

# **Análise de custo entre os projetos elétricos convencional e pré-automatizado para uma edificação residencial**

---

*Tairine Cristine Bertola Cruz*

*Júlio César da Cruz*

*Marcos Martins Borges*

*Eugênia Cristina Muller Giancoli Jabour*

*Fernando Henrique Fagundes Gomes*

*Romulo Stefani Filho*

DOI: [10.47573/aya.5379.2.61.8](https://doi.org/10.47573/aya.5379.2.61.8)

## RESUMO

A indústria 4.0, estruturada pela internet e caracterizada pela produção inteligente, vem revolucionando a vida em sociedade. A engenharia civil tem investido em inovações tecnológicas aplicadas as edificações residenciais no sentido de torná-las eficientes, sustentáveis e acessíveis. O surgimento da Domótica deu início a mudanças no ambiente construído, através da integração de mecanismos automatizados, que permitem o controle e operação de todos os sistemas de uma edificação. Graças ao conceito da pré-automação residencial, que consiste no upgrade das instalações elétricas, a automação tem se popularizado cada vez mais. Neste sentido, esta pesquisa apresenta, através de um estudo de caso, as diferenças técnicas entre um projeto elétrico convencional (tradicional) e o projeto elétrico pré-automatizado, bem como a análise da viabilidade financeira da pré-automação residencial. Estimou-se que o custo associado à infraestrutura pré-automatizada representa de dois a três por cento do custo total da construção.

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

## ABSTRACT

Industry 4.0, structured by the internet and characterized by intelligent production, has revolutionized life in society. Civil engineering has invested in technological innovations applied to residential buildings in order to make them efficient, sustainable and accessible. The emergence of Domotics initiated changes in the built environment, through the integration of automated mechanisms, which allow the control and operation of all systems in a building. Thanks to the concept of residential pre-automation, which consists of upgrading electrical installations, automation has become increasingly popular. In this sense, this research presents, through a case study, the technical differences between a conventional (traditional) electrical project and the pre-automated electrical project, as well as the analysis of the financial viability of residential pre-automation. It has been estimated that the cost associated with pre-automated infrastructure represents two to three percent of the total cost of construction.

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

## INTRODUÇÃO

A popularização da internet, dos dispositivos móveis e das redes sem fio alterou substancialmente o modo como as pessoas se comunicam, consomem, trabalham e se entretêm. Inúmeras são as facilidades possibilitadas pelo mundo virtual, como por exemplo o compartilhamento de arquivos, o uso de softwares aplicativos para comunicação, compras, prestação de serviços, bem como o monitoramento e o controle de sistemas.

Estudos mostram que a quarta Revolução Industrial tem possibilitado a quebra dos limites entre o mundo físico (impressão 3D, robótica avançada), digital (internet das coisas, plataformas digitais) e o biológico (tecnologia digital aplicada à genética), causando profundas mudanças na sociedade (DIAS, 2018).

Nesse cenário cibernético, o ambiente construído também tem incorporado novas tecnologias e equipamentos com dispositivos inteligentes, os quais possibilitam que a estrutura física, até então inerte, se transforme em uma construção ativa, dinâmica e capaz de interagir com as pessoas e com o entorno.

Em uma época em que a sociedade almeja controlar custos e manter um padrão de vida mais sustentável, conhecer e utilizar aparelhos e tecnologias inteligentes se torna quase uma obrigação. Além disso, o desenvolvimento da microeletrônica e da nanotecnologia têm motivado pesquisas que até então não eram possíveis ou imagináveis.

Mudanças conceituais na arquitetura, projeto dos sistemas e instalações e na própria utilização da edificação estão transformando o ambiente construído, constituindo-se em um tema de amplo estudo e que deve ser abordado em um ambiente de pesquisa multidisciplinar.

Nos países desenvolvidos, a utilização de softwares e programas voltados para o gerenciamento de sistemas prediais é considerada uma das premissas para o desenvolvimento de projetos. Estes são responsáveis pela gestão das rotinas de controle e monitoramento, auxiliando o administrador da edificação no acompanhamento da mesma ao longo de toda a sua vida útil (RODRIGUES e PERENSIN, 2009).

O crescimento da automação residencial deu origem a uma nova vertente na Engenharia de Instalações, a Domótica uma ciência moderna que visa facilitar o gerenciamento das instalações domésticas, baseada em quatro fatores fundamentais: eficiência energética, segurança, comunicação e conforto (COELHO e CRUZ, 2017).

Diante do exposto, este trabalho objetiva-se a explorar a automação residencial, com foco no preparo da infraestrutura da edificação para o posterior desenvolvimento da automação e integração dos sistemas. Apresenta-se então o conceito da “pré-automatização”, cuja viabilidade financeira foi analisada a partir do levantamento de custos entre os projetos elétricos convencional e pré-automatizado, desenvolvidos para uma mesma edificação.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### Automação residencial (Domótica)

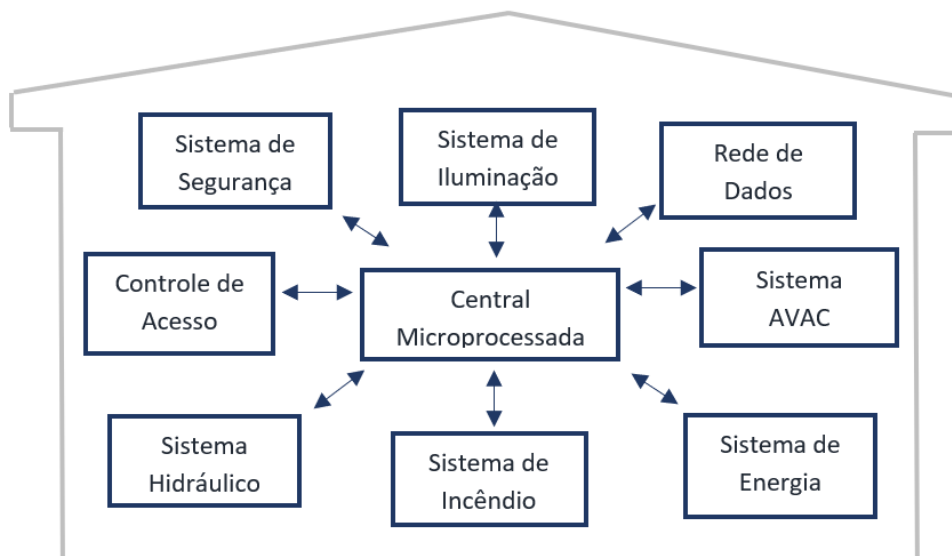
Segundo Freitas *et al.* (2012), um ambiente automatizado é resultado da integração e interação entre dispositivos eletroeletrônicos relacionados à comunicação, transmissão de dados, iluminação, climatização, segurança, áudio e vídeo, interligados entre si através de uma rede. Essa interação acontece graças aos microprocessadores, cada vez mais presentes em dispositivos que fazem parte do cotidiano das pessoas.

A automação (do termo em latim Automatus, que significa mover-se por si) implica em um sistema que emprega processos automáticos de comando e controle de mecanismos para seu próprio funcionamento. Em outras palavras, pode ser definida como a tecnologia que utiliza comandos programados para operar um dado processo, combinados com retroação de informação para que o sistema funcione corretamente (DORF e BISHOP, 1998).

A partir do desenvolvimento do computador, foi possível evoluir para os sistemas au-

tomatizados integrados, cujo princípio de coordenação pôde então ser percebido por meio da inteligência integrada. Desta forma, os edifícios denominados “inteligentes” são projetados para funcionar como um agente integrador de sistemas (Figura 1), que através de uma central de processamento realiza operações diárias de uso, controle e manutenção (COELHO e CRUZ, 2017).

**Figura 1 – Funcionamento de um sistema integrado**



Fonte: BERTOLA CRUZ (2018).

A Rede Domótica, também conhecida como HAN (do termo em inglês Home Area Network), é definida como um conjunto de dispositivos inteligentes que utiliza um protocolo de comunicação específico, em um determinado meio, para que o sistema funcione (BARROS, 2010).

O objetivo principal do sistema de automação é obter informações sobre o ambiente residencial afim de gerenciá-lo. Este, quando bem integrado, possibilita ou potencializa ações de segurança, gestão de energia, comunicação, acessibilidade, automação de tarefas, educação e entretenimento, conforto ambiental, gerenciamento e supervisão das instalações, que podem ser realizadas remotamente (DIAS e PIZZOLATO, 2004).

Para que ocorra a troca de informações e o compartilhamento de arquivos entre os diferentes dispositivos, é necessário um arranjo físico de transmissão o qual constitui a rede eletrônica ou rede de computadores. Com o surgimento de novos aparelhos com capacidade de comunicação em rede, sobretudo pela internet, como tablets e smartphones, as redes se tornaram ainda mais importantes no mundo interconectado (BARROS, 2010).

O meio de transmissão é o suporte físico onde circula a informação trocada entre os dispositivos da rede eletrônica. Subdividem-se em duas categorias: meios encapsulados e não encapsulados. Nos meios encapsulados, as ondas eletromagnéticas percorrem um material sólido constituindo as redes de cabeamento estruturado. Já nos meios não encapsulados, propagam-se na atmosfera e no espaço através das redes wireless (BARROS, 2010).

Além dos meios, para que ocorra a comunicação entre computadores é essencial que um conjunto de regras seja estabelecido. Denomina-se protocolo o nome dado a este conjunto de padrões definidos para possibilitar a comunicação entre dispositivos diferentes. Em suma, computadores de uma mesma rede só se comunicam através do mesmo protocolo (CASTELUC-

CI, 2011).

Em geral, os sistemas wireless são indicados para as edificações já construídas, pois implicam uma menor necessidade de obras e alterações de infraestrutura, reduzindo assim custos e transtornos. Porém, ainda que designada como “sem fio”, essa opção exige a instalação da infraestrutura do cabeamento elétrico (COELHO e CRUZ, 2017).

Normalmente, a automação sem fio é utilizada para elementos pontuais, como por exemplo um ventilador ou a iluminação de uma única sala. Ao tentar implementá-la em uma obra de grande porte, em função do número de dispositivos a serem adicionados, pode-se ter um custo bem maior comparado ao sistema cabeado (COELHO e CRUZ, 2017).

Assim, nas edificações novas, quando a solução pode ser pensada junto à concepção de toda a infraestrutura, a opção de se utilizar-se cabeamento estruturado é a mais indicada, por ser mais estável, robusta e resistente. Como o empreendimento ainda será construído, é possível incorporar toda a infraestrutura necessária para a automação durante o processo de projeto da obra (COELHO e CRUZ, 2017).

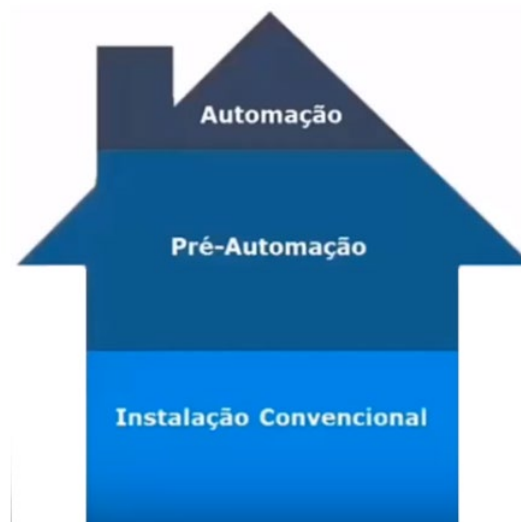
Lima (2017) pontua que o planejamento da automação durante a fase de concepção da obra reduz o custo de implantação dos sistemas. Além disso, o custo despendido com eletrodutos e conexões em uma infraestrutura apta para receber um sistema de automação é quase o mesmo de uma instalação convencional.

## O conceito da pré-automatização em edificações

A pré-automatização de uma edificação compreende o preparo de sua instalação elétrica para receber uma automação futura. Em outras palavras, pode ser considerado como um upgrade na instalação elétrica convencional (tradicional) que permite a automação gradual e em diferentes níveis (FINDER BRASIL, 2013).

Com uma infraestrutura adequada, qualquer modificação na instalação elétrica se torna muito mais simples e econômica. Portanto, pode-se considerar que hierarquicamente a pré-automatização é um estágio intermediário entre a instalação convencional e a automação, conforme demonstra a Figura 2.

Figura 2 – Relação hierárquica entre automação, pré-automatização e instalação convencional



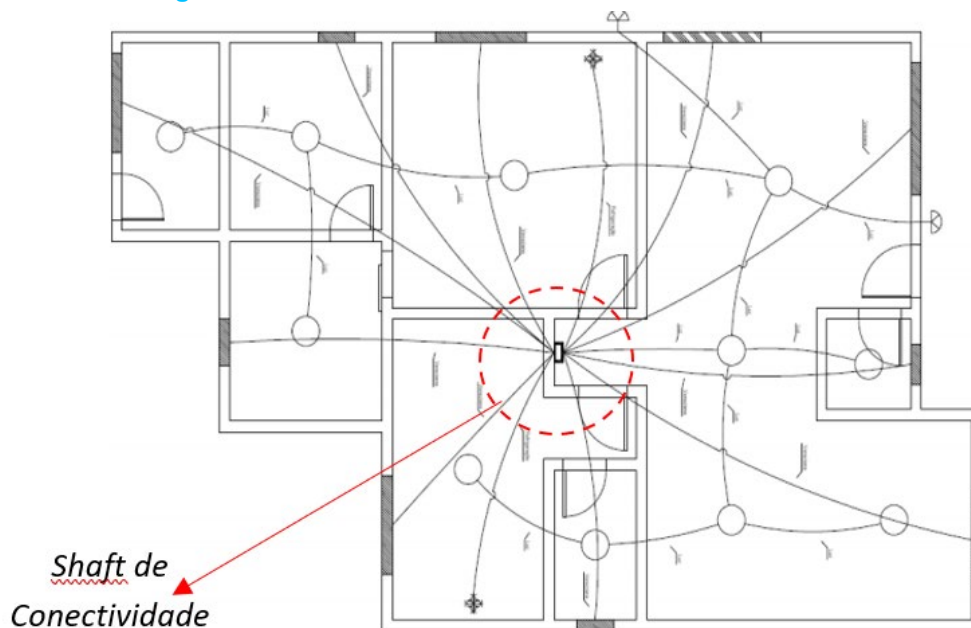
Fonte: FINDER BRASIL (2016).

Segundo Muratori (2015), em aspectos técnicos, não existem muitas dificuldades para a adoção de um projeto pré-automatizado. No entanto, o desconhecimento de como o projeto deve ser estabelecido e falta de normatização e/ou atualização das normas existentes prejudicam o desenvolvimento tecnológico das edificações.

A concepção do projeto pré-automatizado fundamenta-se principalmente em parâmetros práticos, alguns estabelecidos por engenheiros, outros recomendados por fabricantes de componentes específicos. Na revisão sistemática de literatura, destacaram-se os trabalhos e as contribuições desenvolvidos por Valentino da Valentino Técnica, bem como as recomendações e manuais disponibilizados pela Finder Componentes Ltda.

A primeira premissa de projeto estabelece que a arquitetura de uma edificação preparada para automação deve contemplar um espaço destinado às centrais de automação e conectividade (integração), onde serão interligados os hardwares dos equipamentos. As centrais, por sua vez, devem ser alocadas próximo ao Quadro de Distribuição Elétrico (QDE), que normalmente encontra-se centralizado na planta arquitetônica. Este local é designado como shaft de conectividade, exemplificado na Figura 3 (BOLZANI, 2015).

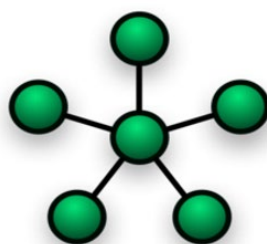
Figura 3 – Posicionamento do shaft de conectividade



Fonte: INACIO (2017).

A disposição em que os cabos serão interligados nos sistemas pode facilitar ou dificultar a manutenção e o funcionamento dos mesmos. Visando uma maior flexibilidade para o uso de diferentes protocolos, além da economia de cabos e facilidade em futuras modificações, é interessante que o cabeamento estruturado seja configurado em topologia estrela (Figura 4).

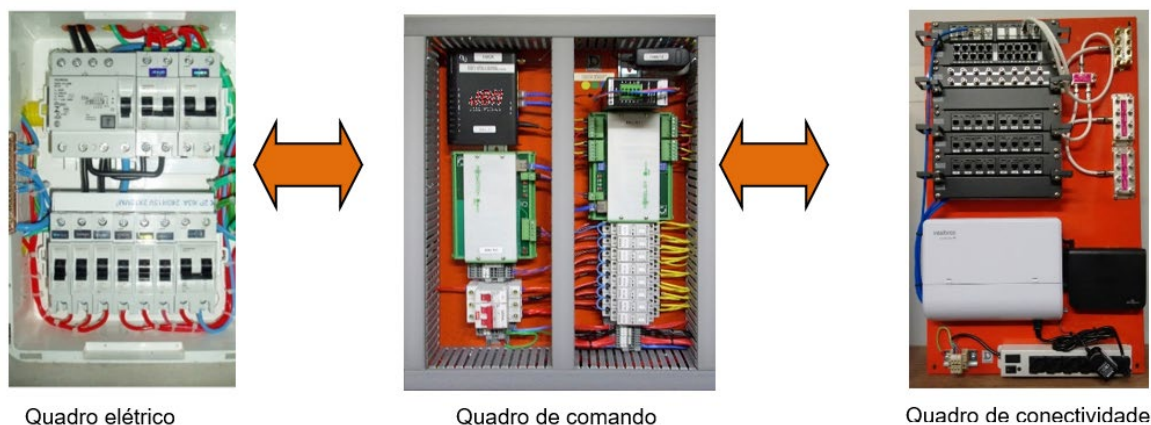
Figura 4 – Topologia de rede em estrela



Fonte: PAULINO (2010).

No shaft de conectividade concentram-se todas as entradas e saídas dos sistemas da residência: instalações elétricas, telefonia, internet, antenas e também fontes de energia renováveis. Desta forma, serão agregados, no mínimo, três quadros: o Quadro de Distribuição Elétrico (QDE), normalmente conhecido com Quadro de Distribuição Geral; o Quadro de Comando (QCM) e o Quadro de Conectividade (QCN). Nesse espaço, também poderão ser alocadas as centrais do sistema de segurança (Figura 5).

**Figura 5 - Quadros componentes do shaft de conectividade**



**Fonte: GAVA; TURQUETTI (2020).**

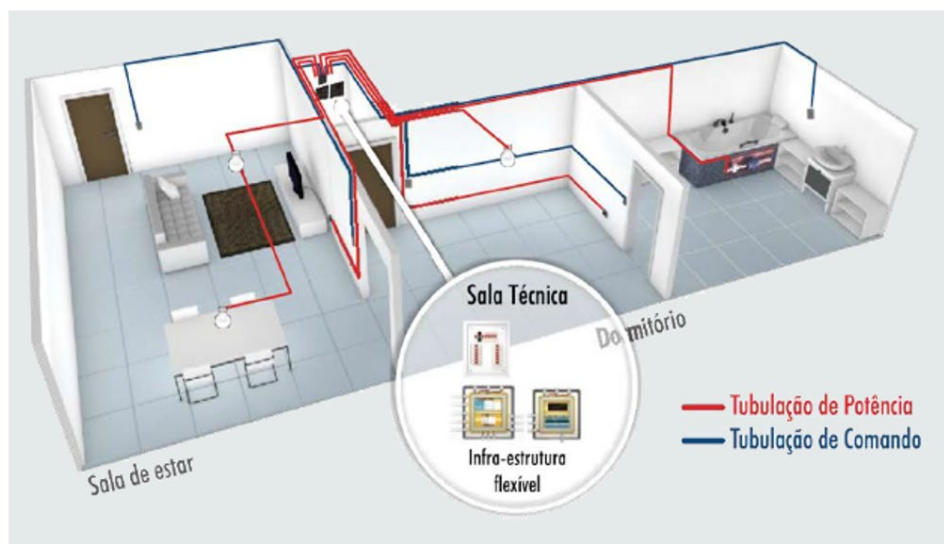
Todo projeto elétrico deve atender às exigências da Norma Brasileira NBR 5410:2008 - Instalações elétricas de baixa tensão. Esta normativa estabelece as condições satisfatórias das instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir um funcionamento adequado e a segurança de todos (ABNT, 2008).

Fundamentada nesta e em outras normas técnicas pertinentes, as demais premissas de projeto pré-automatizado, recomendadas pela Finder Componentes Ltda (2016), compreendem:

- Tubulações das cargas e acionamentos em tubos separados;
- Comandos de carga ou tomadas de uso específico através de relés de impulso;
- Tubulações das cargas e acionamentos em tubos separados;
- Comandos de carga ou tomadas de uso específico através de relés de impulso;
- Tubulação em topologia estrela para cada caixa de acionamento e tomadas;
- Previsão de um espaço específico para o quadro de automação, com dimensões apropriadas ao porte da obra;
- Os cabos de pré-automatização/automação devem partir do shaft de conectividade, sem emendas e em conformidade com a NBR 5410.

A Figura 6 abaixo apresenta uma exemplificação do exposto: shaft de conectividade (sala técnica) centralizado, tubulação de comando e carga separadas e topologia estrela.

Figura 6 – Instalação elétrica pré-automatizada



Fonte: FINDER (2016).

O dispositivo de grande relevância para o sistema de cabeamento estruturado pré-automatizado é o relé de impulso (Figura 7), criado por Piero Giordanino no ano de 1950. O relé é um dispositivo eletromecânico que, após ser alimentado pela energia elétrica, é acionado através de um pulsador, instalado ao Quadro de Comando permitindo a ligação do Quadro de Conectividade a ele (GUNDIM, 2007).

Figura 7 - Relé de impulso

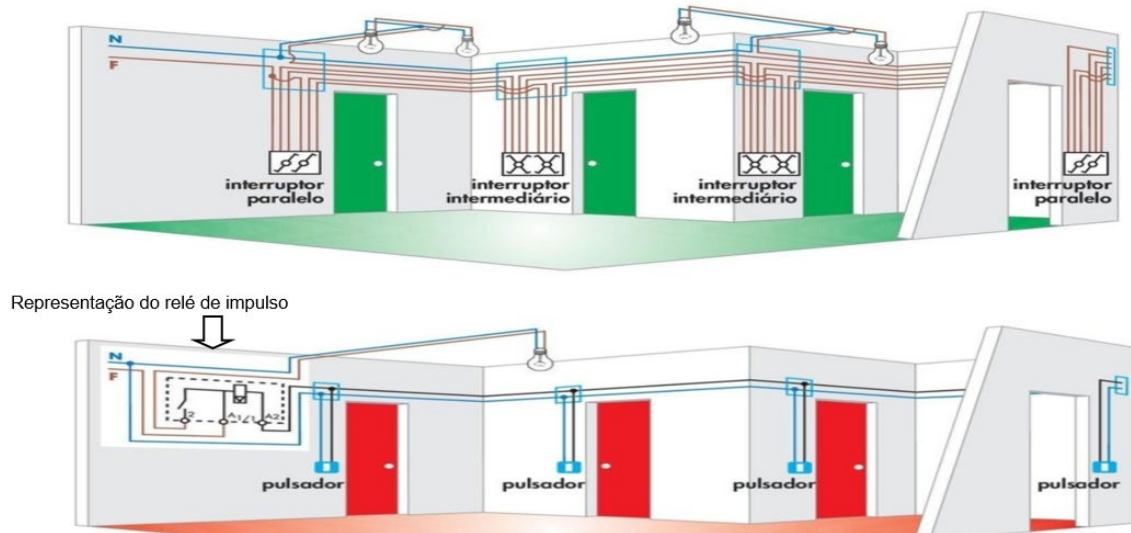


Fonte: Finder (2020).

Utilizado em substituição aos interruptores convencionais, os relés utilizam um cabeamento de bitolas menores para seu acionamento e botão pulsador que resultam em uma economia de custos (FREITAS, 2011). Como comparativo, a aplicação do dispositivo se assemelha a um sistema em paralelo, mais conhecidos como three way, possibilitando o acionamento de um equipamento em vários locais diferentes e a utilização de menor quantidade de cabos, que também gera racionamento, como demonstrado na Figura 8 (BERTOLA CRUZ, 2018).



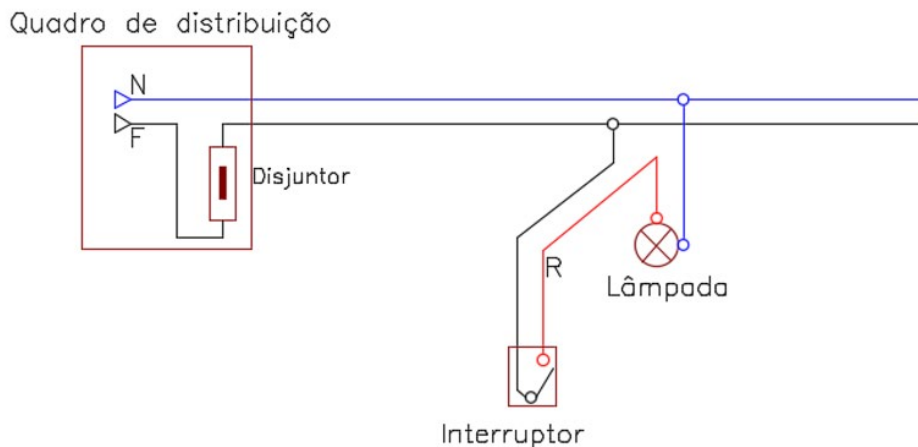
Figura 8 - Sistema convencional em paralelo e sistema com relé de impulso respectivamente



Fonte: Finder (2011).

No sistema convencional de acionamento de lâmpadas (cargas), o Neutro (N) encontra-se diretamente ligado a lâmpada e a Fase (F) sai do dispositivo de proteção (disjuntor) para o interruptor. Ao ser acionado o interruptor, o contato fecha o circuito e acende a lâmpada (Figura 9).

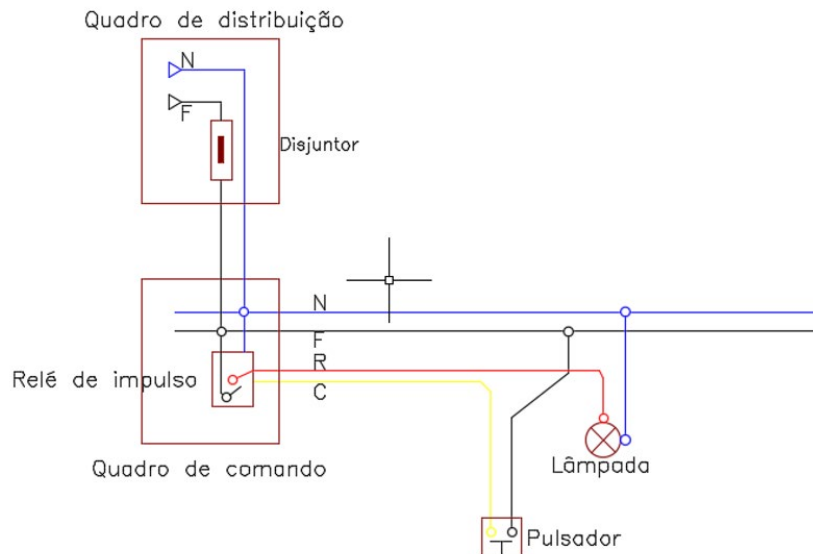
Figura 9 – Esquema elétrico convencional



Fonte: BERTOLA CRUZ (2018).

Já no sistema pré-automatizado, o relé de impulso é alimentado diretamente pela Fase (F) que sai do dispositivo de proteção. Ao receber o comando do pulsador, o contato se fecha e aciona a lâmpada (carga). Neste caso, observa-se que a lâmpada não recebe comando vindo direto do interruptor, pois existe um pulsador que o envia ao relé (Figura 10).

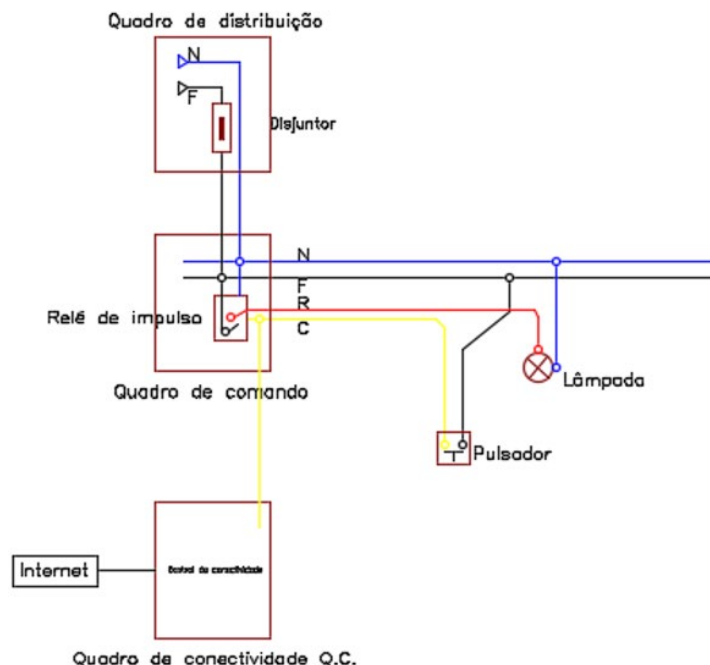
**Figura 10 – Esquema elétrico pré-automatizado**



Fonte: BERTOLA CRUZ (2018).

Com o uso deste dispositivo de manobra, a instalação está apta a receber diversos tipos de comandos, como por exemplo, pulsadores, telecomando, acionamento via web, possibilitando assim a instalação dos diversos sistemas de automação, com a implantação de uma central de conectividade (Figura 11). Desta forma, pode-se inferir que o relé de impulso é o elemento chave da pré-automatização, sendo então imprescindível sua incorporação no projeto das instalações elétricas.

**Figura 11 - Esquema elétrico pré-automatizado com central de conectividade**



Fonte: BERTOLA CRUZ (2018).

Importante ressaltar que o conceito de infraestrutura apresentada, simples e robusto, destaca-se principalmente pela sua alta flexibilidade, pois as edificações pré-automatizadas estão aptas para funcionar tanto como uma edificação sem automação, similar às instalações con-

vencionais, quanto como uma edificação de alto padrão tecnológico, mediante o incremento das tecnologias domóticas.

## METODOLOGIA DA PESQUISA

Sobre o ponto de vista de seus objetivos, a presente pesquisa pode ser caracterizada com natureza descritiva e caráter exploratório, pois tratou-se de, através de um estudo de caso, analisar e comparar os custos relativos aos projetos de instalação elétrica residencial convencional e pré-automatizada (PRODANOV e FREITAS, 2013).

O objeto de estudo foi uma edificação residencial de pequeno porte, com uma área de 70,35 m<sup>2</sup>, onde foram desenvolvidos e dimensionados os projetos. Ambos foram elaborados em conformidade com as normas técnicas pertinentes, sendo que para o projeto de instalação pré-automatizada foi utilizada a metodologia descrita na fundamentação teórica.

A análise de custos entre os sistemas convencional e pré-automatizado se deu através do levantamento quantitativo e listagem dos materiais e posterior orçamentação em duas lojas especializadas em produtos elétricos.

A fim de estabelecer um percentual proporcional dos gastos relativos ao custo das instalações, estimou-se o custo total da edificação a partir do Custo Unitário Básico de Construção (CUB/m<sup>2</sup>), relativo ao mês de setembro do ano de 2020, sem desoneração da mão de obra e publicado pelo Sinduscon – Juiz de Fora.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após finalizados os projetos, foi possível quantificar, listar e orçar os materiais necessários (Tabelas 1 e 2). A partir de dois orçamentos, realizados nas principais lojas especializadas em produtos elétricos da região, obteve-se a média de valores para o preço unitário de cada item. Especificamente para o projeto pré-automatizado, foi necessário cotar o valor de dois itens pela internet, pois os mesmos não foram encontrados nas lojas visitadas.

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

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

Fonte: GAVA; TURQUETTI (2020).

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

Quantitativo de Materiais - Instalação Elétrica Convencional					
Insumos	Unidade	Quantidade	Quantidade Comercial	Preço unitário	Preço Total
Tomada com espelho - 2P + T 10A - 2x4"	Peça	13		R\$ 6,67	R\$ 86,71
Tomada com espelho - 2P + T 20A - 2x4"	Peça	9		R\$ 6,76	R\$ 60,84
Caixa embutir 2x4"	Peça	35		R\$ 1,08	R\$ 37,80
Padrão de Entrada de Energia Bifásico Áereo	Peça	1		R\$ 1.150,00	R\$ 1.150,00
Cabo flexível (pulsador) 450/750v 0,5mm	Metro	300		R\$ 0,80	R\$ 240,00
Rele Finder Impuls 2na 230vca - Cód: 784265	Peça	12		R\$ 50,00	R\$ 600,00
Interruptor Pulsador minuteria com placa	Peça	10		R\$ 9,40	R\$ 94,00
Interruptor Pulsador minuteria com placa + tomada 20A	Peça	2		R\$ 13,50	R\$ 27,00
Quadro de Distribuição PVC	Peça	1		R\$ 64,51	R\$ 64,51
Barramento Terra Neutro 10 Furos TIGRE	Peça	2		R\$ 24,45	R\$ 48,90
Cabo Flexível Fase 450/750 V 2,5 mm <sup>2</sup>	Metro	100		R\$ 1,91	R\$ 191,00
Cabo Flexível Neutro 450/750 V 2,5 mm <sup>2</sup>	Metro	100		R\$ 1,91	R\$ 191,00
Cabo Flexível Neutro 450/750 V 1,5 mm <sup>2</sup>	Metro	100		R\$ 1,33	R\$ 133,00
Cabo Flexível Terra 450/750 V 2,5 mm <sup>2</sup>	Metro	100		R\$ 1,91	R\$ 191,00
Cabo Flexível Retorno 450/750 V 1,5 mm <sup>2</sup>	Metro	200		R\$ 1,33	R\$ 266,00
Eletroduto PVC Flexível Corrugado 16 mm	Metro	200	Rolo com 50 metros	R\$ 69,50	R\$ 278,00
Eletroduto PVC Flexível Corrugado 20 mm	Metro	100	Rolo com 50 metros	R\$ 55,56	R\$ 111,12
Disjuntor Diferencial Residual Bipolar Tipo AC - 10A	Peça	1		R\$ 31,68	R\$ 31,68
Disjuntor Diferencial Residual Bipolar Tipo AC - 32A	Peça	2		R\$ 31,68	R\$ 63,36
Disjuntor Diferencial Residual Bipolar Tipo AC - 25A	Peça	1		R\$ 26,86	R\$ 26,86
Disjuntor Termomagnético Monopolar 10A	Peça	2		R\$ 7,48	R\$ 14,96
Disjuntor Termomagnético Monopolar 15A	Peça	4		R\$ 7,48	R\$ 29,92
Caixa de Fundo Móvel Simples	Peça	9		R\$ 2,69	R\$ 24,21
Lâmpada de LED 12W	Peça	6		R\$ 9,91	R\$ 59,46
Lâmpada de LED 15W	Peça	3		R\$ 12,17	R\$ 36,51
Lâmpada de LED 9W	Peça	2		R\$ 8,50	R\$ 17,00
Lâmpada de LED 20W	Peça	1		R\$ 24,34	R\$ 24,34
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 4.099,18</b>

Obs: Cabo flexível (pulsador) 450/750v 0,5mm (cotado somente pela internet)  
 Rele Finder Impuls 2na 230vca - Cód: 784265 (cotado somente pela internet)

Fonte: GAVA; TURQUETTI (2020).

O custo estimado para a instalação convencional foi de R\$3.229,92 e para a instalação pré-automatizada obteve-se R\$4.099,18 o que resultou em uma diferença de apenas R\$ 869,26, consonante com a premissa da pesquisa.

Uma vez que a principal diferença entre os projetos elétrico convencional e pré-automatizado é relativa à infraestrutura de eletrodutos e ao incremento de alguns dispositivos utilizados, como o relé de impulso, justifica-se os resultados obtidos.

A edificação em estudo foi considerada padrão normal (R1-N) com estimativa de custo por metro quadrado de R\$ 1.673,86 que multiplicado pela área em planta, resultou em um valor total para a obra de R\$117.756,05. Considerando o acréscimo do BDI (Benefícios e Despesas Indiretas), que é o índice orçamentário destinado às despesas indiretas (administração central, tributos sobre faturamento, seguros, garantias, entre outros) e ao lucro, foi previsto um valor total de construção de R\$150.000,00.

Em geral, o custo relativo das instalações elétricas representa cerca de 3% a 5% do custo total da obra. Para o projeto convencional, o custo dos materiais foi da ordem de 2,15% e para o projeto pré-automatizado 2,73%.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo descreveu e explorou o preparo de uma edificação residencial para a automação, por meio da concepção de uma infraestrutura específica e planejada durante a fase de projeto.

Por se tratar da concepção física e do arranjo estrutural de eletrodutos e cabeamentos, o projeto foi denominado pré-automatizado. A automação, especificamente, trata-se da instalação de equipamentos que, para uma casa preparada, pode ser gradualmente estabelecida.

A listagem de materiais utilizados nos projetos convencional e pré-automatizado demonstrou que existem poucas diferenças. No pré-automatizado, houve a substituição dos interruptores convencionais por interruptores pulsadores minuteria e o uso do relé de impulso, dispositivo que permite a conexão entre quadro de conectividade e quadro de comando.

Desta forma, a principal diferença foi em relação a disposição dos circuitos. No pré-automatizado, há maior quantidade de sistemas, o que gerou um aumento na utilização de eletrodutos e cabeamento. É importante ressaltar que existe uma complexidade maior na execução das instalações pré-automatizadas.

No que se refere ao comparativo de custos, o incremento de materiais e dispositivos no projeto pré-automatizado gerou uma oneração pouco significativa, principalmente quando comparada ao custo total estimado para a edificação.

A pesquisa obteve resultados satisfatórios, considerando o contexto de inovação tecnológica e melhorias no ambiente construído.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5410:2008 – Instalações elétrica de baixa tensão.
- BARROS, Auriza Lopes de. Edifícios Inteligentes e a Domótica: Proposta de um Projeto de Automação Residencial utilizando o protocolo X-10. Cabo Verde: Editora Universidade Jean Piaget de Cabo Verde, 2010. 105 p. Monografia, Universidade Jean Piaget de Cabo Verde.
- BERTOLA CRUZ, Tairine Cristine. Edificações preparadas para automação, sustentabilidade e acessibilidade. Juiz de Fora: 2018. Dissertação. Universidade Federal de Juiz de Fora.
- BOLZANI, Caio Augustos Morais. Análise de Arquiteturas e Desenvolvimento de um Plataforma para Residências Inteligentes. São Paulo, 2010. 155 p. Tese. Universidade de São Paulo.
- BOLZANI, Caio Augustos Morais. Domótica, a nova ciência do século XXI. Fonte, Belo Horizonte, ano 10, n. 13, p. 105-111, dez. 2013.
- CASTELUCCI, Daniella. Protocolos de comunicação em redes de computadores. São Paulo: 2011. 202 p. Dissertação. Universidade Federal do ABC.
- COELHO, Darlene Figueiredo Borges; CRUZ, Victor Hugo do Nascimento. Edifícios Inteligentes: uma visão das tecnologias aplicadas. São Paulo: Blucher, 2017. 136 p.
- DIAS, César Luiz de Azevedo; PIZZOLATO, Nélio Domingues. Domótica: aplicabilidade e sistemas de automação residencial. Vértices, v. 06, n. 03; set.-dez. 2004.
- DIAS, Valéria. Automação rompe limites entre digital, físico e biológico. Jornal da USP, São Paulo, março. 2018. Seção Tecnologia. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/tecnologia/4a-revolucao-industrial-rompe-limites-entre-digital-fisico-e-biologico/>>. Acesso em: 12 maio 2018.
- DORF, Richard C; BISHOP, Robert H. Sistemas de Controle Modernos. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos S.A, 1998. 680 p. Tradução de Bernardo Severo.
- FINDER BRASIL. Vídeo aula: conceitos básicos da automação e pré-automação. 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=N5dfTi8eVoE>>. Acesso em: 11 ago. 2018.
- FREITAS, Luciana. A um passo da automação residencial. Instalações Elétricas, Seção Em Pauta. São Paulo, p. 56-59. 2011.
- FREITAS, Cláudio César Silva de; MESQUITA, Brehme Dnapoli Reis de; PEREIRA, Carlos Eduardo; FARIAS, Valcir João da Cunha. Automação residencial: uma abordagem em relação as atuais tecnologias e perspectivas para o futuro. Revista Ciência e Tecnologia, v. 15, n. 26, p. 41-48, jan./jun. 2012.
- GAVA, Sheilla Raque de Araújo; FONSECA, Bruna Torquetti da. Análise de custo entre uma edificação com instalação elétrica convencional e pré-automatizada. Barbacena: 2020. Monografia. Centro Universitário Presidente Antônio Carlos.
- GUNDIM, Robmilson Simões. Desenvolvimento e aplicação de metodologia para auxílio da engenharia em automação residencial. São Paulo: 2011. Dissertação. Universidade de São Paulo.

INACIO, Bianca França. Desenvolvimento de Projeto de Instalação elétrica residencial com aplicações de Domótica. Lages: 2017. Relatório de estágio. Universidade do Planalto Catarinense.

LIMA, Daniel. In: Automação agrega conforto e segurança a projetos. Arquitetura, Engenharia e Construção na web. 2017.

MURATORI, José Roberto. Mercados convergentes. AURESIDE Notícias, ano 01, n. 01, março, p. 20-24. 2015.

MURATORI, José Roberto. Utilizando a tecnologia para atender aos novos conceitos de moradia. Lumiere Eletric, n. 236, dez. 2017. Disponível em: < <http://aureside.blogspot.com/2018/01/utilizando-tecnologia-para-atender-os.html>>. Acesso em: 12 maio 2018.

PAULINO, Daniel. Topologia de redes. Hardware.2010. Disponível em:< [https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/automacao-residencial-dependera-cada-vez-menos-de-interferencia-humana\\_16870\\_10\\_0](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/automacao-residencial-dependera-cada-vez-menos-de-interferencia-humana_16870_10_0)>. Acesso em: 23 ago. 2018.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani César de. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2a ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 277 p.

RODRIGUES, Dilmer; PERENSIN, Sérgio. Edifícios Inteligentes X Certificação Green Building. Santo André: 2009. 6 p. Monografia, Centro Universitário Fundação Santo André.

VALENTINO TÉCNICA. Um novo amanhecer tecnológico. Divulgação comercial. São Paulo: 2014.