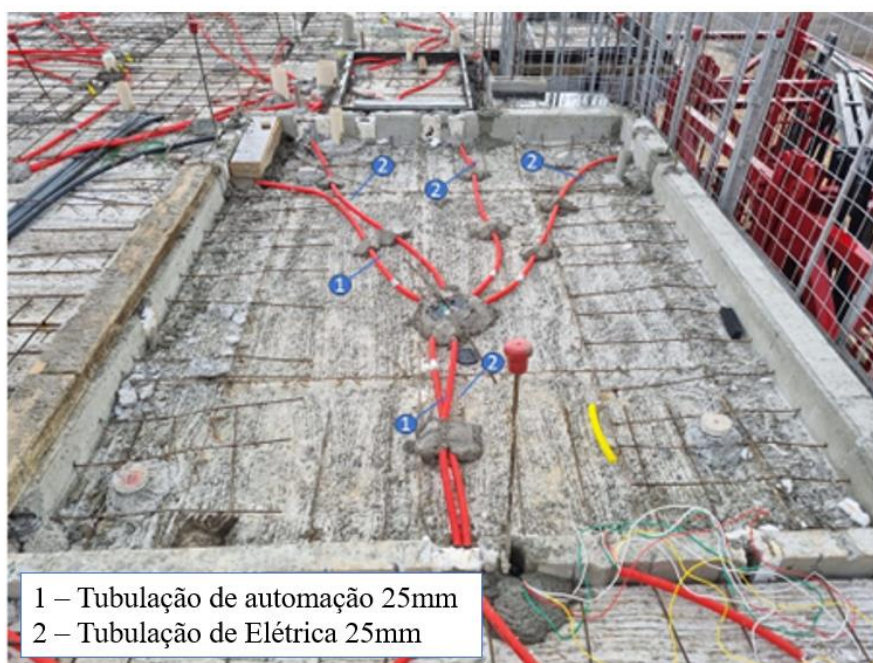


Figura 11 – Foto da infraestrutura deixada pela construtora empreendimento Altos da Avenida, Construtora Santa Angela, Jundiaí, São Paulo (23°13'05.3"S 46°52'05.4"W; -23.21815032689355, -46.86815393696144) (Fonte: Próprios autores).

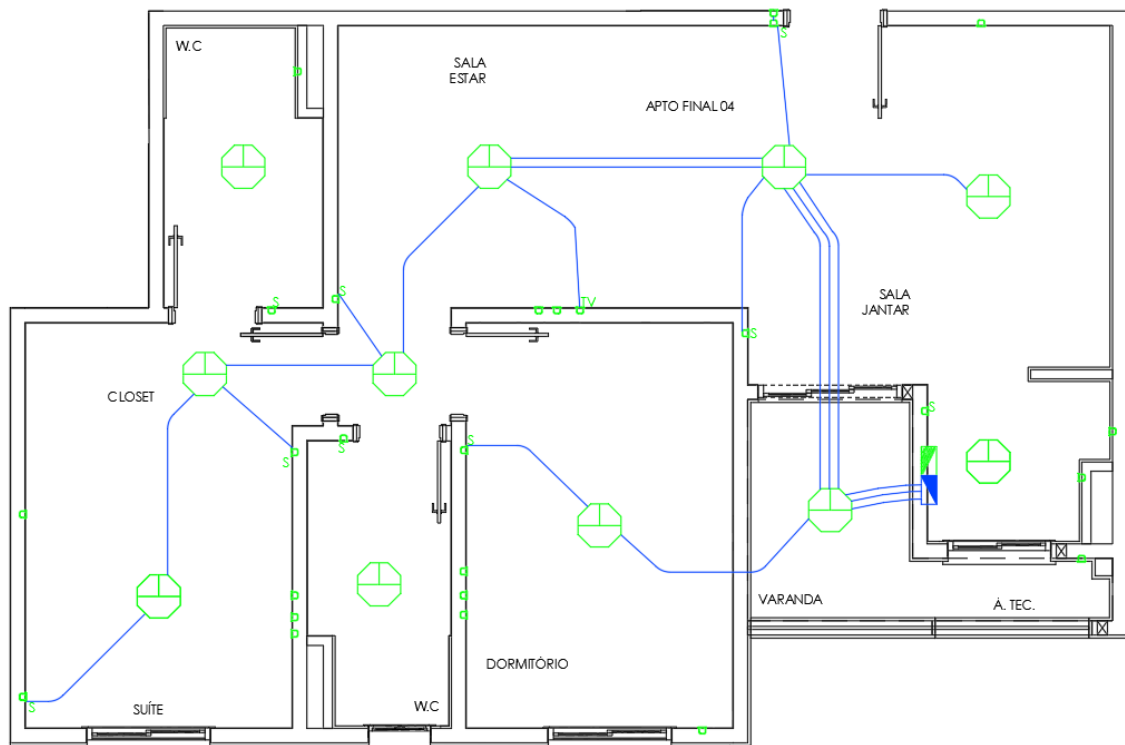


Figura 12 – Projeto da infraestrutura de automação do apartamento de 68m² do empreendimento Altos da Avenida, Construtora Santa Angela, Jundiaí, São Paulo (Fonte: Full Control, 2021).

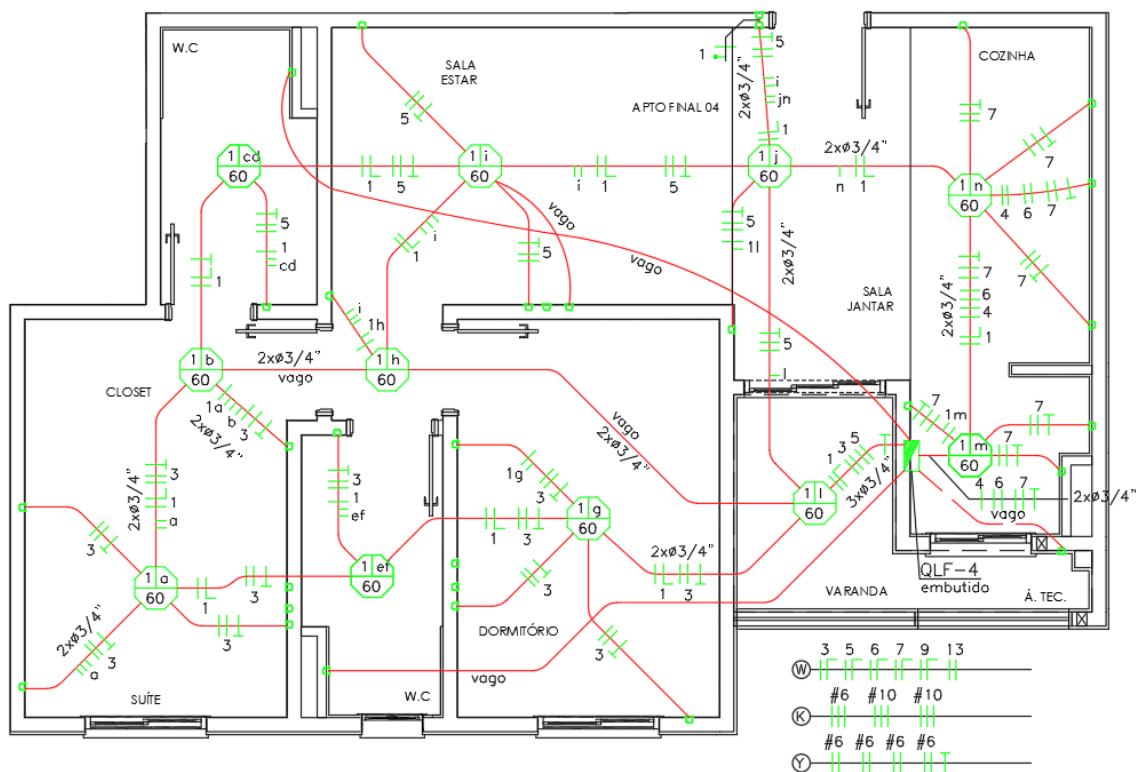


Figura 13 – Projeto da infraestrutura de elétrica do apartamento de 68m² do empreendimento Altos da Avenida, Construtora Santa Angela, Jundiaí, São Paulo (Fonte: Aurea Projetos, 2020).

Após a observação do local e a análise de projeto, compreendemos que as especificações solicitadas puderam ser atendidas. No entanto, nem todo apartamento pode ser automatizado por meio de cabeamento, o que seria o ideal, considerando o porte do projeto. Nesse caso utilizaremos a automação mista, que incluirá:

- Sistema Cabeado para controle de iluminação;
- Sistema Wireless (ZigBee) para visualizar o consumo de energia;
- Sistema Wireless (ZigBee) para controlar a automação do ar-condicionado e controle de persianas.

Resultados e Discussão

Implantação do Controle da Iluminação

Um caminho dedicado aos cabos CCB, ICT e/ou BCT deve ser provido e não pode ser compartilhado com outros sistemas da edificação, conforme especificado na NBR 16264, item 6.6.3, “Caminho de Cabo”.

Neste projeto, os condutores de automação são separados dos condutores dedicados à parte elétrica, no entanto, eles são interligados nas mesmas caixas de passagem e iluminação, o que impede o uso de cabos estruturados para automatizar o sistema de iluminação. Optar por esse sistema representaria um risco a estabilidade do sistema, uma vez que teria a possibilidade de interferências eletromagnéticas nos circuitos, já que a blindagem dos cabos estruturados não oferecem a resistência necessária.

Sendo assim, para esse projeto o controle da iluminação deve ser realizado utilizando os próprios cabos elétricos e com pulsadores. Alterando o projeto elétrico para ser utilizado o mesmo princípio da instalação com relés de impulso, mas ao invés de utilizar um relé de impulso convencional, utiliza-se controlador e entradas inteligentes.



Figura 14 – Foto da caixa de passagem pequena e com diversos circuitos elétricos e fechamentos pré-existentes no empreendimento Altos da Avenida, Construtora Santa Angela, Jundiaí, São Paulo (23°13'05.3"S 46°52'05.4"W; -23.21815032689355, -46.86815393696144) (Fonte: Próprios autores).

Para fornecer uma representação mais clara de como seria uma infraestrutura com distribuição adequada para utilização do sistema de controle da iluminação utilizando o cabeamento estruturado, desenvolvemos um exemplo com base nos projetos fornecidos pela

construtora, de modo a ilustrar sua aplicação. Esse projeto seria implantado na mesma etapa da elétrica da construção, permitindo que as tubulações fossem instaladas sem a necessidade de quebras ou interferências estruturais.

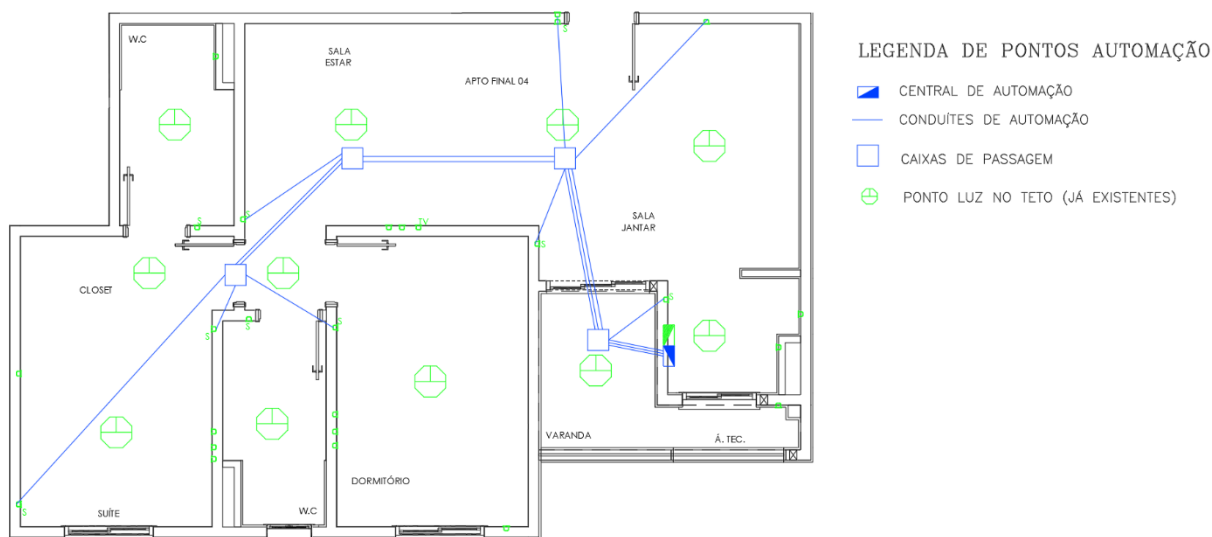


Figura 15 – Projeto da infraestrutura para automação indicada para o uso de cabeamento estruturado no controle de iluminação e tomadas, para o empreendimento Altos da Avenida, da Construtora Santa Angela (Fonte: Próprios autores).

Se a infraestrutura para automação estivesse conforme a Figura 15, para calcular a bitola desses condutas é necessário previamente ter as especificações solicitadas pelo cliente. Porém nesse caso, como não temos um cliente final definido, podemos verificar o dimensionamento com base na norma NBR: 16415:2021, adotado um cabo comumente utilizado na automação, o Cabo de Rede UTP CAT5e utilizando o eletroduto corrugado de ser o PVC 25mm.

$$A_{ie} = \pi \cdot \frac{(D_{ec})^2}{4}$$

$$A_{ec} = \pi \cdot \frac{(D_{ie})^2}{4}$$

$$Q_{mc} = 0,4 \cdot \frac{A_{ie}}{A_{ec}}$$

$$A_{ie} = 3,14 \cdot \frac{(19,42)^2}{4} = 296,05mm^2$$

$$A_{ec} = 3,14 \cdot \frac{(5,24)^2}{4} = 21,55mm^2$$

$$Q_{mc} = 0,4 \cdot \frac{296,05mm^2}{21,55mm^2}$$

$$Q_{mc} = 5,495 \text{ ou até } 5 \text{ cabos por conduite}$$

D_{ie} é o diâmetro interno do eletroduto, expresso em milímetros (mm);

D_{ec} é o diâmetro externo do cabo, expresso em milímetros (mm);

A_{ie} é a área interna da seção transversal do eletroduto, expressa em milímetros quadrados (mm²);

A_{ec} é a área externa da seção transversal dos cabos, expressa em milímetros quadrados (mm²);

Q_{mc} é a quantidade máxima de cabos.

Figura 16 – Cálculo para o dimensionamento de eletrodutos para cabeamento estruturado (Fonte: Próprios autores).

Implantação do Controle da Eficiência Energética

Para que um sistema de eficiência energética seja completo e consiga atuar ajustando os dispositivos de maior importância, o ideal é que todas as tomadas da residência sejam controladas e passadas por um módulo de controle. Para que isso ocorra, é necessário passar um conduíte adicional para cada tomada a fim de permitir a passagem do cabo de dados. No entanto, conforme especificado no projeto do empreendimento Altos da Avenida (Figuras 12 e 13), não contempla esse conduíte e não permite alterações na estrutura para incluí-los.

Dada essa situação, optaremos por utilizar módulos ZigBee, apenas para o controle de consumo da energia. Esses módulos irão fornecer informações sobre a quantidade de energia consumida pelos aparelhos, com o intuito de conscientizar e alertar os moradores.

Para analisar como deveria ser a infraestrutura correta para um sistema de eficiência energética completo, verificar Figura 15.

Implantação do Controle da Temperatura para Ar-Condicionado

Para automatizar o sistema de ar-condicionado foi adotado um sensor de temperatura para ler e controlar a automaticamente a temperatura do ambiente, esse sensor permite ser programado conforme a temperatura desejada, enviando informação para a central e a central irá atualizar as informações do ar.

Implantação do Controle das Persianas

Como não foram deixados pontos elétricos para a automação das persianas no empreendimento Altos da Avenida, conforme Figura 12, as persianas também podem ser automatizadas por meio de um módulo ZigBee sem fio. Para isso, será necessário a escolha de uma persiana com motor de bateria integrada, podendo ser controladas por controle remoto ou aplicativo de smartphone. Além disso, as persianas podem ser integradas a um comando de voz, proporcionando maior conveniência e facilidade.

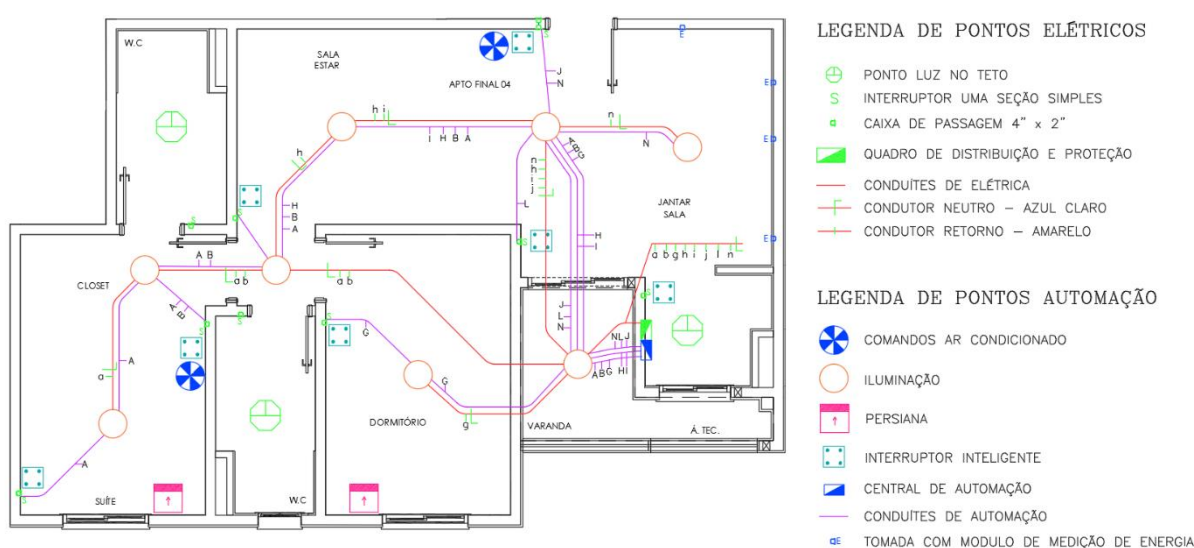


Figura 17 – Projeto de automação do apartamento de 68m² com base nos projetos do empreendimento Altos da Avenida da Construtora Santa Angela (Fonte: Próprios autores).

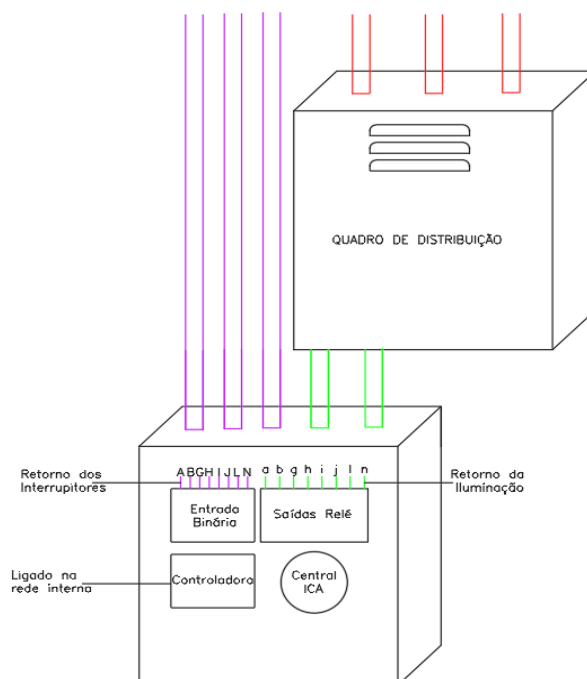


Figura 18 – Detalhe do quadro de automação do apartamento de 68m² com base nos projetos do empreendimento Altos da Avenida da Construtora Santa Angela (Fonte: Próprios autores).

Custos da Implementação da Automação Residencial

Com base no projeto de automação desenvolvido utilizando as infraestruturas já pré-definidas e atendendo às necessidades específicas implantadas, abaixo na Tabela 2 apresentamos os insumos necessários para a implementação deste projeto.

Tabela 2 – Automação Residencial – Custo Total Apartamento Automatizado

DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS / EQUIPAMENTOS	UNID.	QTD.	VLR.UNIT	VLR.TOTAL
QUADRO AUTOMAÇÃO				
Caixa Montagem Embutir 400x400x120 Painel Elétrico Quadro	Unid.	1	R\$ 298,00	R\$ 298,00
Central controladora	Unid.	1	R\$ 1.599,00	R\$ 1.599,00
Modulo relé de automação (liga/desliga)	Unid.	1	R\$ 2.699,00	R\$ 2.699,00
Interface de comunicação para dispositivos IR	Unid.	1	R\$ 1.810,00	R\$ 1.810,00
Modulo De Entrada Binaria	Unid.	1	R\$ 2.409,00	R\$ 2.409,00
TOMADAS				
Módulos Medidor de energia elétrica	Unid.	4	R\$ 325,00	R\$ 1.300,00
AR CONDICIONADO				
Sensor de Temperatura e Umidade	Unid.	2	R\$ 179,90	R\$ 359,80
PERSIANA				
Motor inteligente para cortina persiana	Unid.	1	R\$ 389,99	R\$ 389,99
SERVIÇOS DE AUTOMAÇÃO				
Desenvolvimento de projeto para automação, instalação de sistema de automação e integração de iluminação, persianas, climatização.	Vb.	1	R\$ 7.000,00	R\$ 7.000,00
			SUBTOTAL	R\$ 17.864,79

Fonte: Próprios autores.

Gostaríamos de ressaltar que, a implementação da automação poderia ser ainda mais completa, porém, como a construtora não executou todos os pontos de infraestrutura necessários, impactou na extensão total do sistema proposto. Para demonstrar os insumos necessários para os pontos adicionais na infraestrutura de automação, elaboramos uma projeção dos custos adicionais que a construtora teria para este apartamento em específico caso tivesse adotado nosso projeto. Essa estimativa está detalhada na Tabela 3.

Tabela 3 – Automação Residencial – Custo Total para Infraestrutura

DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS / EQUIPAMENTOS	UNID.	QTD.	VLR.UNIT	VLR.TOTAL
QUADRO DE AUTOMAÇÃO				
Eletroduto Corrugado 3/4 " 50 Metros Antichamas Amarelo Tigre	M	47,3	R\$ 2,00	R\$ 94,51
Caixa de Luz 4x4 Octagonal Amarela Tigre	Unid.	4	R\$ 9,89	R\$ 39,56
Caixa Montagem Embutir 400x400x120 Painelelétrico Quadro	Unid.	1	R\$ 253,98	R\$ 253,98
SERVIÇOS DE INSTALAÇÃO				
Mão de obra	H	9	R\$ 38,89	R\$ 350,00
			SUBTOTAL	R\$ 738,05

Fonte: Próprios autores.

Todos valores apresentados são estimativas e podem variar com base nas especificações do projeto e nas preferências do cliente, contudo, os custos apresentados visam fornecer uma visão do investimento para o sistema de automação apresentado.

Custos Iniciais vs. Economias a Longo Prazo

A automação residencial se apresenta como uma solução inovadora, embora os custos iniciais possam parecer um obstáculo para alguns em comparação a um projeto elétrico convencional. No entanto, a médio e longo prazo, a automação pode resultar em economias significativas, como a eficiência energética que pode levar a reduções na conta de energia.

Por ser um sistema com grade flexibilidade, é possível iniciar pequeno e expandir com o tempo, tornando um investimento relevante para famílias de renda mais baixa que não podem ter recurso para uma automação completa desde o início. Utilizando os sistemas modulares é possível que os usuários escolham e instalem apenas os componentes que são mais essenciais para eles, evitando gastos desnecessários.

Conclusão

A implementação de sistemas de automação residencial surge como um elemento crucial para tornar as construções mais inteligentes e eficientes, no artigo destaca-se o papel essencial da engenharia civil na implantação eficaz da infraestrutura para esse sistema, abordando aspectos como o planejamento da infraestrutura física, respeitando as características estruturais e elétricas já existentes.

Com base no que foi proposto, o trabalho destacou as principais alternativas utilizadas na automação residencial, e após uma análise das tecnologias apresentadas, ficou evidente o quanto a automação residencial pode contribuir e melhorar o cotidiano do ser humano, como por exemplo auxiliar um portador de necessidades especiais a abrir sua porta ou utilizando um

sistema automatizado para auxiliar na economia de energia de uma residência, não apenas desligando uma lâmpada, mas eficientemente controlando todos os pontos elétricos da casa. Permitindo que o projeto fique menos engessado no que se trata a novos aparelhos não considerados no cálculo do projeto elétrico.

O estudo ainda mostrou com ênfase como funciona um sistema cabeado e um sistema wireless, sendo possível observar que a junção dos dois métodos torna a construção mais eficiente e econômica, viabilizando pontos e acessos que somente umas das duas teriam limitações.

Podemos observar que no mercado atual, as construtoras já estão implementando a automação como um diferencial construtivo, o que enfatiza o crescimento dessa tecnologia para os próximos anos e abrindo novas possibilidades para os engenheiros civis. Contudo, é importante que as construtoras e engenheiros estejam em constante atualização sobre a implantação desse sistema, para evitar projetos limitados.

Para quem está planejando uma construção e pretende automatizar a residência a longo prazo, é recomendado que já deixe previsto a infraestrutura necessária, pois seu custo é baixo e irá garantir um sistema de automação mais abrangente no futuro.

Para estudos futuros, pode-se considerar a integração das inteligências artificiais com a automação residencial, tendo em vista que são tecnologias semelhantes e quando integradas podem potencializar ainda mais as funcionalidades da automação residencial.

Agradecimentos

Agradecemos em primeiro lugar, a Deus, por toda sabedoria e força, por guiar nossos passos e iluminar nosso caminho ao longo desta jornada acadêmica.

Também agradecemos aos nossos familiares e amigos pelo apoio constante e a todos que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

Que este seja o início de muitas conquistas e aprendizados, e que o conhecimento aqui adquirido possa ser um aprendizado sólido para futuras realizações.

Referências Bibliográficas

KITAMURA, Celso. **Como Funciona Alexa? Celso Kitamura**, 24 out. 2019. Disponível em: <<https://celsokitamura.com.br/como-funciona-alexa/>>. Acesso em: 1 set. 2023

UNIVERSAL ROBOTS BRASIL. **A EVOLUÇÃO DA ROBÓTICA INDUSTRIAL: DA INDÚSTRIA 1.0 À INDÚSTRIA 4.0. Universal Robots**, 15 jul. 2022. Disponível em: <<https://www.universal-robots.com/br/blog/a-evolucao-da-robotica-industrial-da-industria-10-a-industria-40/>>. Acesso em: 5 set. 2023

POSITIVO CASA INTELIGENTE. **A história da automação residencial: cinco décadas de evolução. Positivo Casa Inteligente**, 16 dez. 2020. Disponível em: <<https://blog.positivocasainteligente.com.br/historia-automacao-residencial/>>. Acesso em: 5 set. 2023

MURATORI, José Roberto; DAL BÓ, Paulo Henrique. **AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: Conceitos e Aplicações**. 1ª ed. Belo Horizonte: Minas Gerais. 2013.

FORTUNE BUSSINES INSIGHTS. Market Research Report. **Home Automation Market Size, Share and COVID-19 Impact Analysis, By Component (Product and Services), By Network Technology (Wired, Wireless and Power Line-Based), and Regional Forecast**, 1 jan. 2022. Disponível em: <<https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/home-automation-market-100074/>>. Acesso em: 20 set. 2023

FREEDOM. **CONHEÇA O PODER DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA**. Blog Freedom, 12 de mar. 2018. Disponível em: <<https://blog.freedom.ind.br/conheca-o-poder-da-automacao-residencial-para-pessoa-com-deficiencia/>>. Acesso: 24 de set. de 2023.

PRUDENTE, Francesco. **AUTOMAÇÃO PREDIAL E RESIDENCIAL: Uma Introdução**. 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC. 2017.

DA COSTA, Alexandre A. F.; ROSSI, Fábio D.; KONZEN, Paulo; DUTRA, Paulo R. B.. **AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM FOCO NO CONSUMO CONSCIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA**. Revista de Ciência e Inovação, dez. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319341829_Automacao_residencial_com_foco_no_consumo_consciente_de_energia_eletrica/>. Acesso em: 27 de set. de 2023

Capítulo III – Automação da instalação elétrica. O Setor Elétrico, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.osetoreletrico.com.br/capitulo-iii-automacao-da-instalacao-eletrica/>>. Acesso em: 20 out. 2023

BELMONTE, Felipe. **Entenda o cabeamento estruturado residencial. Acatar Automação Residencial**, 10 mar. 2023. Disponível em: <<https://acatarautomacao.com.br/blog/cabeamento-estruturado/>>. Acesso em: 20 out. 2023

Módulo Relé Cabeado. Controlart. Disponível em: <https://controlart.com.br/modulo_rele_cabeado/>. Acesso em: 25 out. 2023.

MONTEBELLER, Sidney José. **Estudo sobre o emprego de dispositivos sem fios - wireless na automação do ar condicionado e de outros sistemas prediais**. 2006. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Potência) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2006. DOI:10.11606/D.3.2006.tde-19092006-172438. Acesso em: 30 out. 2023.

Relé de Impulso - Ligando uma lâmpada de vários pontos diferentes. Canal Prof Jadson Caetano e Universo da Elétrica, 5 dez. 2022. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=raxAyVUd3OA>>. Acesso em: 31 out. 2023.

FRIAS, Renato Nogueira. **ZigBee. Teleco Inteligência em Telecomunicações**, 27 dez. 2004. Disponível em: <<https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialzigbee/default.asp>>. Acesso em: 31 out. 2023

KUAN, Fiona. **Bluetooth versus Wi-Fi versus Zigbee: Qual tecnologia sem fio é melhor. Moko Smart**, 15 set. 2023. Disponível em: <<https://www.mokosmart.com/pt/bluetooth-vs-wifi-vs-zigbee-which-is-better/>>. Acesso em: 31 out. 2023

AUREA PROJETOS. **Projeto de Elétrica Altos da Avenida**. JL-3A2-2-ELE-EXE-TOA-F0206-TIP-TORRE_A-R07. Construtora Santa Angela, 7 fev. 2020. Acesso em: 2 nov. 2023

FULL CONTROL AUTOMAÇÃO. **Projeto de Automação Altos da Avenida**. JL-3A2-AUT-EXE-TOA-F0001-TIP-AUTOM_A-R00. Construtora Santa Angela, 16 nov. 2021. Acesso em: 2 nov. 2023

NBR 5410. Instalações elétricas de baixa tensão. ABNT, 2008

NBR 16415. Caminhos e espaços para cabeamento estruturado. ABNT, 2021

NBR 16264. Cabeamento estruturado residencial. ABNT, 2014

NBR 14565. Cabeamento estruturado para edifícios comerciais. ABNT, 2019

MARTINS, Crishtielle de Almeida. **AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E PREDIAL – O DIFERENCIAL DA IMPLANTAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2019. Trabalho Final de Curso, Centro Universitário de Goiás – Uni Anhanguera, Goiânia, 2019. Disponível em: <repositorio.anhanguera.edu.br>. Acesso em: 4 nov. 2023.

Intelbras. **Kit Sensor de Temperatura e Umidade IST 1001 + Central de Automação ICA 1001**, 5 nov. 2023. Disponível em: < <https://loja.intelbras.com.br/kit-sensor-temperatura-central-automacao/p>>. Acesso em: 5 nov. 2023

Entenda como funciona a solução Kit Automação LuxControl. LuxControl - Simples de Instalar, Usar e Ampliar, 27 jul. 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Qm3QyiyD0gM>>. Acesso em: 6 nov. 2023.

KOSTEN-HAUS. Automação e sustentabilidade: casas inteligentes são mais sustentáveis?Kostehaus, 27 out. 2021. Disponível em: <<https://www.kostenhaus.com.br/artigo/automacao-sustentabilidade>>. Acesso em: 10 nov. 2023