

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

DANIEL BATTISTI

**COMPARAÇÃO PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE
AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL CABEADO EM HABITAÇÃO DE BAIXO PADRÃO**

**CASCABEL
2017**

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

DANIEL BATTISTI

**COMPARAÇÃO PROJETUAL PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE
AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL CABEADO EM HABITAÇÃO DE BAIXO PADRÃO**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Professor Orientador: Esp. Eng. Geovane Duarte Pinheiro.

**CASCADEL
2017**

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

DANIEL BATTISTI

**COMPARAÇÃO PROJETUAL PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE
AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL CABEADO EM HABITAÇÃO DE BAIXO PADRÃO**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do Professor Esp. Eng. Geovane Duarte Pinheiro.

BANCA EXAMINADORA


Orientador Prof. Esp. Eng. Geovane Duarte Pinheiro
Centro Universitário FAG
Engenheiro de Controle e Automação


Prof. Me. Janaina Bedin
Centro Universitário FAG
Arquiteta e Urbanista


Prof. Esp. Rodrigo Techio Bressan
Centro Universitário FAG
Engenheiro Civil

Cascavel/PR, 09 de junho de 2017

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado para minha querida esposa Mônica e minha filha Heloísa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, à família M da Silva que sempre me incentivou ao estudo mesmo nas horas de trabalho, ao professor orientador Geovane Duarte Pinheiro, aos meus amigos Douglas Dezan, Deuclides Silva e Adriano Girardello que não mediram forças para me ajudar neste trabalho de conclusão de curso.

RESUMO

O nível tecnológico atual nos permite automatizar tudo o que seja possível, inclusive uma residência. Neste meio, ainda existem muitos paradigmas a serem quebrados, como a falta de informação e os altos valores praticados o que dificulta o acesso ao público considerado de baixo padrão. Este trabalho teve como objetivo verificar as diferenças projetuais entre um projeto elétrico para uma residência de baixo padrão sem automação residencial e um projeto contemplando a infraestrutura para implantação de automação residencial cabeada. O trabalho justifica-se devido a um mercado tecnológico cada vez mais crescente, porém ainda destinado as classes de maior poder financeiro. Porém quando se planeja a infraestrutura para receber os sistemas posteriormente, abre-se a possibilidade da inserção da tecnologia de automação residencial em residências de baixo padrão. Desta forma, uma caracterização dos sistemas possíveis de serem automatizados em uma residência se fez necessário, conceituando-os e mostrando suas vantagens. A comparação entre um projeto elétrico apto para receber sistemas de automação com um projeto elétrico desconsiderando a automação necessitou a realização dos dois projetos elétricos. Para tanto, um projeto de uma residência de baixo padrão, de até 60 m² foi utilizada para a realização dos projetos. Os projetos foram desenvolvidos com o auxílio do *software* QiElétrico® da empresa AltoQi®, específico para projetos elétricos, gerando também os quantitativos de materiais para cada caso. Ao final do trabalho concluiu-se que as incrementações necessárias são insignificantes quando comparadas a uma obra completa residencial e quando também se analisa os benefícios gerados pela automação como segurança, conforto e praticidade.

Palavras chave: automação residencial, projeto elétrico, comparação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diferença entre cabos tradicionais (esquerda) e o sistema BUS (direita).....	14
Figura 2: Interação entre os componentes de um sistema de automação residencial.....	15
Figura 3: Planta baixa da residência utilizada	23
Figura 4: Projeto elétrico sem automação	27
Figura 5: Projeto elétrico da infraestrutura para automação residencial	29
Figura 6: Projeto elétrico sem automação e com automação sobrepostos	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Área e Perímetro dos cômodos.....	25
Tabela 2: Quantificação dos principais elementos nos projetos.....	30

SUMÁRIO

1	CAPÍTULO 1	10
1.1	INTRODUÇÃO	10
1.2	OBJETIVOS	11
1.2.1	Objetivo geral	11
1.2.2	Objetivos específicos	11
1.3	JUSTIFICATIVA	11
1.4	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	12
1.5	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	12
2	CAPÍTULO 2	13
2.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1.1	Funcionamento de um sistema de automação	13
2.1.2	Aplicações da automação residencial	16
2.1.2.1	Iluminação	16
2.1.2.2	Segurança	17
2.1.2.3	Proteção contra vazamentos de gás, água e fumaça	17
2.1.2.4	Climatização	18
2.1.2.5	Irrigação	18
2.1.2.6	Gestão de energia elétrica	18
2.1.2.7	Integração e criação de cenas	19
2.1.3	Projeto elétrico residencial	19
3	CAPÍTULO 3	21
3.1	METODOLOGIA	21
3.1.1	Caracterização da amostra	21
3.1.2	Tipo de estudo e embasamento teórico	21
3.1.3	Método executivo	21
3.1.4	O projeto arquitetônico	22
3.1.5	Projeto elétrico sem automação	24
3.1.5.1	Condições técnicas para projeto elétrico	24
3.1.5.2	Previsão de carga mínima da residência	25
3.1.5.3	Lançamento dos pontos elétricos sem automação	26
3.1.6	Projeto elétrico com automação	28
4	CAPÍTULO 4	30
4.1	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
4.1.3	Diferenças entre os projetos sem automação e com automação	30
5	CAPÍTULO 5	33

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
6 CAPÍTULO 6	34
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	34
REFERÊNCIAS	35
APÊNDICE A – LEGENDA DO PROJETO ELÉTRICO.....	36
APÊNDICE B – ESQUEMATIZAÇÃO DE DISJUNTORES, PROJETO SEM AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL	37
APÊNDICE C – QUADRO DE CARGAS, PROJETO SEM AUTOMAÇÃO.....	38
APÊNDICE D – LISTA DE MATERIAIS, PROJETO SEM AUTOMAÇÃO	39
APÊNDICE E – LISTA DE MATERIAIS, PROJETO COM INFRAESTRUTURA PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL	42

1 CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

Vive-se em uma era altamente ligada à tecnologia, que influencia diretamente o modo de vida das pessoas. Um exemplo disso é a forma de comunicação utilizada entre os indivíduos, que em menos de 100 anos, evoluiu das cartas, que poderiam levar até meses, dependendo da distância, para chegar ao destinatário, até aos aplicativos de mensagens instantâneas, que através de simples toques na tela de um *smartphone*, em questão de segundos, ocorre a comunicação entre pessoas situadas em qualquer parte do mundo.

A tecnologia veio para ajudar a humanidade a desenvolver-se e facilitar o dia a dia. Acesso à informação, automatização de atividades, auxílio a procedimentos médicos, locomoção, comunicação, enfim, é difícil encontrar uma área em que a tecnologia não tenha se estabelecido. O nível tecnológico atualmente permite automatizar tudo que seja possível, em prol da segurança, praticidade e conforto (PRUDENTE, 2011).

As residências não ficam indiferentes a toda essa evolução tecnológica, havendo soluções de controle e integração completa de seus ambientes com um *smartphone*, por exemplo, possibilitando monitoramentos em tempo real com controle a distância, como cita Bolzani (2012).

Quando se fala em automação residencial, logo se presume uma residência de alto padrão. Este pensamento é válido, devido ao acesso restrito a este tipo de tecnologia, limitados principalmente pelo preço. Porém, o mercado vem mudando, a intenção é que este mercado seja acessível a todos, como visto em Tremel (2013), onde é citado que a automação residencial além dos benefícios ligados a conforto e praticidade, também traz soluções em eficiência energética, consequentemente gerando economia, despertando a atenção de pessoas de padrões econômicos ditos baixos.

A área de automação residencial já apresenta solução para as mais diversas atividades, porém algumas barreiras surgem quando pretende -se automatizar uma residência já existente, pois as alterações necessárias quando se trata da automação cabeada, são grandes (PRUDENTE, 2011).

Preparar as futuras residências para receber a automação, é importante para a disseminação da tecnologia e barateamento da mesma, possibilitando um alcance maior,

abrangendo os padrões médio e baixo, fazendo com que todos possam desfrutar dos benefícios tecnológicos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Comparar projeto elétrico apto a receber automação residencial cabeado com o projeto elétrico sem automação de residência de baixo padrão.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar elementos passíveis de automação em uma residência;
- Dimensionar projeto elétrico de uma residência de padrão baixo de até 60m²e adaptá-lo visando à implantação de automação;
- Comparar as diferenças quantitativas de materiais entre os projetos sem automação de uma residência e os projetos com automação residencial.

1.3 JUSTIFICATIVA

A automação residencial tem grande potencial para desenvolver-se e tornar-se parte do dia a dia das pessoas. Porém ainda existem algumas barreiras, como o alto preço de equipamentos, a falta de projetos residenciais prevendo soluções de automação e falta de conhecimento a respeito dos benefícios oferecidos.

Prudente (2013), cita que a área de automação residencial faz surgir novos profissionais, além de ser necessário um aperfeiçoamento dos já existentes, como é o caso do projetista de instalações elétricas, o qual deverá ser capaz de escolher componentes a utilizar, possuindo uma base em informática para a programação dos dispositivos.

Apesar de ser possível realizar a automação de uma residência mesmo depois de pronta, através de sistema sem fio, o custo de um sistema cabeado é menor, porém realizar a

infraestrutura necessária de um sistema cabeado em uma residência pronta também gera custos adicionais, além do transtorno. O menor custo é obtido quando se projeta a residência prevendo a automação e executa-se na fase de obra. Wortmeyer (2005) explica que o método sem fio possui as desvantagens do alto custo, referente aos equipamentos diferenciados em relação aos com fio e a vulnerabilidade dos dados, pois as informações são transferidas por frequência de rádio, podendo sofrer interferências.

O presente trabalho vem propor um estudo objetivando comparar as diferenças de um projeto elétrico apto a receber a automação residencial e outro projeto não apto, verificando a viabilidade de se projetar uma residência prevendo a sua automatização.

1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Um projeto elétrico adaptado para receber automação residencial sofre efetivamente poucas alterações quanto a quantidade de materiais quando comparado a um projeto elétrico sem automação?

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Estudo de uma residência de no máximo 60 m², área essa considerada máxima para residências de baixo padrão de acordo com a NBR 12721 (ABNT, 2006).

A automação residencial possui elementos em várias áreas, sendo a Engenharia Elétrica e a Computação as mais predominantes. Porém, o estudo não as contempla, focando apenas no segmento físico de infraestrutura do sistema de automação residencial cabeado, o qual a Engenharia Civil faz parte, dispondo de dutos e pontos de utilização do sistema.

Assim sendo, o trabalho foca no projeto elétrico da residência, o qual define os pontos de utilização de energia elétrica, os comandos, trajeto dos condutores, divisão de circuitos, seção dos condutores, entre outros detalhes.

2 CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Muratori (2013), automação residencial é o conjunto de serviços proporcionados por sistemas tecnológicos integrados como melhor meio de satisfazer as necessidades básicas de segurança, comunicação, gestão energética e conforto de uma habitação.

O termo Domótica é também utilizado para identificar a automação residencial, que deriva do neologismo francês “*domotique*”, que literalmente significa “casa automatizada” (PRUDENTE, 2011).

Uma necessidade básica para o bom funcionamento do sistema é a integração entre os componentes. Muratori (2013), inclui nestes elementos automatizados as instalações elétricas, sistemas de segurança, sistemas multimídia e utilidades em geral, como irrigação, climatização, aquecimento de água, bombas, entre outros.

Os benefícios de segurança, praticidade e conforto estão mais ligados as classes de médio a alto padrão. Para que a automação residencial chame a atenção de pessoas de baixo padrão, é necessário incluir um item fundamental, a economia. Com a gestão do consumo de energia elétrica e controle de desperdícios, este item é atendido (PRUDENTE, 2011).

Outro motivo para recorrer à automação, é um tema que nos últimos anos ganhou força, e pouco a pouco vem sendo muito valorizado e sendo decisivo nas escolhas dos clientes: a sustentabilidade. A automação residencial possibilita gerir de forma eficaz os equipamentos, gerando maior eficiência energética (PRUDENTE, 2011).

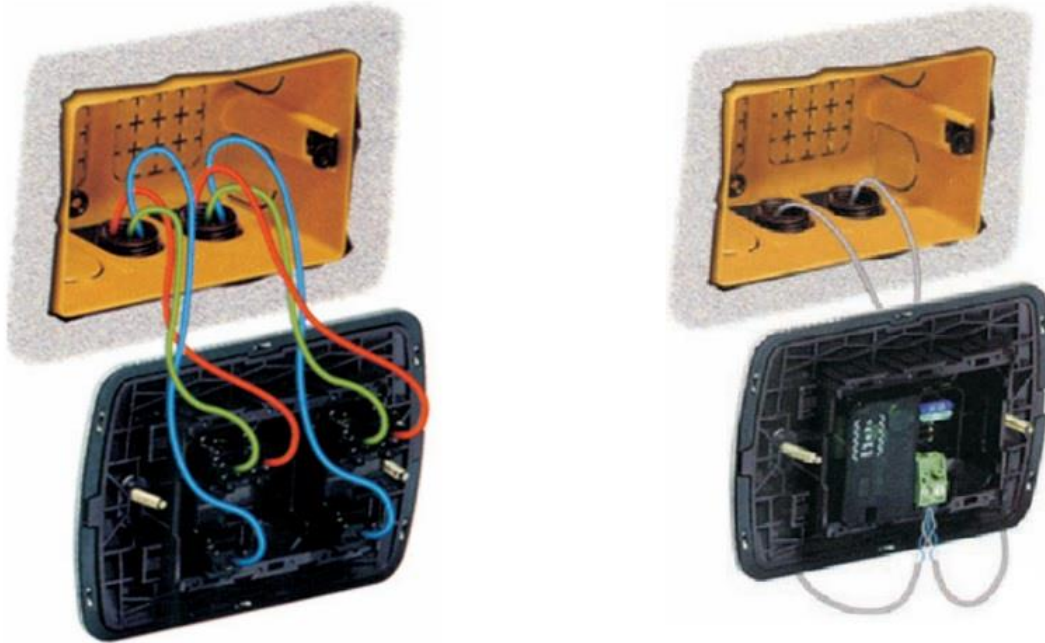
2.1.1 Funcionamento de um sistema de automação

Para atender a tudo o que a automação residencial se propõe, uma mudança é necessária nos componentes, os quais passam a ser “inteligentes”. Isto é possível com a tecnologia chamada BUS (barramento), ela é a base para qualquer automação residencial (PRUDENTE, 2011).

No sistema BUS, um cabo não transmite apenas energia como em sistemas elétricos comuns, ele transmite informação, possibilitando assim várias ações dos componentes do

sistema. A Figura 1 à esquerda mostra um sistema tradicional de ligação de um componente elétrico em uma caixa e à direita um sistema com a tecnologia BUS.

Figura 1: Diferença entre cabos tradicionais (esquerda) e o sistema BUS (direita)



Fonte: Adaptado de Prudente (2011)

Caso necessite incrementar um novo comando no interior da mesma caixa em um sistema tradicional, aumenta-se consideravelmente a complexidade da ligação, aumentando o cabeamento e reduzindo o espaço na caixa. A mesma situação com a tecnologia BUS, permite um novo comando, porém apenas com um pequeno cabo telefônico, com seção reduzida. A mudança ou adição de comando não necessita assim da alteração do cabeamento, mas sim de uma configuração via *hardware* ou *software* (PRUDENTE, 2011).

Para entender melhor como a automação residencial funciona, é necessário entender os subsistemas que a compõe, que são os sensores, centrais controladoras, as interfaces e os atuadores (PRUDENTE, 2011).

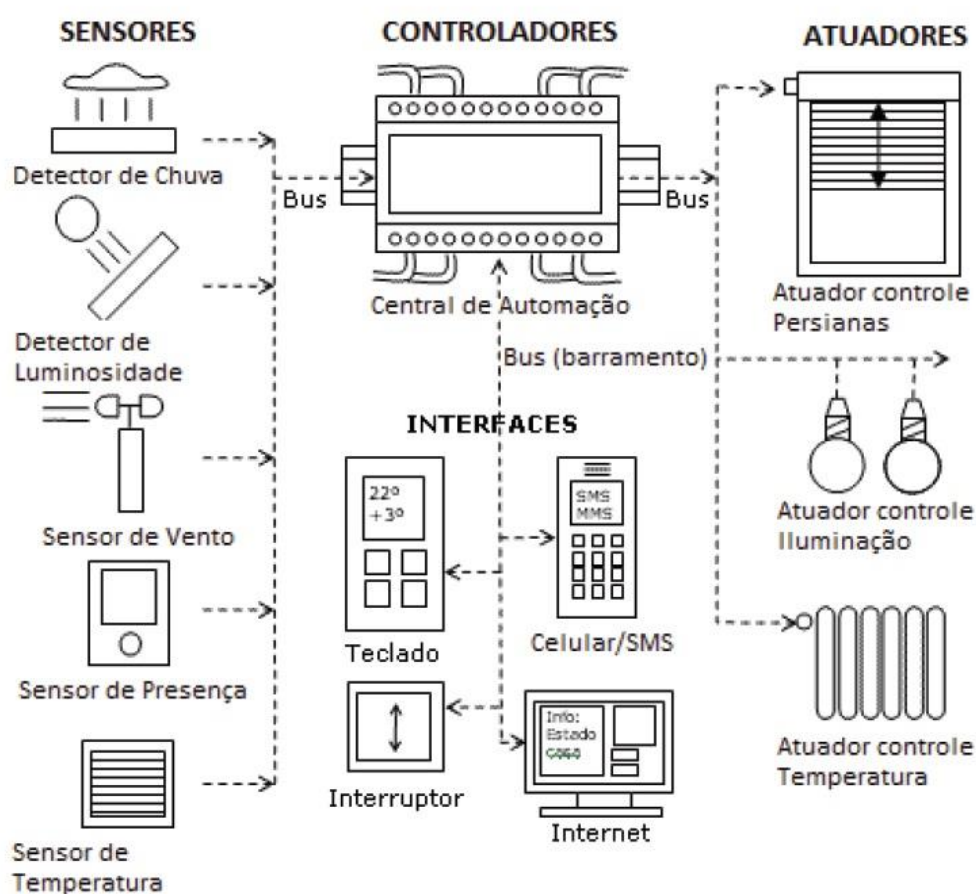
Os sensores são os elementos que fazem a detecção dos estímulos do ambiente, mensuram e identificam as grandezas físicas e eventos, como temperatura, luminosidade, umidade, entre outros. Os valores aferidos são convertidos para que sistemas computacionais possam interpretá-los e tomar as devidas ações. O equipamento responsável por essas ações baseadas nas informações recebidas dos sensores é chamado de controladores. Baseado em uma lógica pré-definida, o controlador emite sinais para os atuadores, que nada mais são que

dispositivos eletromecânicos que ao receberem um sinal do controlador, ativam os equipamentos.

O outro componente fundamental no sistema de automação, são as interfaces, que são os dispositivos que permitem aos usuários visualizar informações e interagir com o sistema (ACCARDI, 2012).

A Figura 2 mostra a interação de todos os elementos de um sistema de automação residencial, composto de sensores, controladores, atuadores e interfaces.

Figura 2: Interação entre os componentes de um sistema de automação residencial



Fonte: Adaptado de ACCARDI (2011)

Para facilitar o entendimento, Prudente (2011), cita um exemplo fácil de entender:

- Um sensor de luz detecta uma diminuição de luz natural, como o pôr do sol;
- O sensor transmite o sinal por meio do cabo BUS;
- Um atuador recebe o sinal e fecha por exemplo um relé que liga uma luz.

2.1.2 Aplicações da automação residencial

De forma geral, tudo o que necessita de energia elétrica para o seu funcionamento pode ser automatizado em uma residência, como cita Prudente (2011). Por exemplo:

- Ligação, desligamento e regularização (dimerização) de luminosidade de lâmpadas;
- Inserção e desinserção de tomadas para força motriz;
- Ligação, desligamento e regulação de condicionadores de ar;
- Ligação e desligamento de TV;
- Comando de veneziana, porta, portão elétrico;
- Comando e controle de eletrodomésticos;
- Comando e controle de alarme e acessos;
- Vazamentos de fluídos e detecção de incêndio;
- Vídeo-câmera de vigilância;
- Tele socorro e outros auxílios para idosos e deficientes físicos.

As maiores vantagens da automação residencial segundo Prudente (2013), são o conforto, permitindo gerir e controlar parâmetros que influenciam na qualidade de vida das pessoas; maior segurança, seja a segurança das pessoas ou eventos perigosos e economia na gestão da instalação, obtido pelo controle total da energia presente na habitação.

Como visto no tópico anterior, na automação residencial, tudo funciona através de sensores, controladores e atuadores, portanto em todas as aplicações da automação residencial, tem-se estes elementos interagindo, a fim de realizar uma tarefa específica.

2.1.2.1 Iluminação

As instalações de iluminação tradicionais são um tanto complexas à medida que se insere novos comandos, como, por exemplo, uma lâmpada acionada por 3 interruptores. A Domótica possibilita a inserção de vários componentes apenas ligados por pequenos cabos, deixando a lógica do sistema para os *hardwares* e *softwares*.

Segundo Prudente (2011), funcionalidades possíveis com a Domótica, seriam praticamente impossíveis com técnica tradicional, a exemplo de:

- Facilidade na regulação da intensidade luminosa (dimerização);

- Comando de luz por presença ou movimentação de pessoas;
- Criação de configurações de luz personalizadas pressionando apenas um botão.

2.1.2.2 Segurança

A segurança é um item visto como prioridade na atualidade, mesmo em residências de baixo padrão. A automação residencial permite a aplicação de sistemas de vigilância que atuam em fases, uma preventiva e outra de reconhecimento, sendo que a primeira, trabalha com sensores, identificando a presença de pessoas, e aberturas de portas e janelas, consequentemente realizando algum evento, como a disparada de um alarme. Já a fase de reconhecimento trata-se de câmeras para a coleta de imagens e armazenamento em um vídeo registrador (PRUDENTE, 2011).

Segundo Wortmeyer (2005) há ainda a possibilidade de realizar simulação de presença quando os moradores viajam, não necessitando deixar a famosa luz ligada intermitentemente. O sistema de controle de iluminação gerencia esta tarefa de forma eficiente, simulando a presença de moradores seguindo regras de comportamento.

2.1.2.3 Proteção contra vazamentos de gás, água e fumaça

Incidentes envolvendo vazamento de gás são constatados a cada ano. Por esta razão, o uso de detectores de gás (metano e GLP) traz uma segurança notável a residência (PRUDENTE, 2011).

Assim como os demais sistemas, a detecção de uma anormalidade em sistemas de gás, água ou fumaça oriunda de incêndio, é feita por sensores, podendo ser acionado atuadores para conter o acontecimento (PRUDENTE, 2011).

Prudente (2011), exemplifica esta situação com um sensor detectando um vazamento de gás. Por meio do cabo BUS um sinal é enviado ao controlador que ativa os atuadores que ativa:

- Um alarme do tipo ótico/acústico;
- Fecha-se automaticamente a eletroválvula geral do gás;
- O comunicador envia uma mensagem a uma central ou ao celular do morador.

2.1.2.4 Climatização

Compreendem todos aparelhos disponibilizados para proporcionar conforto térmico aos ambientes. Os elementos compreendem desde ventilador, condicionadores de ar, até pisos aquecidos.

A automação residencial permite o controle total dos elementos, podendo realizar o acionamento dos aparelhos antes mesmo de chegar em casa (CARVALHO, 2015).

2.1.2.5 Irrigação

Um sistema de irrigação automatizado possibilita economia e eficiência, podendo ser acionado com configuração estabelecida pelo morador, ou de forma automática, com sensores de umidade, e consulta a previsões do tempo para verificar a necessidade da irrigação por exemplo (CARVALHO, 2015).

2.1.2.6 Gestão de energia elétrica

Segundo Prudente (2011), em habitações modernas, o consumo energético vem aumentando de forma exponencial com o avanço da tecnologia. Há cerca de 40 anos, tinha-se basicamente iluminação e alguns eletrodomésticos, como o rádio. Hoje em dia o número de aparelhos elétricos aumentou consideravelmente, são televisores, condicionadores de ar, geladeiras, fornos, chuveiros, etc. Faz-se necessária uma distribuição de forma inteligente, para ser ter o menor gasto possível.

No dimensionamento de redes elétricas residenciais, o projetista leva em consideração a não simultaneidade do uso dos aparelhos. Porém, quando ocorre o uso simultâneo, aliado a inserção de um aparelho não previsto no projeto inicial, pode ocorrer sobrecargas, ocasionando o desligamento da chave geral do sistema. Na Domótica, este problema pode ser resolvido elegendo determinados aparelhos como prioritários, a exemplo de uma geladeira, a qual nunca pode ser desligada (a geladeira terá a prioridade máxima). Quando ocorrer uma eventualidade de sobrecarga, aparelhos com prioridade baixa serão desligados, fazendo com que a rede elétrica continue operando normalmente.

Outra opção interessante para o controle de consumo de energia são os temporizadores, com a possibilidade de habilitar o funcionamento das cargas somente em determinadas faixa horárias (PRUDENTE, 2011).

2.1.2.7 Integração e criação de cenas

Além do controle individual de cada elemento, a automação permite o gerenciamento integrado, controlando diversos elementos simultaneamente, possibilitando assim a criação de cenas. Este é o nome técnico dado ao agrupamento de comandos que facilitam a utilização do sistema (PRUDENTE, 2011).

Com apenas um clique é possível acionar diversas ações ao mesmo tempo, como luzes, cortinas, ar condicionado e *home theater*, por exemplo. Isto é possível com a configuração prévia dos cenários, um para cada situação que o usuário queira. Um exemplo de cenário comum é o cenário “cinema” ou “filme”, que hipoteticamente, quando acionado ligaria o ar condicionado nos 23 graus Célsius, o televisor e o som no volume 60, e as luzes do ambiente seriam ajustadas em 30% de sua intensidade (PRUDENTE, 2011).

Outra possibilidade de cena, visando a segurança quando os moradores estiverem ausentes, pode-se configurar os equipamentos para simularem a presença de moradores, com luzes ascendo e apagando em intervalos de tempo, cortinas abertas, televisor ligado, irrigador de plantas acionado, e tudo isso podendo ser controlado e observado remotamente por um *smartphone* (PRUDENTE, 2011).

A integração entre os elementos oportuniza a criação de centenas de configurações diferentes, na qual a imaginação é o limite.

2.1.3 Projeto elétrico residencial

De acordo com Creder (2007), projeto de instalações elétricas é a previsão escrita da instalação, incluindo detalhes, pontos de utilização de energia elétrica, comandos, trajeto dos circuitos, seção dos condutores, dispositivos de segurança etc.

O projeto compreende o memorial, onde é descrito a solução adotada; plantas, esquemas e detalhes, contendo elementos necessários para execução do projeto;

especificações, descrevendo os materiais a ser utilizados e o orçamento, levantando a quantidade e os custos dos materiais (CREDER, 2007).

Para a execução do projeto elétrico residencial, o projetista necessita do projeto arquitetônico, a fim de obter informações a respeito do uso da edificação possibilitando distribuir os pontos de controle e consumo pelos ambientes da residência (CREDER, 2007).

Com os pontos de iluminação e tomadas dispostos, é realizada a previsão de carga da edificação, realizando o dimensionamento de acordo com a NBR 5410 (ABNT, 2008) à qual define procedimentos para satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão.

3 CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Caracterização da amostra

O trabalho foi realizado tomando como base o projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar considerada de padrão baixo pela NBR 12721 (ABNT, 2006), à qual é composta por um pavimento, com dois dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área de serviço com até 60 m².

3.1.2 Tipo de estudo e embasamento teórico

O procedimento técnico utilizado foi o de pesquisa bibliográfica, objetivando o levantamento de dados técnicos para embasamento do trabalho, auxiliando na manipulação das informações e análises finais.

Por se tratar de um tema relativamente recente, além de considerar que a área de tecnologia é renovada constantemente, foram utilizados trabalhos científicos, artigos e publicações atuais, buscando identificar os elementos passíveis de se tornarem automatizados em uma residência. Manuais técnicos de fornecedores de materiais de automação também foram eventualmente utilizados.

Cada elemento que possa ser automatizado em uma residência foi descrito e justificado, analisando sua viabilidade executiva e benefícios.

3.1.3 Método executivo

Foi dimensionado o projeto elétrico baseado em residência de baixo padrão de até 60 m². O projeto elétrico foi adaptado considerando a automação da residência em itens de segurança, controle de energia elétrica e iluminação, obtendo-se assim dois projetos distintos, um sem e outro com infraestrutura para receber automação residencial.

A análise comparativa entre os projetos básicos e os projetos com infraestrutura para automação, se deu de forma quantitativa, mensurando as principais diferenças entre eles, em termos de adequação dos espaços e quantidade de materiais.

Ao final do trabalho, avaliou-se que o projeto residencial com a infraestrutura para automação é viável para baixo padrão, analisando a porcentagem adicional de material gasto, confrontando com os benefícios gerados pela automação residencial.

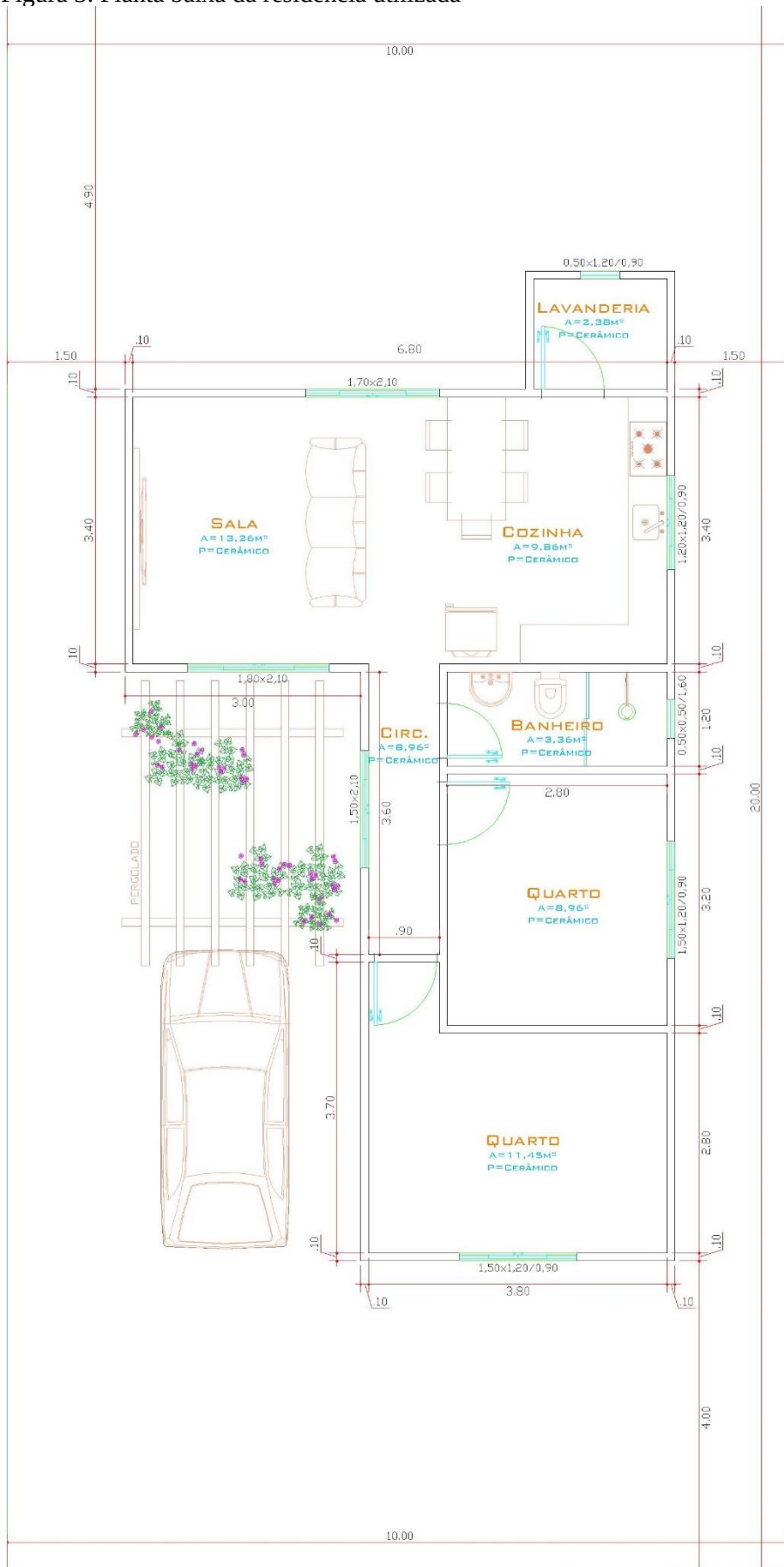
3.1.4 O projeto arquitetônico

O projeto arquitetônico utilizado neste trabalho possui área de 58,05 m², enquadrando-se no que a norma classifica como residência de baixo padrão. A planta baixa da residência encontra-se na Figura 3.

A residência é composta por sala, cozinha, 2 dormitórios, banheiro social, lavanderia e circulação. A residência ainda conta com espaço para garagem exterior, e espaço para jardim na frente e atrás da edificação.

O projeto possui pé direito de 2,8 m, altura esta que influencia diretamente na quantidade de dutos e condutores.

Figura 3: Planta baixa da residência utilizada



Fonte: Autor (2017)

3.1.5 Projeto elétrico sem automação

O projeto elétrico foi desenvolvido partindo do projeto arquitetônico, realizando o lançamento dos pontos elétricos considerando a NBR 5410 (2008) e a usabilidade prática de uma residência.

Considerando que o foco do trabalho é a análise comparativa entre projetos sem e com automação residencial, o projeto elétrico é considerado um meio para se chegar ao objetivo, portanto para facilitar a execução do projeto elétrico, foi feito uso do *software* QiElétrico® da empresa AltoQi®, o qual possibilita a realização de projetos de instalações elétricas prediais de baixa tensão, com ferramentas para lançamento dos pontos elétricos, comandos e quadros, dispondo ainda de recursos para lançamento automático dos condutos e definição automática da fiação. O software ainda faz o dimensionamento dos circuitos e detalhamento do projeto, gerando de forma automática os quadros de carga, diagramas unifilares, lista de materiais entre outros detalhes executivos.

Porém o *software* não faz o lançamento dos componentes sozinho, tarefa esta encarregada ao profissional responsável, o qual deve lançar os pontos de maneira a otimizar o projeto, analisando e conferindo tecnicamente o resultado final.

3.1.5.1 Condições técnicas para projeto elétrico

Todo o lançamento e dimensionamento do projeto elétrico foi executado conforme determinação da NBR 5410 (2008), a qual estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

O projeto elétrico contempla os pontos elétricos – tomadas, interruptores e lâmpadas – dutos, condutores e dispositivos de proteção.

A NBR 5410 (2008) baseia-se em perímetro e área dos cômodos para quantificar os componentes elétricos da edificação. Sendo assim calculou-se previamente a área e o perímetro dos cômodos como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Área e Perímetro dos cômodos

Cômodos	Área (m²)	Perímetro (m)
Sala estar / jantar	13,26	14,6
Cozinha	9,86	12,6
Circulação	3,33	9,2
Quarto 1	11,45	15
Quarto 2	8,96	12
Banheiro	3,36	8
Lavanderia	2,38	6,2

Fonte: Autor (2017)

O projeto considera a temperatura ambiente a 30 °C e a temperatura do solo a 20 °C.

3.1.5.2 Previsão de carga mínima da residência

Quanto à iluminação, a norma NBR 5410 (2008) prevê que em cada cômodo ou dependência deve ter pelo menos um ponto de luz fixo no teto, comandado por interruptor.

Já quanto aos pontos de tomada são determinados de acordo com o local e os equipamentos elétricos que podem ser utilizados, observando os critérios mínimos a seguir:

- Banheiros: pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório;
- Cozinhas, copas, área de serviço, lavanderias e locais análogos: no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração de perímetro sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos;
- Varandas: pelo menos um ponto de tomada;
- Salas e dormitórios: pelo menos um ponto de tomada a cada 5 m, ou fração de perímetro;
- Em cada um dos demais cômodos e dependências da habitação:
 - Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a 2,25 m².
 - Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a 2,25 m² e igual ou inferior a 6 m²;

- Um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a 6 m², devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.

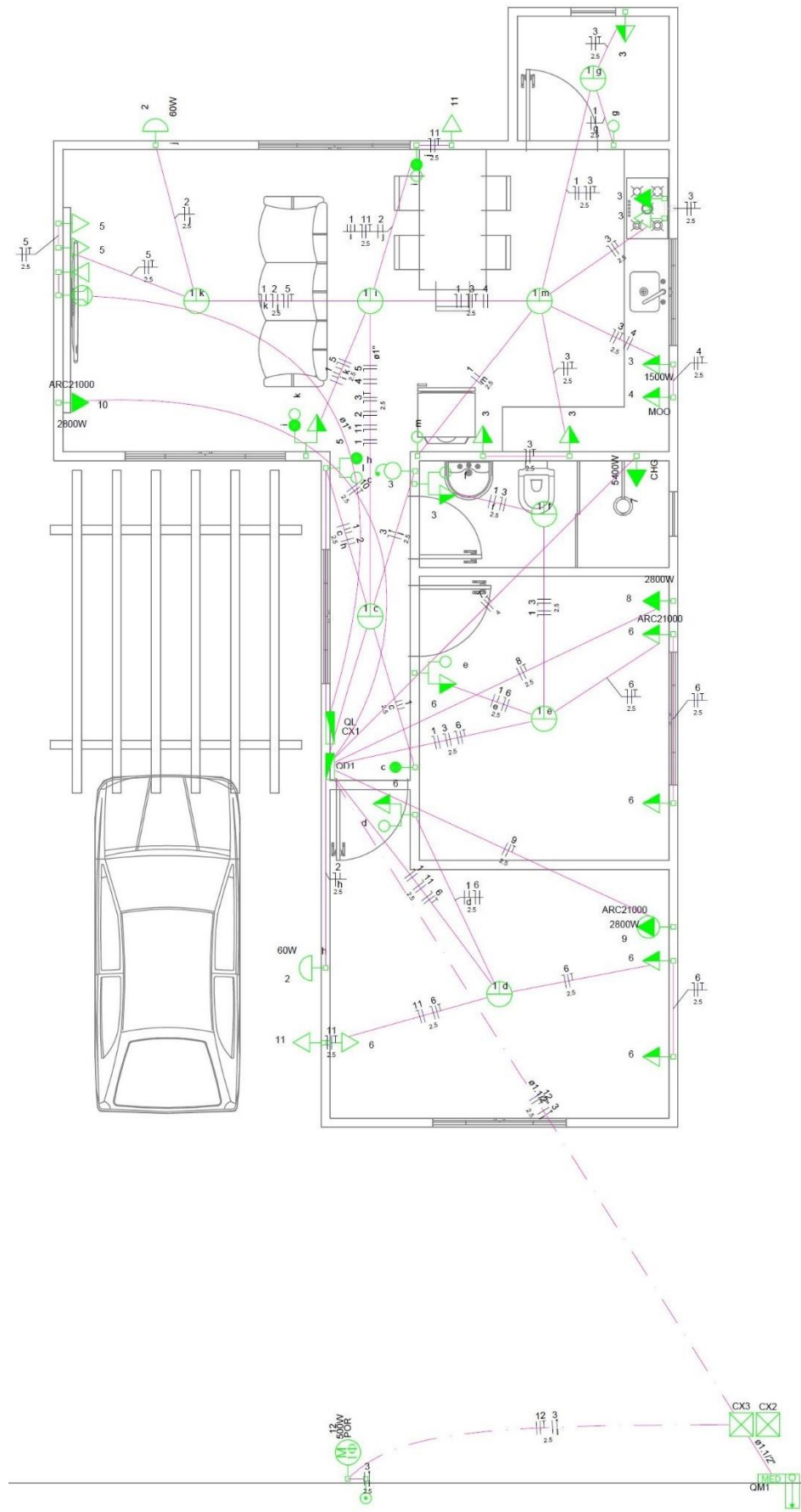
3.1.5.3 Lançamento dos pontos elétricos sem automação

Considerando o projeto escolhido para este trabalho, suas características e o meio ao qual o mesmo está inserido, chegou-se a distribuição elétrica final do projeto elétrico conforme pode ser visto na Figura 4.

Além dos pontos elétricos mínimos definidos pela norma NBR 5410 (2008), considerou-se pontos elétricos que aliados à posterior automação da residência gerassem maior conforto para os moradores:

- Campainha;
- Ponto de tomada externo próximo à entrada para possível ligação de motor para portão eletrônico;
- Ponto de tomada e iluminação externos na garagem e no jardim;
- Pontos de ar condicionado em quartos e sala;
- Ponto de lógica e tv a cabo na sala;

Figura 4: Projeto elétrico sem automação



Fonte: Autor (2017)

Com o processamento do projeto elétrico apresentado, foram gerados vários detalhes e resultados além das legendas de símbolos, os quais podem ser analisados nos Apêndices A, B, C, D e E deste trabalho, sendo que o resultado mais significativo para o objetivo deste trabalho é a lista de materiais, a qual é utilizada para comparação entre os projetos sem e com automação residencial.

3.1.6 Projeto elétrico com automação

Para uma maior compreensão e análise das diferenças projetuais, o projeto de infraestrutura para a automação residencial foi realizado em um arquivo separado, permitindo assim uma melhor visualização.

Os sistemas considerados para a automação foram:

- Som;
- Alarme;
- Câmeras de segurança;
- Sensores de incêndio;
- Sensores de vazamento de gás;
- Automatização de cortinas;
- Automatização dos aparelhos de ar-condicionado;
- Controle de portão eletrônico.

Além dos sistemas listados, a automatização da iluminação da residência também está contemplada, não necessitando de eletrodutos específicos para isso. O controle é realizado pelo painel controlador, o qual é interligado com o quadro geral, que possui acesso a toda iluminação da residência.

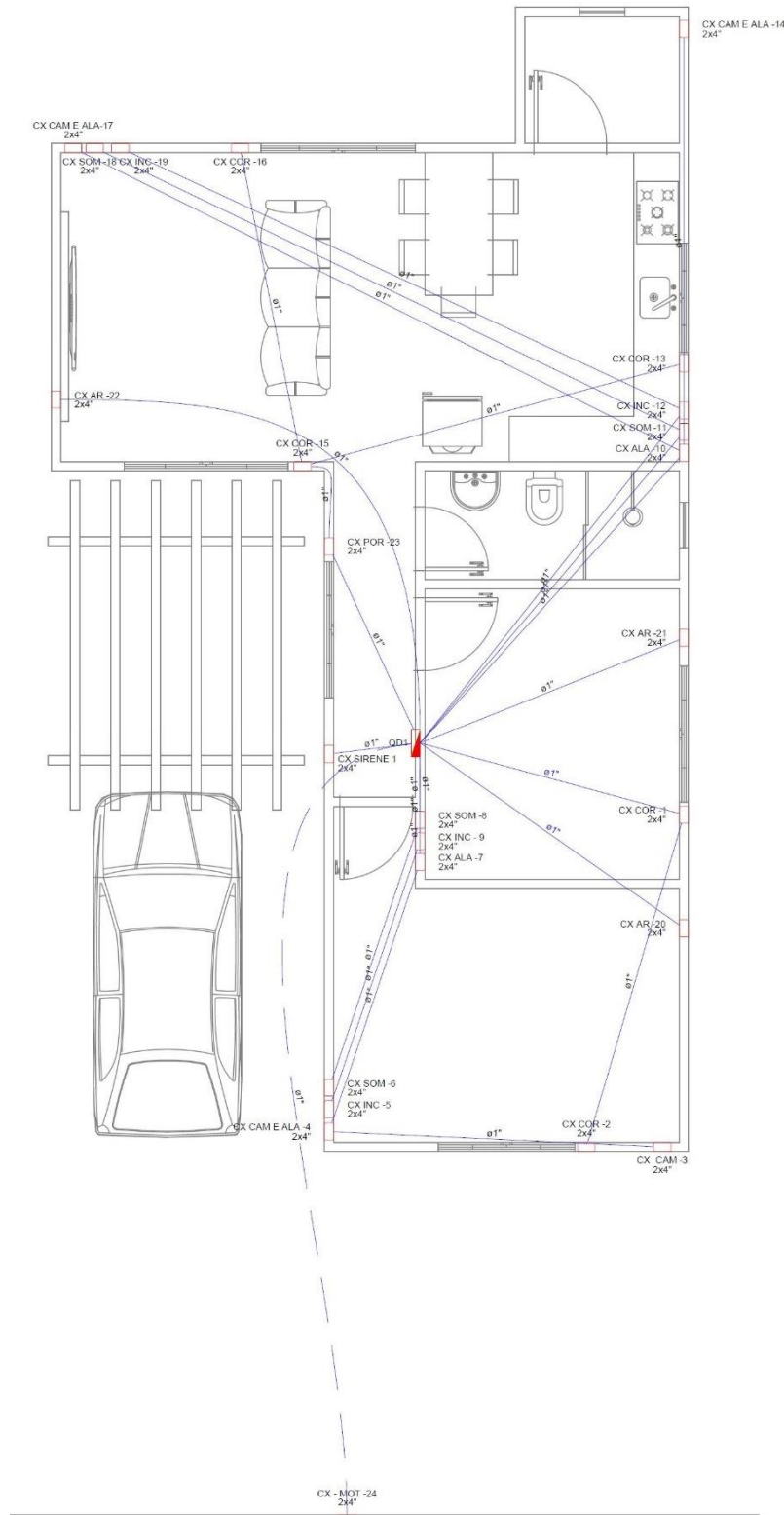
O projeto compreendeu apenas a infraestrutura do sistema, alocando as caixas 2x4 cm nos locais necessários, eletrodutos e quadro de controle.

Para o funcionamento adequado dos sistemas listados, os condutores necessitam ser isolados em eletrodutos individuais para não sofrerem interferência dos demais sistemas. Para tanto, cada sistema considerado possui sua tubulação independente, o que acarretou em uma grande quantidade de eletrodutos.

Por motivo do projeto não contemplar os dispositivos finais dos circuitos como sensores, sirenes, motores entre outros, consequentemente não foram dimensionados os

condutores de energia ou condutores de informação. Portanto os eletrodutos considerados para o projeto de automação, foram todos de 1 polegada, tamanho padrão que suporta uma quantidade considerável de condutores em seu interior.

Figura 5: Projeto elétrico da infraestrutura para automação residencial



Fonte: Autor (2017)

4 CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1.3 Diferenças entre os projetos sem automação e com automação

O projeto elétrico considerando a automação residencial, teve um acréscimo considerável de eletrodutos e de caixas de PVC, além do painel controlador necessário, o qual faz uso de um quadro, semelhante a um quadro de disjuntores.

A Tabela 2 traz os quantitativos dos principais componentes considerados no projeto de infraestrutura para automação residencial cabeada.

Tabela 2: Quantificação dos principais elementos nos projetos

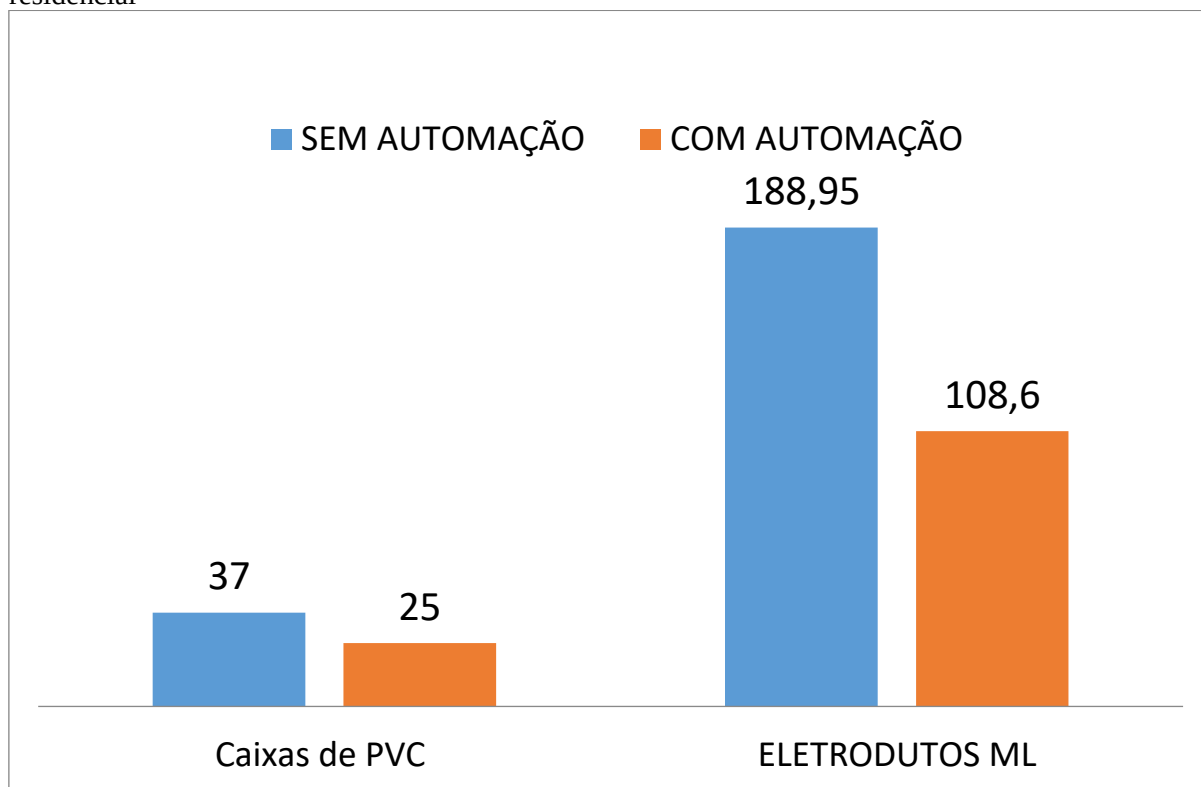
Item	Quantidade no projeto sem automação	Quantidade no projeto com automação	Total de elementos (sem e com automação)
Quadros	1 unidade	1 unidade	2 unidades
Caixas de PVC	37 unidades	25 unidades	62 unidades
Eletrodutos	188,95 metros	108,6 metros	297,55 metros

Fonte: Autor (2017)

Analisando os dados significativos no Gráfico 1, verifica-se que as caixas de PVC 2x4 cm tiveram um aumento de 67,56% em sua quantidade, partindo de 37 unidades no projeto sem automação, para 62 unidades em um projeto incluindo a automação.

Outro item que tem sua quantidade aumentada consideravelmente no projeto com automação são os eletrodutos, os quais aumentaram 57,47 % em relação ao projeto sem automação, passando de 188,95 metros para 297,55 metros.

Gráfico 1: Comparação quantitativa dos elementos adicionados nos projetos sem e com automação residencial



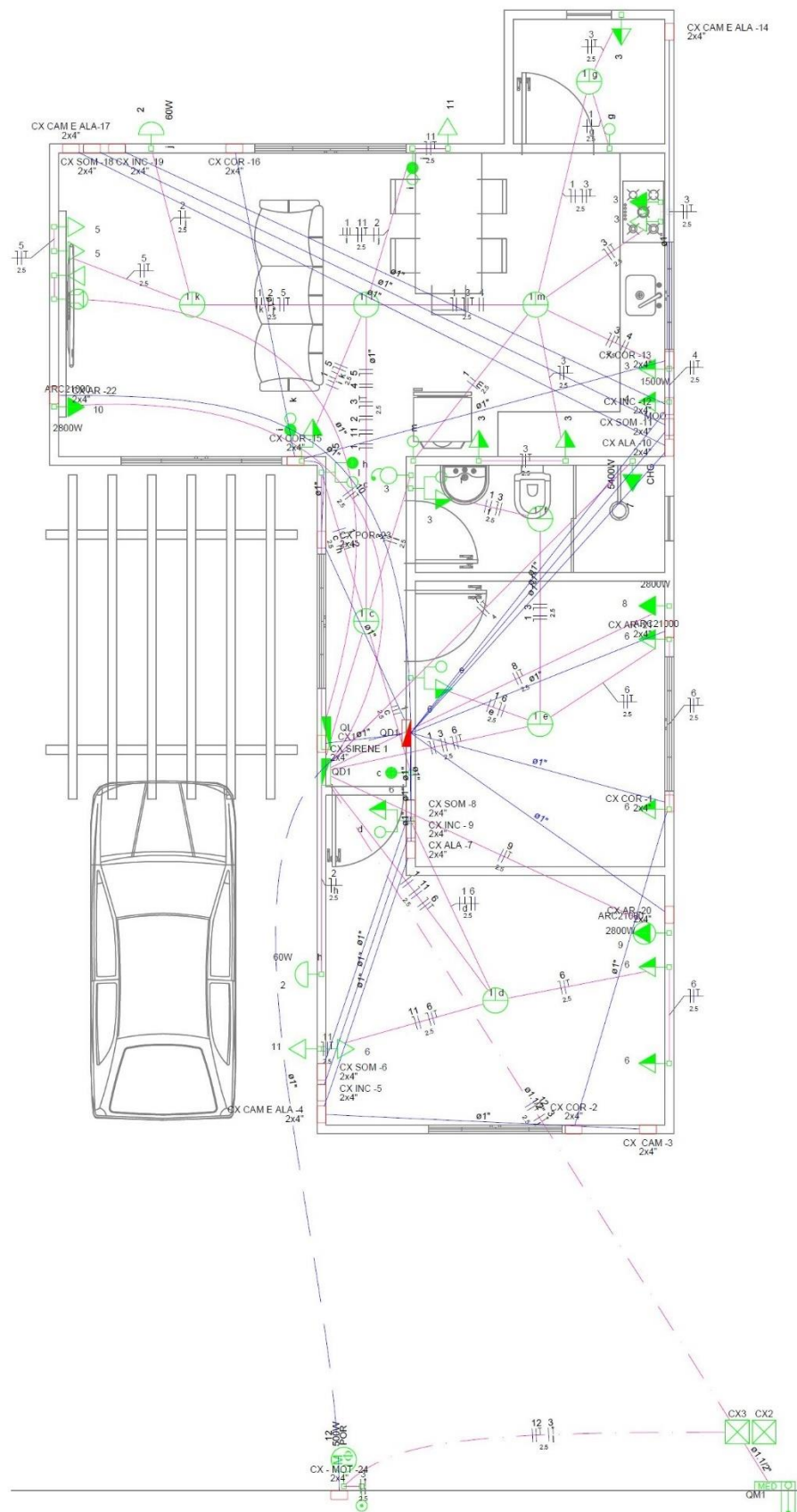
Fonte: Autor (2017)

Frente a complexidade de uma obra residencial, na qual encontra-se diversas fases de obra como, fundações, estrutura, alvenaria, esquadrias, instalações elétricas, hidráulicas e acabamentos diversos, inserir a infraestrutura para automação residencial é praticamente insignificante, pois ela é apenas um subprojeto do projeto elétrico, o que torna a execução rápida e com baixos custos de mão de obra, pois trata-se apenas da fixação de pontos e passagem de eletrodutos.

A residência necessita de um espaço adequado para a instalação do quadro de comando da automação, o qual deve estar conectado ao quadro geral elétrico para realizar as devidas interferências em iluminação e eletricidade quando necessário. A residência em questão conta com uma circulação relativamente grande, que não resultou em dificuldade na locação do quadro de comando.

A Figura 6 traz a sobreposição dos projetos, mostrando o resultado do projeto elétrico base sem automação juntamente com o projeto que considera a infraestrutura para automação residencial.

Figura 6: Projeto elétrico sem automação e com automação sobrepostos



Fonte: Autor (2017)

5 CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho propôs a comparação entre um projeto elétrico sem automação residencial e outro projeto com infraestrutura para receber automação residencial.

Com a execução dos dois projetos, pode-se observar que os incrementos necessários para uma residência receber automação são pequenos. Essencialmente aumenta-se a quantidade de eletrodutos e caixas 2x4 cm em torno de 60%, além de um quadro de comando para o sistema automatizado.

Devido à independência entre os sistemas previstos para automação, o projeto permite a uma família de baixa renda implementar a automação residencial em etapas com planejamento, sem qualquer prejuízo.

Realizar um projeto de infraestrutura para automação e executá-lo juntamente com a obra, ameniza problemas futuros de reformas e quebras de paredes para execução em fases posteriores.

Com a possibilidade de mais pessoas usufruírem dos benefícios da tecnologia, os equipamentos de automação residencial que atualmente são relativamente caros, propendem a baratear, seguindo a regra geral de oferta e demanda.

Uma consequência deste trabalho é a introdução de uma nova visão da tecnologia de automação residencial para o público leigo, mostrando que é possível realizar a automação de uma residência de baixo padrão quando se realiza previamente os projetos.

Os benefícios apresentados pela automação residencial, como conforto, segurança e praticidade se mostram compensatórios frente as poucas incrementações que um projeto sem infraestrutura para receber automação residencial necessita para ser capacitado a receber automação.

6 CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Devido à grande abrangência da área em que este trabalho se enquadra, trabalhos correlatos podem ser desenvolvidos objetivando a complementação do mesmo:

- Realizar a análise de custos para os projetos desenvolvidos neste trabalho;
- Estudar a viabilidade econômica e retorno de investimento;
- Verificar quais tecnologias poderiam ser utilizadas e compará-las.

REFERÊNCIAS

ACCARDI, A.; DODONOV, E. **Automação Residencial: Elementos básicos, arquitetura, sensores, aplicações e protocolos**. São Carlos, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5410. **Instalações elétrica de baixa tensão**. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2008.

_____, NBR 12721/2006. **Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifícios em condomínio – Procedimento**. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2006.

BOLZANI, C. **Residências inteligentes e o novo contexto do século XXI**. Automatizar 2012.

CARVALHO, G. B. **Automação Residencial na Construção Civil**. Universidade Estadual de Goiás. Anápolis – GO. 2015.

CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 15ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

MURATORI, J. R.; BÓ, P. H. D. **Automação Residencial: histórico, definições e conceitos**, O setor elétrico. p 70 – 77. 2013.

PRUDENTE, F. **Automação predial e residencial: uma introdução**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

TREMEL, D. **A automação residencial quer ganhar morador pela economia**. Jornal Folha de São Paulo, São Paulo, 29 set. 2013. Seção Mercado. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2013/09/1348941-automacao-residencial-quer-ganhar-morador-pela-economia.shtml>>. Acessado em 10/11/2016.

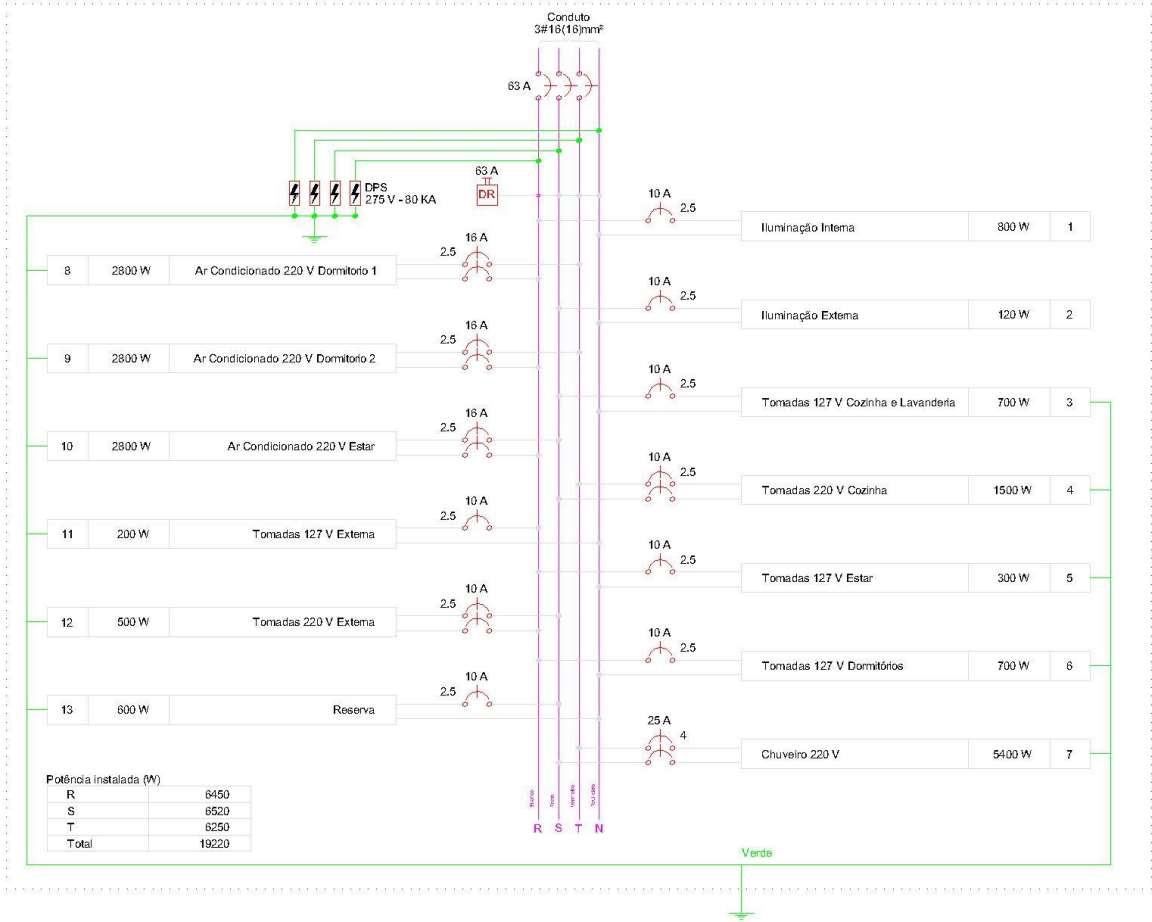
WORTMEYER, C.; FREITAS, FERNANDO.; CARDOSO, L. **Automação residencial: Busca de tecnologias visando o conforto, a economia, a praticidade e a segurança do usuário**. Resende – RJ: 2005.

APÊNDICE A – LEGENDA DO PROJETO ELÉTRICO

Legenda	
	Caixa de passagem
	Cigarra
	Conjunto 1 tecla simples e tomada a 1,20m do piso
	Conjunto 1 tecla simples, 1 tecla paralela e tomada a 1,20m do piso
	Entrada de serviço
	Interruptor 1 simples e 1 paralelo a 1,20m do piso
	Interruptor paralelo 1 tecla a 1,20m do piso
	Interruptor simples 1 tecla a 1,20m do piso
	Luminária p/ lâmpada incandescente - parede
	Luminária p/ lâmpada incandescente - teto - sobrepor
	Motor monofásico a 0,30m do piso
	Ponto de som a 0,30m do piso
	Ponto rede lógica a 0,30m do piso
	Pulsador de campainha 1 tecla
	Quadro de distribuição
	Quadro de medição
	Tomada alta a 1,80m do piso
	Tomada baixa a 0,30m do piso
	Tomada média a 1,20m do piso

APÊNDICE B – ESQUEMATIZAÇÃO DE DISJUNTORES, PROJETO SEM AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

QD1 (Quadro Casa)



APÊNDICE C – QUADRO DE CARGAS, PROJETO SEM AUTOMAÇÃO

APÊNDICE D – LISTA DE MATERIAIS, PROJETO SEM AUTOMAÇÃO

Lista de Materiais		
Acessórios p/ eletrodutos		
Arruela zamak		
1.1/2"	2 pç	
3/4"	1 pç	
Bucha zamak		
1.1/2"	2 pç	
3/4"	1 pç	
Caixa PVC		
4x2"	32 pç	
4x2" estanque	1 pç	
4x4"	1 pç	
Caixa PVC octogonal		
3x3"	10 pç	
Curva 90° PVC longa rosca		
1.1/2"	2 pç	
Luva PVC rosca		
1.1/2"	6 pç	
Acessórios uso geral		
Fita isolante autofusão		
20m	1 pç	
Cabo Unipolar (cobre)		
Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pirastic Ecoplus BWF Flexível)		
2.5 mm ²	675.81 m	
4 mm ²	24 m	
Caixa de passagem - embutir		
Alvenaria		
400x400x400mm	2 pç	
Tampa 400x400x50mm	2 pç	
Aço pintada (ref Cemar)		
Caixa de embutir em aço (300x300x135mm)	1 pç	
Dispositivo Elétrico - embutido		
Cigarra - 127V		
Placa 4x2" - branca	1 pç	
Linha aquática		
Pulsador campainha - 1 tecla c/ sinalizador	1 pç	
Placa 2x4"		
Interruptor paralela - 1 tecla	1 pç	
Interruptor simples & paralelo - 2 teclas	2 pç	
Interruptor simples - 1 tecla	1 pç	
Placa cega	1 pç	
Placa p/ 1 função	20 pç	
Placa p/ 1 função retangular	1 pç	
Placa p/ 2 funções	3 pç	
Placa 4x4"		
Interruptor 2 teclas simples e paralela	1 pç	
Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 10A	1 pç	
S/ placa		
Interruptor 1 tecla simples	1 pç	
Interruptor 1 tecla simples e tomada hexagonal (NBR14136)	3 pç	
Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 10A	14 pç	
Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 20A	6 pç	

Dispositivo Lógica - embutir		
Placa 2x4		
Tomada p/ cabo coaxial		1 pç
Dispositivo TV/Som		
Placa 2x4		
tomada 2P e tomada FM 9,5 mm		1 pç
Dispositivo de Proteção		
Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN (Curva C)		
10 A - 10 kA		7 pç
Disjuntor bipolar termomagnético (380 V/220 V) - DIN (Curva C)		
10 A - 4.5 kA		2 pç
16 A - 4.5 kA		3 pç
25 A - 4.5 kA		1 pç
Dispositivo de proteção contra surto		
275 V - 80 KA		4 pç
Interruptor bipolar DR (fase/neutro - In 30mA) - DIN		
63 A		1 pç
Eletroduto PVC flexível		
Eletroduto leve		
1"		14.3 m
3/4"		143.9 m
Eletroduto pesado		
1.1/2"		20.75 m
Eletroduto PVC rosca		
Eletroduto, vara 3,0m		
1.1/2"		2 m
2"		2 m
2.1/2"		2 m
3/4"		4 m

Luminária e acessórios		
Arandela		
60 W		2 pç
Luminária sobrepor p/ incandescente		
100 W		8 pç
Plafonier		
4"		10 pç
Soquete		
base E 27		10 pç
Lâmpada Incandescente		
Uso geral		
100 W		8 pç
60 W		2 pç
Material p/ entrada serviço		
Cabeçote alumínio p/ eletroduto		
1.1/2"		2 pç
Haste de aterramento aço/cobre		
D=15mm, comprimento 2,4m		1 pç
Isolador roldana 600V		
Porcelana vidrada		5 pç
Parafuso aço galvanizado cabeça quadr.		
Rosca M16x2, comprim. 180mm		2 pç
Poste concreto armado		
Comprimento 6,0m		1 pç
Quadro de medição - COPEL		
Unidade consumidora individual - embutir		
Caixa "CN" p/ medidor polifásico		1 pç
Quadro distrib. chapa pintada - embutir		
Barr. trif., disj geral, compacto - DIN (Ref. Moratori)		
Cap. 30 disj. unip. - In barr. 100 A		1 pç

APÊNDICE E – LISTA DE MATERIAIS, PROJETO COM INFRAESTRUTURA PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Lista de Materiais	
Acessórios p/ eletrodutos	
Caixa PVC 4x2"	25 pç
Dispositivo Elétrico - embutido	
Placa 2x4" Placa cega	25 pç
Dispositivo de Proteção	
Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN (Curva C) 10 A - 10 kA	1 pç
Eletroduto PVC flexível	
Eletroduto leve 1"	108.6 m
Quadro de medição - COELBA	
Quadro de distribuição e medição Caixa de barramentos	1 pç