

**unesp**  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**CAMPUS DE GUARATINGUETÁ**

**RAFAEL MORALES MORRONI**

**PROPOSTA DE UMA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL PARA UM  
ANTEPROJETO DE UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA**

Guaratinguetá  
2012

RAFAEL MORALES MORRONI

**PROPOSTA DE UMA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL PARA UM  
ANTEPROJETO DE UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Durval Luiz Silva Ricciulli

Guaratinguetá  
2012

M883p	Morrone, Rafael Morales Proposta de uma automação residencial para um anteprojeto de uma instalação elétrica / Rafael Morales Morrone – Guaratinguetá : [s.n], 2012. 56 f : il. Bibliografia: f. 54-55  Trabalho de Graduação em Engenharia Elétrica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2012. Orientador: Prof. Dr. Durval Luiz Silva Ricciulli  1. Instalações elétricas domiciliares    2. Automação residencial I. Título
-------	--

CDU 621.316.17

**PROPOSTA DE UMA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL PARA UM  
ANTEPROJETO DE UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA**

**RAFAEL MORALES MORRONI**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
"GRADUADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA"

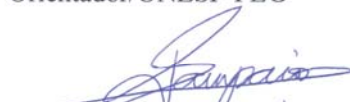
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Prof. Dr. LEONARDO MESQUITA  
Coordenador

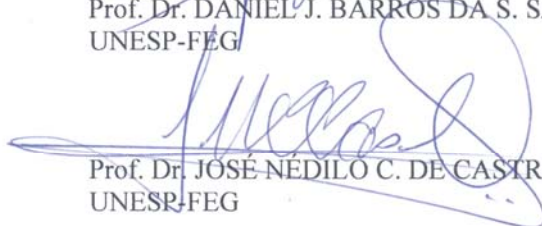
**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Dr. DURVAL LUIZ SILVA RICCIULLI  
Orientador/UNESP-FEG



Prof. Dr. DANIEL J. BARROS DA S. SAMPAIO  
UNESP-FEG



Prof. Dr. JOSÉ NEDILO C. DE CASTRO  
UNESP-FEG

Dezembro de 2012

com amor à minha mãe Rosania e ao meu pai José Ferdinando, que sempre me deram o suporte para que eu pudesse chegar ao meu objetivo, e à minha noiva e futura esposa Tatiana, que sempre me apoiou nas horas mais difíceis.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por sempre estar comigo, fornecendo bênçãos, mesmo que por alguns momentos me senti-se afastado Dele, e por sempre cuidar de todos,

ao meu orientador, *Prof. Dr. Durval Luiz Silva Ricciulli*, por aceitar ser meu orientador e ter a paciência para atender e esclarecer as minhas dúvidas,

aos meus pais *José Ferdinando* e *Rosania*, por sempre acreditarem nas minhas capacidades, e incentivando na minha formação de Engenheiro, e por me dar todo o suporte necessário para viver este sonho. Igualmente à minha irmã *Juliana*, ao meu cunhado *Everton* e a todos os meus familiares, os quais eu amo tanto,

à *Tatiana*, minha noiva e futura esposa, por todo apoio e por estar ao meu lado quando mais precisei, pela paciência nos momentos difíceis que enfrentei durante a minha vida acadêmica e pessoal,

à todos os meus amigos de formação acadêmica, principalmente aos amigos com os quais eu morei, por sempre ajudarem na minha formação pessoal, por estarem ao meu lado tanto nas horas boas quanto nas horas ruins tornando-se assim irmãos para mim,

à empresa Consórcio PHL, em particular na pessoa do arquiteto Alfredo Luiz Licursi, que me recebeu como estagiário e sempre deu o apoio necessário para que pudesse concluir a minha formação,

à todos os funcionários da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, por sempre me atenderem com paciência e dedicação.

à todos os professores que passaram pela minha vida acadêmica, por serem responsáveis pela minha formação não somente como profissional mas também como pessoa.

MORRONI, RAFAEL M. **Proposta de uma automação residencial para um anteprojeto de uma instalação elétrica.** 2012. 56 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

## **RESUMO**

A organização social humana sofreu grandes transformações nos últimos anos. As Revoluções tecnológica e digital aceleraram o processo de disseminação e evolução do conhecimento em todas as ciências, desde os estudos sociais até a nanotecnologia. Tal processo levou a diversos avanços que permitiram o surgimento de novos mercados. Dentre estes novos mercados, a automação residencial demonstra ser um mercado de grande potencial, buscando atender as necessidades dos moradores, de maneira a tornar suas atividades diárias tão práticas e rápidas quanto o ritmo de vida atual requisita. Para a realização desta tarefa a residência deixa de ser um lugar passivo e passa a ser um sistema controlável e ativo, onde as ações poderão ocorrer sem a necessidade da interação humana direta. O objetivo desse trabalho é projetar a instalação elétrica de uma residência visando melhor utilização da energia e mostrar a diversidade tecnológica envolvendo as casas inteligentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Domótica; Automação residencial; Residência inteligente; Tecnologia; Sistemas integrados.

MORRONI, RAFAEL M. **Proposal of a home automation to a draft of an electrical installation.** 2012. 56 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

### **ABSTRACT**

The human social organization has undergone major changes in recent years. The technological and digital revolutions accelerated the process of dissemination and evolution of the knowledge in all sciences, from social studies to nanotechnology. This process led to many advances that have enabled the emergence of new markets. Among these new markets, residential automation shows to be a market of great potential, seeking to meet the needs of residents, in order to make their daily practice and as fast as the rhythm of present life requests. To perform this task the residence stops being a passive place and becomes an active and controllable system, where actions may occur without the need for direct human interaction. The aim of this work is designing the electrical installation of a residence seeking better use of energy and show the technology diversity involving intelligent houses.

**KEYWORDS:** Domotics, residential automation, intelligent Residence; Technology, Integrated Systems.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Integrador de sistemas de automação residencial .....	13
Figura 2 – Aparelho de ar condicionado tipo janela .....	17
Figura 3 – Aparelho de ar condicionado Split.....	18
Figura 4 – Exemplo de instalação para piso aquecido .....	18
Figura 5 – Controle remoto para controle de iluminação .....	19
Figura 6 – Exemplo de Sistema de Iluminação .....	20
Figura 7 – Exemplo de motorização de persianas .....	20
Figura 8 – Exemplo de tubulação para sistema de aspiração central .....	21
Figura 9 – Exemplo de caixa acústica interna .....	22
Figura 10 – Exemplo de teclado do sistema de alarme .....	23
Figura 11 – Exemplo de sensor de infravermelho do sistema de alarme .....	23
Figura 12 – Exemplo de sensor magnético do sistema de alarme .....	24
Figura 13 – Exemplo de Fechadura biométrica por impressão digital .....	25
Figura 14 – Controlador IHC .....	45
Figura 15 – Módulo de entrada IHC de 230 V .....	45
Figura 16 – Transmissores e Receptores infravermelho de 16 canais .....	46
Figura 17 – Módulo de saída IHC de 230 V .....	46
Figura 18 – Módulo de saída IHC de 24 V .....	47
Figura 19 – Módulo <i>dimmer</i> .....	47
Figura 20 – Modem IHC .....	48
Figura 21 – Ligação de pulsadores no módulo de entrada .....	49
Figura 22 – Ligação entre módulos de saída, <i>dimmer</i> e lâmpada .....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Áreas e perímetros dos ambientes da residência .....	33
Tabela 2 – Levantamento das cargas de iluminação por ambientes .....	34
Tabela 3 – Levantamento das cargas de tomadas de uso geral por ambientes .....	35
Tabela 4 – Fatores de demanda em relação à carga instalada .....	37
Tabela 5 – Fatores de demanda para aparelhos específicos .....	37
Tabela 6 – Potências e correntes dos circuitos e secções nominais dos condutores .....	40
Tabela 7 – Divisão de cargas na fases .....	41
Tabela 8 – Seleção dos disjuntores para cada circuito .....	42
Tabela 9 – Padrão de entrada da instalação .....	43

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Marca e modelos de equipamentos utilizados para o sistema de iluminação .....	30
Quadro 2 – Marca e modelos de equipamentos utilizados para as persianas motorizadas .....	31
Quadro 3 – Marca, modelo e potência do ar condicionado selecionado .....	31
Quadro 4 – Marca, modelo do detector de fumaça .....	32
Quadro 5 – Marca, modelo e potência dos equipamentos de som selecionados .....	32
Quadro 6 – Marca, modelo e potência dos equipamentos do portão eletrônico selecionados .....	32
Quadro 7 – Cargas dos equipamentos ligados nas tomadas de uso específico .....	36

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
2	<b>AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL</b> .....	13
2.1	Histórico da Automação Residencial .....	15
2.2	Características da Domótica (automação residencial) .....	16
3	<b>SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL DISPONÍVEIS NO MERCADO BRASILEIRO</b> .....	17
3.1	Sistema HVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar condicionado) .....	17
3.2	Piso Aquecido .....	18
3.3	Controle de dispositivos elétricos – Iluminação .....	19
3.4	Cortinas, Persianas e Toldos .....	20
3.5	Aspiração Central .....	21
3.6	Som ambiente .....	21
3.7	Segurança .....	22
3.7.1	Sistema de alarmes .....	22
3.8	Biometria .....	24
4	<b>PROJETO DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL</b> .....	26
4.1	Exemplificando o Projeto .....	27
4.1.1	Automação utilizada no Pavimento Superior .....	27
4.1.2	Automação utilizada no Térreo .....	27
5	<b>PROJETO DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL</b> .....	29
5.1	Escolha da planta .....	29
5.2	Seleção dos equipamentos para a automação residencial .....	29
5.2.1	Sistema de iluminação .....	30
5.2.2	Persianas motorizadas .....	30
5.2.3	Sistema de ar condicionado .....	31
5.2.4	Detector de fumaça .....	31
5.2.5	Sistema de som ambiente .....	32
5.2.6	Portão eletrônico .....	32
5.3	Projeto da instalação elétrica .....	33
5.3.1	Levantamento das cargas de iluminação .....	33
5.3.2	Levantamento de cargas de tomadas de uso geral (TUG's) .....	34
5.3.3	Levantamento de cargas de tomadas de uso específico (TUE's) .....	35
5.3.4	Determinação da demanda elétrica .....	36
5.3.4.1	Demanda elétrica individuais dos pavimentos .....	37
5.3.4.2	Demanda elétrica total .....	38
5.3.5	Divisão dos circuitos .....	38
5.3.6	Dimensionamento dos condutores .....	39
5.3.7	Divisão dos circuitos na fases .....	40
5.3.8	Seleção dos dispositivos de proteção .....	41
5.3.9	Determinação do padrão de entrada .....	43
6	<b>SISTEMA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO DA INSTALAÇÃO PROPOSTA</b> .....	44
6.1	Projeto de iluminação .....	48
6.2	Projeto da motorização das persianas .....	50
6.3	Projeto de detector de fumaça .....	50
7	<b>CONCLUSÃO</b> .....	52
7.1	Finalização do estudo .....	52

<b>7.2</b>	<b>Sugestões para trabalhos futuros .....</b>	<b>53</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>54</b>
	<b>ANEXO A – Planta baixa da residência para execução do Projeto .....</b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a Revolução industrial, a automação está mais presente na sociedade, tanto nas indústrias, quanto no comércio, em diversas prestações de serviços, como também em residências.

O fato se deve a necessidade da busca de um maior tempo para descanso, comodidade, bem como, a economia nos gastos diários.

Segundo Bolzani (2004) foi desenvolvida, baseado nas necessidades citadas, uma nova área da automação, a domótica – uma nova tecnologia que consiste em um sistema integrado capaz de controlar todos os ambientes de uma residência através de um só equipamento, incluindo temperatura, luminosidade, som, segurança, entre outros.

Etimologicamente, a palavra domótica vem da junção das palavras *Domus*, que em latim significa residência; e robótica, área da mecatrônica que utiliza os conceitos de robótica, eletro-eletrônica e programação, para o desenvolvimento de soluções de automação residencial. Necessariamente há a composição de um *hardware* de controle, responsável pelo monitoramento de sensores e acionamento de dispositivos, e um *software* de gerenciamento do sistema, que dispõe de funcionalidades básicas de cadastramento de dispositivos, monitoramento de eventos e execução de comandos.

As pessoas cada vez mais estão buscando alternativas em suas residências, para uma melhor funcionalidade, seja quanto a acionamento de luzes, climatização, televisores, monitoramentos, segurança, integrando-as. Muitas vezes ocorrem com acionamento fixo ou móvel.

A domótica vem sendo utilizada cada vez mais, numa sociedade tecnológica, que visa principalmente a otimização de tempo e espaço na vida das pessoas.

A automação de luzes com tempo, janelas que se abrem em acionamento eletrônico, monitoramento por câmeras inteligentes, acionamento de portões, aparelhos eletrônicos interligados, sistema de ar condicionado, sistema de segurança, a cada dia vem tomando espaço nas residências.

Essas tecnologias conectadas entre si proporcionam conforto e segurança aos moradores transformando a casa em centro de entretenimento, em escritório e de conectividade social.

Da mesma forma que ocorreu uma revolução na vida das pessoas com o surgimento dos computadores é bem possível que também ocorra uma revolução com o advento da domótica, fazendo com que as casas inteligentes se tornem indispensáveis aos padrões de uma sociedade pós-moderna, tecnológica e midiática como a nossa.

Este trabalho tem como objetivo principal desenvolver um protótipo de sistema de automação residencial, utilizando os conceitos da domótica, capaz de tomar decisões de maneira autônoma, através da leitura de sensores e do controle de cargas elétricas responsáveis pelo acionamento de dispositivos de iluminação e ventilação. É possível construir soluções de baixo custo que permitam a um número maior de pessoas se beneficiarem das vantagens e conveniências proporcionadas pela domótica.

## 2 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A automação pode ser definida como um conjunto de técnicas que podem ser aplicadas sobre um processo objetivando torná-lo mais eficiente, ou seja, maximizando a produção com menor consumo de energia, menor emissão de resíduos e melhores condições de segurança, tanto humana e material quanto das informações inerentes ao processo.

A automação predial e residencial nasceu a partir da automação industrial, conhecida e difundida há mais tempo. A realidade dos dois tipos da arquitetura é bem diferente, e consequentemente têm sido criados sistemas dedicados para ambientes prediais, o qual não se dispõe de espaço para grandes controladoras e extensos sistemas de cabeamento para que possam ser facilmente instalados em residências.

A casa automática pode ajudar nas tarefas diárias que tomam muito tempo ou evitar preocupações tais como esquecer as janelas abertas quando a previsão do tempo avisou que iria chover. Quanto à automação vai poder ajudar o usuário dependerá do tipo de vida, dos gostos pessoais e dos recursos disponíveis... A automação permite controlar a residência remotamente, poupar o tempo com tarefas repetitivas, economizar energia, dinheiro e aumentar o conforto (BOLZANI, 2004, p.51, 52).

Em uma residência podem ser encontrados equipamentos multifuncionais que geram diversos tipos de tráfego na rede como o multimídia até o tráfego de telemetria podendo ser utilizados por pessoas que não necessariamente precisam ter qualquer conhecimento técnico.

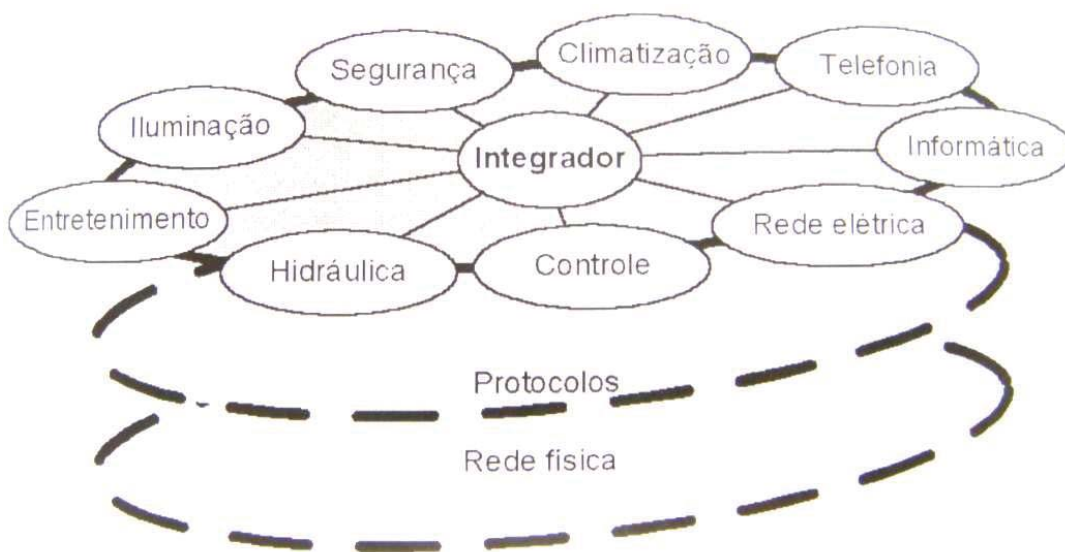


Figura 1: Integrador de sistemas de automação residencial ( BOLZANI, 2004, p.53)



No centro das camadas, na Figura 1, o profissional integrador de sistemas residenciais é o responsável pela harmonia e interoperabilidade de todo o conjunto.

O sistema de organização da residência inteligente permite vantagens em relação a sistemas passados, onde se permitia uma atividade descuidada em relação ao consumo.

Durante décadas, países em desenvolvimento deixaram o planejamento urbano e social em segundo plano. As cidades cresceram de modo caótico e hoje se paga um alto preço por um mínimo de qualidade de vida e bem estar social em razão desse crescimento equalizado. Por outro lado, iniciou-se nos anos 90, um período onde as fronteiras geográficas deixaram de serem barreiras à troca de informações, graças aos sistemas de telecomunicações e redes de dados. Deste modo, começaram a existir novas formas e caminhos para promover o desenvolvimento social em todos os aspectos sem a necessidade de transpor os altos custos que o modelo utilizado impunha no passado. Nessa visão, a residência inteligente tem seu papel social ampliado enormemente não só por prover o conforto através da utilização de equipamentos eletrônicos e interligação em redes, mas por ampliar as interações dos usuários à distância (BOLZANI, 2004, p. 1).

A tecnologia, portanto, gerou um novo paradigma de sociedade, modificando a maneira como vivemos, nos relacionamos, trabalhamos e ocupamos o nosso tempo. A residência inteligente vem de encontro às necessidades desses novos tempos.

A automação residencial satisfaz as necessidades básicas dos ocupantes de uma edificação. Melhorar a qualidade de vida, proporcionar redução do trabalho doméstico, aumentar o bem estar, economia de tempo e dinheiro e a segurança de seus habitantes são alguns dos benefícios que a automação pode oferecer.

O gerenciamento do consumo de energia e água, os controles de iluminação, acesso, climatização, comunicação e informática integrados e comandados por um único sistema de automação, têm demonstrado a possibilidade de tornar o ambiente de trabalho mais produtivo, saudável e eficiente.

A tecnologia é utilizada por nós em qualquer lugar, seja no trabalho, no lazer, lendo e-mails, acessando um banco de dados ou imprimindo documentos. Muitas vezes nos esquecemos da estrutura de rede de computadores que está por trás disto tudo. Segundo Bolzani (2004), o conceito de redes, no entanto, está migrando dos escritórios para as residências, abrindo um grande mercado com inúmeras oportunidades.

“No sentido mais amplo, as redes domésticas são interconexões de eletroeletrônicos de uso residencial através de um meio que possibilite a troca de dados entre eles (BOLZANI, 2004, p.17)”.

Nas construções atuais, o diferencial da construção agrega valor ao imóvel, criando-se uma infraestrutura que comporte essas necessidades. A automação predial vai de encontro às necessidades de jovens e idosos.

Com a automação residencial o que se objetiva é a integração de tecnologias de acesso à informação e entretenimento, com otimização dos negócios, da Internet, da segurança, além de total integração da rede de dados, voz, imagem e multimídia, estando intimamente ligada ao uso eficaz da energia e dos demais recursos naturais, sendo importante para a economia e o meio ambiente. Isso é obtido através de um projeto único que envolve infraestrutura, dispositivos e software de controle cuja meta é garantir ao usuário a possibilidade de controle e de acesso à sua residência à distância, dentro ou fora da mesma.

## **2.1 Histórico da Automação Residencial**

A automação residencial e predial migrou-se dos conceitos utilizados em automação industrial. Segundo Bolzani (2004) têm sido criadas tecnologias dedicadas para ambientes onde não se dispõe de espaço para grandes centrais controladoras e pesados sistemas de cabeamento. No entanto, nas residências não são necessárias lógicas complexas e dispositivos que controlam os processos, porém requer diversos tipos de interfaces, vários equipamentos, configurações diferentes de acordo com cada cliente.

Os projetos de pequeno e médio porte começaram a surgir na década de 80. Com o uso dos computadores e redução dos custos, elevando-se o projeto elétrico, as funções se tornaram integradas.

A grande novidade para o mercado de automação residencial ocorreu na década de 90.

Algumas conquistas tecnológicas ao nosso dia a dia despertaram nas pessoas o gosto pelas facilidades, sem precisar necessariamente acessar complexos softwares de gerenciamento.

A automação residencial é muito diferente. O usuário interage e interfere no sistema todo o tempo. Deste modo, tudo deve ser orientado a ele, daí a necessidade do integrador de participar de todos os processos de execução da obra junto aos arquitetos e engenheiros, buscando a melhor solução (BOLZANI, 2004, p.61).

No Brasil, ainda em seus primeiros passos, a automação residencial já envolve incorporadores, construtores, arquitetos e projetistas que oferecem várias opções para sistemas integrados em residências.

A construção civil está começando a adequar seus projetos residenciais objetivando criar uma infraestrutura para automação residencial.

## **2.2 Características da Domótica (automação residencial)**

Existem hoje no mercado, sistemas que oferecem vários tipos de recursos e cabe ao usuário escolher a programação que atenda melhor às suas necessidades, bem como o seu bolso. Agregar e alterar funções aos equipamentos de segurança, de *home theater* e todos os eletrodomésticos da casa são algumas dessas programações. Todos os dispositivos podem ser acionados pela mesma interface, seja ele um controle remoto, telefone ou voz.

Podem também, ativar a programação assim que identificarem o usuário ou receberem ordens pelo telefone simulando alguém em casa, acendendo uma luz ou abrindo as persianas. O equipamento de segurança pode emitir avisos sonoros e visuais ou discar os números dos serviços de emergência quando detectar algum intruso ou qualquer outro tipo de perigo.

Segundo Bolzani (2004), as características fundamentais que devemos encontrar num sistema inteligente são:

- Capacidade para integrar todos os sistemas.
- Atuação em condições variadas.
- Memória.
- Noção temporal.
- Fácil relação com o usuário.
- Facilidade de reprogramação.
- Autocorreção.

### 3 SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL DISPONÍVEIS NO MERCADO BRASILEIRO

Encontram-se produtos com diferentes níveis de automação. Nos sistemas autônomos é possível ligar ou desligar um subsistema ou um dispositivo específico de acordo com um ajuste pré-definido. Nos sistemas integrados existem centrais de automação onde os projetos podem ter múltiplos subsistemas integrados a um único controlador. Os sistemas complexos permitem uma maior integração através de softwares, possibilitando a criação de uma “Casa Inteligente”, tornando-se um gerenciador.

A automação residencial utiliza basicamente os sistemas complexos visto que esta tem o objetivo de integrar diversos subsistemas como entretenimento, segurança, aquecimento, climatização, gerenciamento de energia e outros.

#### 3.1 Sistema HVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar condicionado)

Quanto a climatização, sofisticados sistemas podem ser automatizados para residências inteligente oferecendo vantagens exclusivas, como interoperabilidade entre sistemas, facilidade de operação, conexão com a Internet e o mais importante uma interface que permite ao administrador coordenar as situações críticas do sistema em uma única tela de computador. As Figuras 2 e 3 mostram modelos existentes no mercado.



Figura 2: Aparelho de ar condicionado tipo janela.

Fonte: [www.whala.com.br](http://www.whala.com.br)



Figura 3: Aparelho de ar condicionado Split.

Fonte: [www.arcondicionadosweb.com.br](http://www.arcondicionadosweb.com.br)

O sistema consegue controlar as mais variadas aplicações da automação, de forma local ou remota. Termostatos são projetados para obter o máximo desempenho de seu sistema, combinando inteligência com operações simples.

### 3.2 Piso Aquecido

O sistema de aquecimento de piso consiste em implementar um painel gerador de calor. Este sistema aquece o ambiente esquentando o ar que está em baixo, este sobe e o ar frio desce e o ciclo recomeça. A Figura 4 mostra um exemplo de piso aquecido.



Figura 4: Exemplo de instalação para piso aquecido.

Fonte: [www.moveisprimavera.com.br](http://www.moveisprimavera.com.br)

### 3.3 Controle de dispositivos elétricos - Iluminação

Os sistemas para controle de iluminação são os mais utilizados em termos de controle e automação residencial. Eles estão presentes em diferentes ambientes de residências, prédios, escritórios, centros comerciais.

Além de criar diferentes cenários de iluminação, variando os níveis de intensidade das luzes ou apagando algumas e acendendo outras, que se adequam as necessidades do usuário. Pode-se criar um meio de proteção, acendendo ou apagando em momentos programados para simular a presença de pessoas na casa.

Esse controle da iluminação gera uma economia de energia, porque regulando a intensidade e acendendo as luzes somente quando necessário geram um consumo inteligente as energia elétrica.

Atualmente pode-se realizar o controle da iluminação do ambiente com equipamentos sem fio. A comunicação entre as luzes e o interruptor é feito pelo controle remoto, conforme mostrado na Figura 5. Pode-se ampliar o sistema com mais facilidade com este método.



Figura 5: Controle remoto para controle de iluminação.

Fonte: [www.lumixpro.com.br](http://www.lumixpro.com.br)

A Figura 6 mostra um exemplo de instalação do sistema de iluminação.



Figura 6: Exemplo de Sistema de Iluminação.

Fonte: [www.fasehometheater.com.br](http://www.fasehometheater.com.br)

### 3.4 Cortinas, Persianas e Toldos

Os sistemas de cortinas, persianas ou toldos motorizados podem ser conectados a sensores de luz, centros de controle ou sistemas de segurança. Elas podem exercer o mesmo papel do controle de iluminação, se fechando para diminuir a luz interna, ou abrindo para aumentar a iluminação. Assim como as luzes, elas podem simular a presença dos proprietários da residência, sendo controladas para se movimentarem sem a presença de pessoas. Os toldos podem ser acionados em caso de chuva automaticamente para proteger um local. A Figura 7 mostra um exemplo de persiana motorizada.



Figura 7: Exemplo de motorização de persianas.

Fonte: [www.artetecta.blogspot.com](http://www.artetecta.blogspot.com)



### 3.5 Aspiração Central

O sistema de aspiração consiste em um equipamento central que controla a aspiração e tomadas de sucção distribuídas por toda a residência, onde são acopladas as mangueiras para realizar a limpeza do ambiente. A Figura 8 apresenta um exemplo de implementação de um sistema de aspiração central.

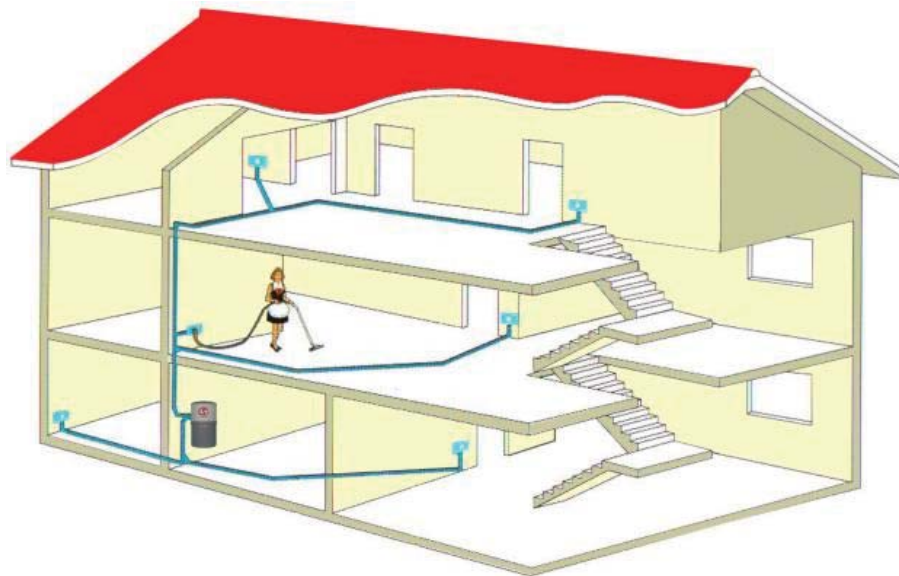


Figura 8: Exemplo de tubulação para sistema de aspiração central.

Fonte: [www.arunclima.pt](http://www.arunclima.pt)

### 3.6 Som ambiente

O sistema de som ambiente pode sonorizar diferentes ambientes ao mesmo tempo sem a necessidade de vários equipamentos de som. Para isso são utilizados sistemas capazes de distribuir som de várias fontes diferentes para vários ambientes.

O sistema mais usual é o amplificador multicanal, onde existe um controle de volume individual para cada ambiente, porém a fonte é a única, reproduzindo o mesmo som em todos os lugares.

Outro sistema que pode ser selecionado é o *single-box*. Apesar de o som reproduzido ser o mesmo para todos os ambientes, em cada um deles pode existir um controle de mudança de faixas, mudança da fonte ou regulagem do volume.

O sistema mais elaborado é o multi-zonas, onde cada ambiente tem controle total de qual fonte, faixa ou regulagem de volume desejado, independente dos outros.



As caixas de som implementadas para um bom sistema de som ambiente deve ser discretas, de preferência embutidas em forros ou paredes. Um exemplo é apresentado na Figura 9.



Figura 9: Exemplo de caixa acústica interna.

Fonte: [www.sombox.com.br](http://www.sombox.com.br)

### **3.7 Segurança**

Atualmente, o sistema de segurança é um dos fatores de maior importância dentro de uma residência. Além da prevenção contra roubos e furtos, também existem os sistemas que previnem contra incêndios, vazamento de gás ou alagamentos.

#### **3.7.1 Sistema de Alarmes**

O projeto de um sistema de alarmes tem o objetivo de proteger o usuário, utilizando diversos equipamentos que identificam a presença de pessoas indesejadas em sua residência. Todos estes equipamentos são controlados por uma central, que identifica em que local foi constatada a invasão.

O sistema de alarmes é constituído dos seguintes equipamentos:

- **Painel de Controle:** é a central que comanda todo o sistema, onde são ligados todos os equipamentos responsáveis pela proteção e de onde pode-se fazer o monitoramento da residência, de forma remota.

- Teclado: é onde o usuário faz o controle do sistema, ativando ou desativando os alarmes, verificando se alguma zona não está fechada. Ele está apresentado na Figura 10.



Figura 10: Exemplo de teclado do sistema de alarme.

Fonte: [www.guiadoinstalador.blogspot.com](http://www.guiadoinstalador.blogspot.com)

- Sensor de infravermelho: é o equipamento que detecta o movimento de fontes de calor, ou seja, a presença de alguma pessoa ou animal, e envia essa informação para a central. Ele está apresentado na Figura 11.



Figura 11: Exemplo de sensor de infravermelho do sistema de alarme.

Fonte: [www.powertech.mercadoshops.com.br](http://www.powertech.mercadoshops.com.br)

- Sensor magnético: é um sensor utilizado para detectar a abertura ou fechamento de portas ou janelas, sendo que esta informação é enviada para a central. Este sensor é apresentado na Figura 12.



Figura 12: Exemplo de sensor magnético do sistema de alarme.

Fonte: [www.blackoutmonitoramento.com.br](http://www.blackoutmonitoramento.com.br)

### 3.8 Biometria

O sistema de biometria é responsável pela verificação da identidade do usuário que está acessando o sistema. Este sistema identifica uma característica única do indivíduo, como a impressão digital ou a íris.

Primeiro a pessoa necessita cadastrar a característica requisitada. O sistema detecta a informação única nesta característica e armazena. Após este cadastro pode-se acessar o sistema de duas maneiras. No primeiro método, o usuário se identifica e o sistema compara os dados desse usuário com os da pessoa informada. No segundo método a pessoa insere o dado e o sistema busca no seu banco de dados as informações que conferem com os dados da biometria de entrada.

A informação biométrica mais utilizada é a impressão digital, por ser a tecnologia mais dominada. Os sistemas de reconhecimento de impressão digital são muito acessíveis atualmente, e é um método de fácil reconhecimento, sendo necessário apenas o toque de um dedo.

Um exemplo de aplicação da biometria é apresentado na Figura 13.



Figura 13: Exemplo de Fechadura biométrica por impressão digital.

Fonte: [www.maisconstrucao.com.br](http://www.maisconstrucao.com.br)

## **4 PROJETO DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL**

Para o projeto de um sistema de automação residencial têm que ser considerados os equipamentos necessários, os serviços a serem executados, as normas e regras para a instalação, com o objetivo de um bom funcionamento, a durabilidade e a segurança do sistema para resistir à grande flexibilidade de operações de automação.

Primeiramente, deve-se pesquisar as necessidades do usuário em relação aos serviços que podem ser oferecidos pelos sistemas de automação residencial. Analisando a planta da casa, pode-se analisar as características que serão necessárias para o projeto de instalação elétrica integrado. Após este procedimento, deve-se fazer uma análise detalhada da segurança dos serviços selecionados, flexibilidade do sistema, facilidade de atualização, entre outros, para uma seleção correta de todos os serviços e equipamentos.

Ao ter definido as necessidades do usuário em relação à domótica, utilizando todo o conhecimento da tecnologia existente, passa-se para a fase de execução do projeto integrado, onde se define todos os sistemas a serem utilizados: segurança, áudio e vídeo, automação, projeto elétrico complementar. Cada sistema é projetado separadamente, porém eles são integrados em um único projeto.

Um fator que deve ser levando em consideração é a o planejamento do cabeamento, muito importante para uma boa distribuição dos cabos, possibilitando o controle, automação e transmissão de sinais no interior da residência.

Abaixo são mostrados alguns pontos utilizados para o planejamento correto do cabeamento estruturado:

- Selecionar os equipamentos que serão utilizados na instalação;
- Analisar todos os tipos de planta da residência, para saber a localização de eletrodutos, tubulações, vigas, pilares, e fazer uma análise das localizações possíveis dos cabos para um bom desempenho do sistema;
- Projetar a localização do cabeamento para controle do sistema. Levar em consideração a facilidade para manutenção, a segurança dos cabes e uma expansão posterior do sistema;
- Prever a localização de cada tomada utilizada pelos equipamentos em cada ambiente da residência.

Para um funcionamento correto do sistema de automação residencial projetado e para que todos os parâmetros sejam atendidos, é necessária a presença de um profissional que acompanhe todas as etapas dessa instalação, desde o planejamento, o projeto e a implementação do sistema, sempre auxiliando e solucionando problemas encontrados. Este profissional é o Integrador de Sistemas Residenciais.

Este profissional começa a atuar junto ao cliente desde o levantamento das necessidades deste, estando presente na execução do projeto, sugerindo mudanças quando necessário, auxiliando na contratação dos servidores e na compra dos equipamentos, supervisionando a instalação dos sistemas selecionados, programando o controlador e realizando testes no sistema para garantir o funcionamento. Ele pode oferecer treinamento específico para o cliente utilizar plenamente os serviços oferecidos.

#### **4.1 Exemplificando o Projeto**

A seguir é apresentado um exemplo do que poderia ser uma aplicação da automação residencial. Foi utilizada como exemplo uma residência composta de dois pavimentos.

##### **4.1.1 Automação utilizada no Pavimento Superior**

No pavimento superior, em todos os quartos são instalados pulsadores para o acionamento de alarmes e luzes. Eles também são equipados com som ambiente, controlado por controle remoto.

Na circulação do pavimento superior foi feito um acionamento das luzes por sensor de presença. Também possui uma tomada de sucção interligada ao sistema de aspiração central, localizada no pavimento térreo.

Todas as cortinas são controladas remotamente. São utilizados sensores infravermelhos e magnéticos para o sistema de alarme.

##### **4.1.2 Automação utilizada no Térreo**

No pavimento térreo existe o monitoramento por câmeras distribuídas pelo terreno da casa, e este monitoramento é visualizado por um circuito interno de TV, e pela internet pela empresa de segurança.

As cortinas também são controladas remotamente no pavimento térreo, e existem tomadas de sucção distribuídas, conectadas no sistema de aspiração central. Nas portas, o controle é feito por leitores biométricos, controlando a abertura e o fechamento por leitura da digital do usuário.

O som ambiente da casa é controlado por um *Home Theater* presente na sala de estar. A iluminação da sala também pode ser controlada, tornando o ambiente agradável para cada atividade realizada pelo usuário.

Os equipamentos são integrados aos módulos do controle central. Como a instalação é feita através de módulos, o sistema pode ser ampliado sem grandes dificuldades, basta acrescentar outros módulos para suportar os equipamentos e realizar a programação necessária. Porém, no planejamento da instalação devem ser considerados estas ampliações para facilitar a implantação dos novos sistemas de automação.

## **5 PROJETO DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL**

A partir de uma planta da casa, como exemplo a do ANEXO A, foi projetada a instalação elétrica de uma residência com um sistema de automação simples.

O número de equipamentos e processos relacionados à automação residencial é enorme, com inúmeras combinações para produzir o serviço desejado para maior conforto do usuário ou uma melhor eficiência energética. Foram selecionados equipamentos que podem ser integrados e controlados, criando um sistema simples de automação residencial.

### **5.1 Escolha da planta**

Para a realização do projeto foi escolhida uma planta de uma residência dois pavimentos, a ser construída na cidade de Suzano, no endereço Rua K, número 01, Condomínio Jardim Altos de Suzano (ANEXO A).

A casa possui uma garagem coberta, uma sala de estar, um lavabo, uma cozinha, uma despensa e uma área de serviço no pavimento térreo. No pavimento superior a residência possui uma suíte com closet e banheiro, dois dormitórios e mais um banheiro.

A planta foi utilizada para o levantamento de cargas de iluminação e tomadas, dimensionamento de condutores, escolha dos dispositivos de proteção e definição do padrão de entrada.

### **5.2 Seleção dos equipamentos para a automação residencial**

Os equipamentos selecionados para o projeto da instalação elétrica de uma residência automatizada foram escolhidos com o objetivo de mostrar um sistema simples que pode ser controlado e integrado para realizar a automação residencial.

Os sistemas escolhidos para o projeto de automatização foram: Sistema de iluminação, persianas motorizadas, ar condicionado, detector de fumaça, som ambiente e portão eletrônico. Esses sistemas podem ser integrados e controlados, além da possibilidade da adição de outros sistemas para ampliar a atuação da automação residencial, proporcionando uma maior comodidade para as pessoas que utilizarem essa casa.

A automação residencial é controlada por um sistema IHC (*Intelligent Home Control*), que recebe os sinais de entrada de cada sistema, processa e envia um sinal de saída para



controlar um sistema de automação. O funcionamento desse sistema será abordado posteriormente.

### 5.2.1 Sistema de iluminação

Para a iluminação são selecionados equipamentos para acionamento automático das luzes e para a *dimerização* destas, ou seja, para ajustar a luminosidade das lâmpadas.

Nos corredores dos pavimentos superior e inferior e na garagem será utilizado um interruptor automático por presença que possui uma fotocélula embutida. Esse interruptor aciona a lâmpada determinada ao detectar a presença de alguma pessoa ou animal, e esta lâmpada continua acesa por um tempo programado. Além disso, este interruptor possui uma fotocélula com regulagem, que permite que a lâmpada seja acesa após certo grau de luminosidade, também sendo programado.

Nos outros ambientes são utilizados variadores de luminosidade (*dimmers*), que podem controlar o grau de luminosidade da lâmpada desejada, com o objetivo de criar um ambiente com iluminação adequada (ex: para assistir um filme) e para um melhor aproveitamento energético.

Os equipamentos utilizados estão apresentados no Quadro 1:

Quadro 1: Marca e modelos de equipamentos utilizados para o sistema de iluminação.

Interruptor	Marca	Modelo
Interruptor automático por presença 90 a 230 v	Schneider	Lunare PRM45230
Variador de luminosidade digital ( <i>dimmer</i> )	Schneider	Móderna PRM56391

### 5.2.2 Persianas motorizadas

Nos dormitórios e na sala de estar, foi selecionadas persianas motorizadas, que abrem e fecham a partir de um motor. Para o acionamento desse motor, é utilizado um controle remoto infravermelho para controlar o fechamento e a abertura dessa janela. Para cada ambiente é necessário um controle remoto e um receptor infravermelho.

Os equipamentos utilizados estão apresentados no quadro 2:

Quadro 2: Marca e modelos de equipamentos utilizados para as persianas motorizadas.

Equipamento	Marca	Modelo	Potência
Motor para Persiana	Emteco	EM 50 B 20/19	162 W
Transmissor infravermelho	Schneider	PRM120B1035	-
Receptor infravermelho	Schneider	Lunare PRM 042031	-

### 5.2.3 Sistema de ar condicionado

Para o sistema de ar condicionado, foi selecionado um ar condicionado do tipo *multi split*.

O ar condicionado *multi split* possui apenas uma condensadora e duas ou mais evaporadoras. No caso desta instalação, foi utilizado um ar condicionado *quadri split*, com quatro evaporadoras, uma na sala de estar e uma em cada dormitório. Cada evaporadora é controlada por um controle remoto individual. O equipamento utilizado é apresentado no Quadro 3:

Quadro 3: Marca, modelo e potência do ar condicionado selecionado.

Equipamento	Marca	Modelo	Potência
Ar condicionado <i>multi split</i>	Toshiba	Inverter Multi System	Condensadora: 2900 W Vaporizadora: 690 W

### 5.2.4 Detector de fumaça

Para o sistema de detecção de fumaça, existem dois sensores localizados um na cozinha e um no corredor do pavimento superior.

O sistema de controle e automação de alerta do detector de fumaça será abordado posteriormente. O equipamento utilizado para a detecção de fumaça está apresentado no Quadro 4:

Quadro 4: Marca, modelo do detector de fumaça.

Equipamento	Marca	Modelo
Detector de fumaça	Schneider	PRM56121D

### 5.2.5 Sistema de som ambiente

São distribuídas pela casa caixas de som pelos cômodos, com a central de som na sala de estar no pavimento térreo.

São utilizados neste sistema de som um amplificador de cinco canais estéreos, dez caixas de som, sendo duas caixas na sala de estar, duas na cozinha e duas em cada dormitório e reguladores de volume de som, para o controle do volume em cada ambiente. A entrada de som desse sistema pode ser escolhida pelo usuário do sistema. Os equipamentos selecionados são apresentados no Quadro 5:

Quadro 5: Marca, modelo e potência dos equipamentos de som selecionados.

Equipamento	Marca	Modelo	Potência
Amplificador multi canais	NCA	PW500st	5x60 W
Caixa de som	-	Caixa cubo CP20 Branca	20 W
Regulador de volume de som	Bosch	LBC 1410/10	-

### 5.2.6 Portão eletrônico

Para o portão eletrônico serão instalados um receptor de sinal de controle remoto e um motor para a abertura do portão. O acionamento do portão será através do controle remoto. Os equipamento selecionados para o portão eletrônico serão apresentados no Quadro 6:

Quadro 6: Marca, modelo e potência dos equipamentos do portão eletrônico selecionados.

Equipamento	Marca	Modelo	Potência
Motor	WEG	¼ HP	184 W
Placa Central	Rossi	MXHCS	-

### 5.3 Projeto da instalação elétrica

O projeto da instalação elétrica da residência selecionada será constituído pelo levantamento de cargas de iluminação, tomadas de uso geral e tomadas de uso específico, cálculo da demanda, divisão dos circuitos, dimensionamento dos condutores, divisão dos circuitos em fases, seleção dos dispositivos de proteção e determinação do padrão de entrada.

#### 5.3.1 Levantamento das cargas de iluminação

Antes de fazer o levantamento de cargas, é necessário o levantamento das áreas e perímetros dos ambientes da casa. Esse levantamento é feito através da planta baixa. As áreas e perímetros dos ambientes estão apresentados na Tabela 1:

Tabela 1: Áreas e perímetros dos ambientes da residência.

<b>TABELA DE ÁREAS E PERÍMETROS</b>		
<b>AMBIENTE</b>	<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>PERÍMETRO (m)</b>
<b>PAVIMENTO TÉRREO</b>		
Garagem Coberta	39,27	28,28
Sala de Estar	33,68	25,93
Banheiro Térreo	5,33	10,10
Cozinha	18,80	17,40
Despensa	3,70	7,70
Área de Serviço	4,72	8,80
<b>PAVIMENTO SUPERIOR</b>		
Suíte	32,97	27,10
Closet	10,73	10,30
Banheiro Suíte	9,94	12,70
Varanda	9,30	9,20
Corredor Superior	5,80	13,60
Dormitório 1	10,65	13,10
Dormitório 2	13,40	17,10
Banheiro Superior	5,33	10,10
<b>TOTAL</b>	<b>203,62</b>	<b>211,41</b>

Após verificar as áreas e perímetros dos ambientes, pode-se fazer o levantamentos das cargas. Para as cargas de iluminação, seguindo a norma ABNT NBR 5410 (2004), temos as seguintes recomendações:

- 100 VA para os primeiros 6 m<sup>2</sup>;
- 60 VA para cada acréscimo de 4 m<sup>2</sup>.

As cargas de iluminação por ambientes estão representada na Tabela 2:

Tabela 2: Levantamento das cargas de iluminação por ambientes.

<b>ILUMINAÇÃO</b>			
<b>AMBIENTE</b>	<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>POTÊNCIA (VA)</b>	<b>PONTOS</b>
<b>PAVIMENTO TÉRREO</b>			
Garagem Coberta	39,27	420	4
Sala de Estar	33,68	340	3
Banheiro Térreo	5,33	100	1
Cozinha	18,80	280	2
Despensa	3,70	100	1
Área de Serviço	4,72	100	1
<b>PAVIMENTO SUPERIOR</b>			
Suíte	32,97	340	3
Closet	10,73	160	1
Banheiro Suíte	9,94	100	1
Varanda	9,30	100	1
Corredor Superior	5,80	100	1
Dormitório 1	10,65	160	1
Dormitório 2	13,40	160	1
Banheiro Superior	5,33	100	1
<b>TOTAL</b>	<b>203,62</b>	<b>2560</b>	<b>22</b>

### 5.3.2 Levantamento de cargas de tomadas de uso geral (TUG's)

As tomadas de uso geral são aquelas que não são utilizadas para nenhum equipamento específico, são utilizadas para aparelhos móveis. Para o levantamento das cargas das TUG's, utilizamos as recomendações da norma ABNT NBR 5410 (2004):

- Para cozinha e área de serviço, para qualquer área, uma tomada para cada 3,5 m de perímetro. 600 VA para as três primeiras tomadas e 100 VA para as demais;
- Para banheiro, para qualquer área, uma tomada de 600 VA junto a pia;
- Para garagem e varanda, para qualquer área, uma tomada de 100 VA;

- Para salas, quartos e demais dependências, se a área for menor ou igual a 6 m<sup>2</sup>, uma tomada de 100 VA, se a área for maior que 6 m<sup>2</sup>, uma tomada de 100 VA para cada 5 m de perímetro.

As cargas das tomadas de uso geral por ambientes estão representadas na Tabela 3:

Tabela 3: Levantamento das cargas de tomadas de uso geral por ambientes.

<b>TOMADAS (TUG)</b>				
<b>AMBIENTE</b>	<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>PERÍMETRO (m)</b>	<b>Nº TUG</b>	<b>POTÊNCIA TUG</b>
<b>PAVIMENTO TÉRREO</b>				
Garagem Coberta	39,27	28,28	1	100
Sala de Estar	33,68	25,93	6	600
Banheiro Térreo	5,33	10,10	1	600
Cozinha	18,80	17,40	5	2000
Despensa	3,70	7,70	1	100
Área de Serviço	4,72	8,80	1	600
<b>PAVIMENTO SUPERIOR</b>				
Suíte	32,97	27,10	6	600
Varanda	9,30	9,20	1	100
Closet	10,73	10,30	3	300
Banheiro Suíte	9,94	12,70	1	600
Corredor Superior	5,80	13,60	1	100
Dormitório 1	10,65	13,10	3	300
Dormitório 2	13,40	17,10	4	400
Banheiro Superior	5,33	10,10	1	600
<b>TOTAL</b>	<b>203,62</b>	<b>211,41</b>	<b>35</b>	<b>7000</b>

### 5.3.3 Levantamento de cargas de tomadas de uso específico (TUE's)

As tomadas de uso específico são aquelas que são utilizadas para a ligação de equipamentos fixos. As potências dessas tomadas são dadas pelas potências nominais dos equipamentos. Os equipamentos que utilizam as TUE's estão apresentados no Quadro 7:

Quadro 7: Cargas dos equipamentos ligados nas tomadas de uso específico.

Equipamento	Marca	Modelo	Ambiente instalado	Potência
Micro-ondas	Eletrolux	23 litros MEF33	Cozinha	800 W
Chuveiro Elétrico	Corona	Turboduchas	Banheiro suíte, Banheiro superior	5500 W
Lavadora de roupa	Brastemp	Ative! 11 Kg	Área de serviço	880 W
Secadora de roupa	Brastemp	Ative! Piso	Área de serviço	2000 W
Ar condicionado <i>multi split</i>	Toshiba	Inverter Multi System	Condensadora na parte externa da sala e Vaporizadora na sala de estar e uma em cada dormitório	Condensadora: 2900 W Vaporizadora: 690 W
Amplificador multi canais	NCA	PW500st	Sala de estar	5x60 W
Motor	WEG	¼ HP	Garagem	184 W
Motor para persianas	Emteco	EM 50 B 20/19	Sala de estar e uma em cada dormitório	4x162 W

### 5.3.4 Determinação da demanda elétrica

Para se determinar a demanda elétrica, em Watts, de uma instalação, deve-se seguir a fórmula:

$$D = \{[(S_{ilum} \times FP_{ilum}) + (S_{TUG} \times FP_{TUG})] \times d\} + \sum (S_{TUE} \times FP_{TUE} \times d) \quad (1)$$

Onde: S é a potência total, em VA, FP é o fator de potência e d é o fator de demanda.

O fator de demanda para as cargas de iluminação e tomadas de uso geral é dado pela Tabela 4:

Tabela 4: Fatores de demanda em relação à carga instalada.

Potência Instalada de Iluminação e T.U.G (kW)	Fator de Demanda
Até 1	0,86
Acima de 1 a 2	0,75
Acima de 2 a 3	0,66
Acima de 3 a 4	0,59
Acima de 4 a 5	0,52
Acima de 5 a 6	0,45
Acima de 6 a 7	0,40
Acima de 7 a 8	0,35
Acima de 8 a 9	0,31
Acima de 9 a 10	0,27
Acima de 10	0,24

Os fatores de demanda para as cargas de tomadas de uso específico são dados pela Tabela 5:

Tabela 5: Fatores de demanda para aparelhos específicos.

Números de Aparelhos	Chuveiro, Torneira Elétrica, Aquecedor Individual e de Passagem	Máquina de Lavar Louça, Aquecedor Central de Passagem	Fogão Elétrico, Forno Microondas	Hidromassagem
01	1,00	1,00	1,00	1,00
02	0,68	0,72	0,60	0,56
03	0,56	0,62	0,48	0,47
04	0,48	0,57	0,40	0,39

Para as tomadas de uso geral, foi adotado um fator de potência de 0,80.

#### 5.3.4.1 Demanda elétrica individuais dos pavimentos

Para determinar posteriormente a proteção dos quadros de distribuição de cada pavimento, foi determinada a demanda elétrica de cada pavimento.

Através da fórmula (1), dos fatores de demanda dados pelas Tabelas 4 e 5, as demandas parciais são:

- Demanda do pavimento térreo: 10762,80 W
- Demanda do pavimento superior: 10521,60 W



#### 5.3.4.2 Demanda elétrica total

Através da fórmula (1), dos fatores de demanda dados pelas Tabelas 4 e 5, a demanda total é:

Demanda total: 19046 W

#### 5.3.5 Divisão de circuitos

De acordo com a ABNT NBR 5410 (2004), os circuitos de iluminação e tomadas devem ser separados. Se um equipamento possuir uma corrente maior que 10 A, este equipamento deve ter um circuito próprio. Em circuitos destinados as tomadas de uso geral, a corrente destes deve ser compatível com condutores de 2,5 mm<sup>2</sup>, para fácil instalação das tomadas.

Sendo assim os circuitos foram divididos e apresentados a seguir:

- Circuito 1: Iluminação da Garagem, Sala de estar, Banheiro térreo, Cozinha, Despensa, Área de serviço;
- Circuito 2: Iluminação da Varanda, Suíte, Closet, Banheiro da suíte, Corredor superior, Banheiro superior, Dormitório 1 e Dormitório 2;
- Circuito 3: TUG's da Sala de estar, Banheiro térreo, Garagem e Motor do portão;
- Circuito 4: TUG's da Cozinha;
- Circuito 5: TUG's da Despensa e Área de serviço;
- Circuito 6: TUG's da Varanda, Suíte, Closet, Banheiro da suíte;
- Circuito 7: TUG's do Corredor Superior, Banheiro superior, Dormitório 1 e Dormitório 2;
- Circuito 8: TUE da Máquina de lavar;
- Circuito 9: TUE's da Secadora de roupas e do Micro-ondas;
- Circuito 10: TUE do Chuveiro do Banheiro da suíte;
- Circuito 11: TUE do Chuveiro do Banheiro superior;
- Circuito 12: TUE da Condensadora do Ar condicionado;
- Circuito 13: TUE das Vaporizadoras do Ar condicionado da sala de estar e da suíte;

- Circuito 14: TUE das Vaporizadoras do Ar condicionado do Dormitório 1 e do Dormitório 2;
- Circuito 15: TUE dos motores das Persianas na Sala de estar e nos Dormitórios.

### 5.3.6 Dimensionamento dos condutores

Após a divisão dos circuitos, o dimensionamento dos condutores deve ser determinado pelo método da capacidade de corrente e pelo método da perda de tensão. Como as distâncias não excedem 20 metros neste projeto, podemos desconsiderar o método da perda de tensão e levar em consideração apenas o critério da capacidade de corrente.

A corrente do circuito ( $I_b$ ) é determinada através da divisão da potência total pela tensão deste circuito. Mas para determinar a corrente a ser utilizada para determinar a secção do condutor ( $I_b'$ ), são utilizados fatores de correção. O primeiro fator ( $f_1$ ) é o fator de correção de temperatura, adotado para 30°C, ele equivale a 1,00. O segundo fator ( $f_2$ ) é o fator de correção para agrupamento de circuitos. No caso dos circuitos dos chuveiros e dos ar condicionados seguem dois circuitos por eletroduto (0,80) e os demais circuitos seguem três circuitos por eletroduto (0,70). A corrente  $I_b'$  é dada por:

$$I_b' = \frac{I_b}{(f_1 \cdot f_2)} \quad (2)$$

Através de tabela fornecida pela ABNT NBR 5410 (2004), e adotando o método de referência de instalação B1, são apresentados os dimensionamentos dos condutores dos circuitos na Tabela 6:

Tabela 6: Potências e correntes dos circuitos e secções nominais dos condutores.

DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES							
CIRCUITO	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (VA)	I <sub>b</sub> (A)	FATORES DE CORREÇÃO		I <sub>b</sub> ' (A)	SECÇÃO (mm <sup>2</sup> )
				f1	f2		
1	127	1340	10,55	1	0,7	15,07	1,5
2	127	1220	9,61	1	0,7	13,72	1,5
3	127	1845	14,53	1	0,7	20,76	2,5
4	127	2000	15,75	1	0,7	22,50	2,5
5	127	700	5,51	1	0,7	7,87	2,5
6	127	1600	12,60	1	0,7	18,00	2,5
7	127	1400	11,02	1	0,7	15,75	2,5
8	127	2000	15,75	1	0,7	22,50	2,5
9	127	1680	13,23	1	0,7	18,90	2,5
10	220	5500	25,00	1	0,8	31,25	4
11	220	5500	25,00	1	0,8	31,25	4
12	220	3152,2	14,33	1	0,8	17,91	2,5
13	220	1380,0	6,27	1	0,8	7,84	2,5
14	220	1380,0	6,27	1	0,8	7,84	2,5
15	127	864,0	6,80	1	0,7	9,72	2,5

### 5.3.7 Divisão dos circuitos na fases

A divisão das cargas entre fases é necessária para ocorrer um equilíbrio na utilização dos condutores, evitando assim uma sobrecarga em um dos condutores. Uma divisão possível dos condutores está demonstrada na Tabela 7:

Tabela 7: Divisão de cargas na fases.

CIRCUITO	POTÊNCIA (VA)		
	F1-N	F2-N	F1-F2
1	1340		
2	1220		
3	1845		
4		2000	
5	700		
6		1600	
7	1400		
8		2000	
9		1680	
10			5500
11			5500
12			3152,2
13			1380
14			1380
15	864		
<b>TOTAL</b>	<b>7369</b>	<b>7280</b>	<b>16912,2</b>

### 5.3.8 Seleção dos dispositivos de proteção

Para cada circuito é selecionado um disjuntor eletromagnético para a proteção do mesmo. Para cada quadro é selecionado um interruptor diferencial residual (DR). Após a seleção destes, é possível determinar a proteção no quadro de entrada, para todo o circuito.

Para determinar o disjuntor correto para cada circuito, é utilizadas correntes diferentes. Primeiramente é utilizada a corrente  $I_z$ , que é a corrente máxima suportada pelos condutores dimensionados para cada circuito. Assim selecionamos o disjuntor com corrente nominal entre a corrente  $I_b$  e a corrente  $I_z$ . Esta corrente nominal foi selecionada através do catalogo de disjuntores da Siemens. Após esta seleção, determinamos a corrente  $I_2$ , que segundo a norma ABNT NBR 5361 é igual a 1,35 vezes a corrente nominal do disjuntor selecionado. Para determinar se a seleção da proteção foi correta, é usado um método de conferência, sendo que a corrente  $I_2$  deve ser menor do que 1,45 vezes a corrente  $I_z$ .

Levando em conta estas determinações, é apresentado na Tabela 8 as seleções dos disjuntores para cada circuito:

Tabela 8: Seleção dos disjuntores para cada circuito.

CIRCUITO	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	1,45*I <sub>z</sub> (A)
1	10,55	17,5	16	21,60	25,38
2	9,61	17,5	16	21,60	25,38
3	14,53	24	16	21,60	34,80
4	15,75	24	20	27,00	34,80
5	5,51	24	16	21,60	34,80
6	12,60	24	16	21,60	34,80
7	11,02	24	16	21,60	34,80
8	15,75	24	20	27,00	34,80
9	13,23	24	16	21,60	34,80
10	25,00	32	32	43,20	46,40
11	25,00	32	32	43,20	46,40
12	14,33	24	20	27,00	34,80
13	6,27	24	16	21,60	34,80
14	6,27	24	16	21,60	34,80
15	6,80	24	16	21,60	34,80

Para a seleção dos interruptores diferenciais residuais, são utilizadas as demandas elétricas individuais de cada quadro. Para determinar as correntes dos quadros, utiliza-se a Fórmula (3):

$$I_B = \frac{D}{U_N \cdot FP} \quad (3)$$

Onde D é a demanda elétrica em W, U<sub>N</sub> é a tensão nominal do sistema e FP é o fator de potência do sistema.

Para isso adota-se o fator de potência igual a 0,80. A tensão nominal é a tensão das duas fases, 220 V.

Sendo assim, utilizando as demandas individuais já determinadas na Fórmula (3), tem-se as correntes nos dois quadros de distribuição:

- I<sub>b</sub> do pavimento térreo é 61,15 A.
- I<sub>b</sub> do pavimento superior é 59,78 A.

Através destas correntes e do catálogo de disjuntores da Siemens, são determinadas as correntes nominais do DR, sendo maior do que as correntes individuais:

- Interruptor diferencial residual do pavimento térreo é de 63 A.
- Interruptor diferencial residual do pavimento superior é de 63 A.

### 5.3.9 Determinação do padrão de entrada

A entrada de energia segue normas de cada concessionária. Neste projeto foi utilizado o padrão de entrada de energia da Bandeirante para ligação de unidade consumidora individual em tensão secundária de distribuição (PB01). Através da Fórmula (3) e da demanda elétrica total já determinada, podemos chegar à corrente total da instalação, considerando o fator de potência de 0,80.

Ib total da instalação é 108,22 A.

Através desta corrente total do sistema, pode-se determinar o padrão de entrada da residência, apresentado na Tabela 9:

Tabela 9: Padrão de entrada da instalação.

<b>PADRÃO DE ENTRADA</b>	
Categoria de atendimento	D5
Proteção da entrada principal	125 A
Tipo do fornecimento	2 FASES + NEUTRO
Medição	DIRETA
Condutores de entrada	50 mm <sup>2</sup> FLEXÍVEL
Tipo de caixa	III OU V
Eletrodutos de entrada	PVC 60 mm ou Aço 50 mm
Aterramento (Condutor)	25 mm <sup>2</sup>
Aterramento (Eletroduto)	PVC 20 mm ou Aço 15 mm
Poste	Concreto 200 daN
Maior Motor	3 cv

## 6 SISTEMA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO DA INSTALAÇÃO PROPOSTA

O sistema escolhido para implementar a automação e o controle da instalação é a linha IHC (*Intelligent Home Control*), da Schneider Electric.

O IHC é um sistema de automação residencial moderno, que proporciona ao usuário conforto e eficiência energética através de uma central de automação. A utilização desse sistema é simples, através de interruptores, controles remotos ou mesmo sensores automáticos. A instalação também pode ser facilmente realizada, e se torna mais fácil se projetada juntamente com o projeto elétrico da residência.

O funcionamento do IHC se dá através de entradas e saídas, sendo que o controlador recebe os comandos de entrada e controla os acionamentos das saídas. As entradas e saídas são conectadas a módulos, e cada um desses módulos é ligado ao controlador. O Controlador é programado através de um PC para processar as entradas e apresentar as saídas conforme as necessidades do usuário.

As entradas podem ser controladas remotamente, através de telefones ou até mesmo da internet. O sistema IHC é flexível, pois podem ser adicionados novos módulos ou até mesmo alterar e ampliar a programação a qualquer momento, mesmo com o sistema já em andamento.

No projeto apresentado é utilizado o IHC para controlar o sistema de iluminação, as persianas motorizadas e o detector de fumaça. O sistema de ar condicionado e o portão eletrônico possuem um sistema de controle remoto próprio. Neste sistema IHC é utilizado um controlador, mostrado na Figura 14, módulos de entradas de 230 V, apresentados na Figura 15, transmissores e receptores infravermelho, apresentados na Figura 16, módulos de saídas de 230 V e 24 V, apresentados nas Figuras 17 e 18, módulos *dimmers*, apresentado na Figura 19 e um modem, apresentado na Figura 20. A programação para realizar o controle das entradas e saídas não será abordada neste trabalho.

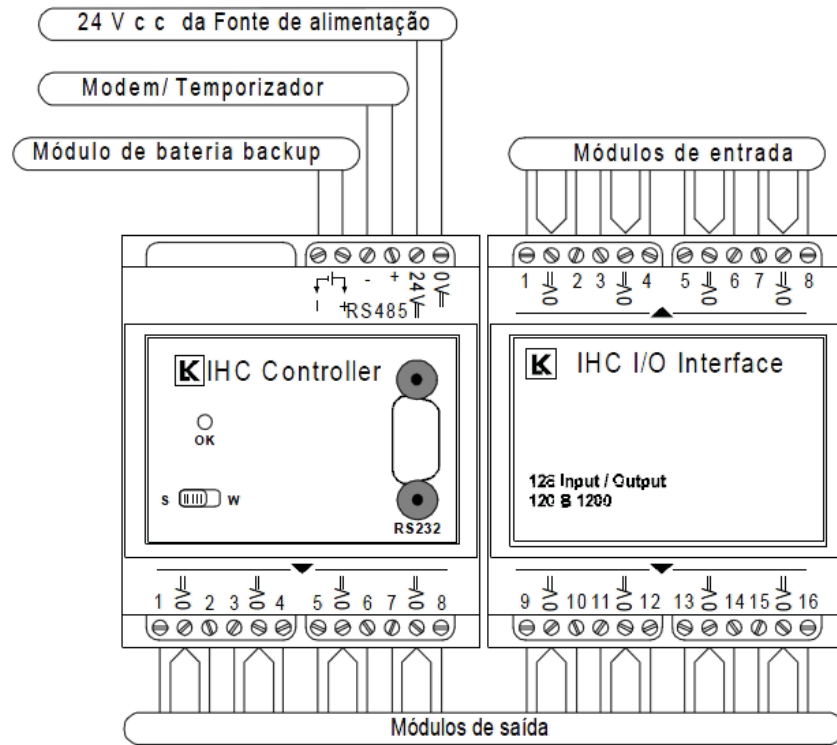


Figura 14: Controlador IHC.

Fonte: Manual IHC.

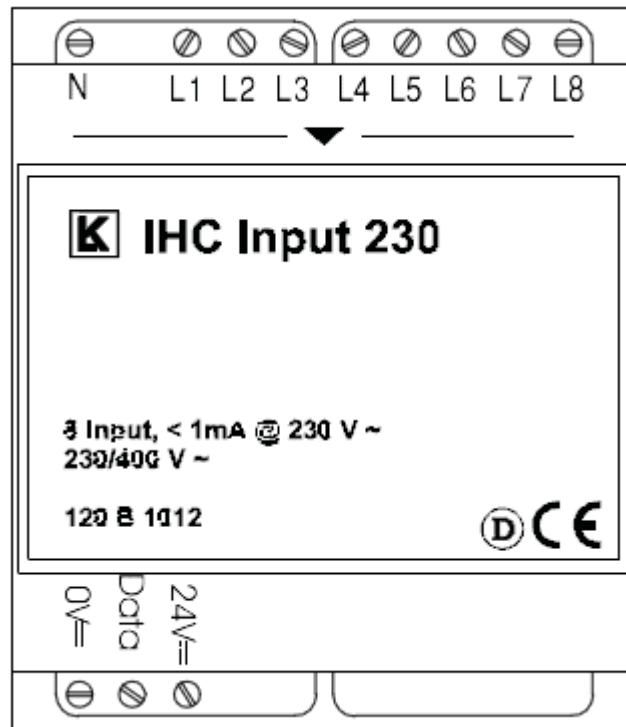


Figura 15: Módulo de entrada IHC de 230 V.

Fonte: Manual IHC.



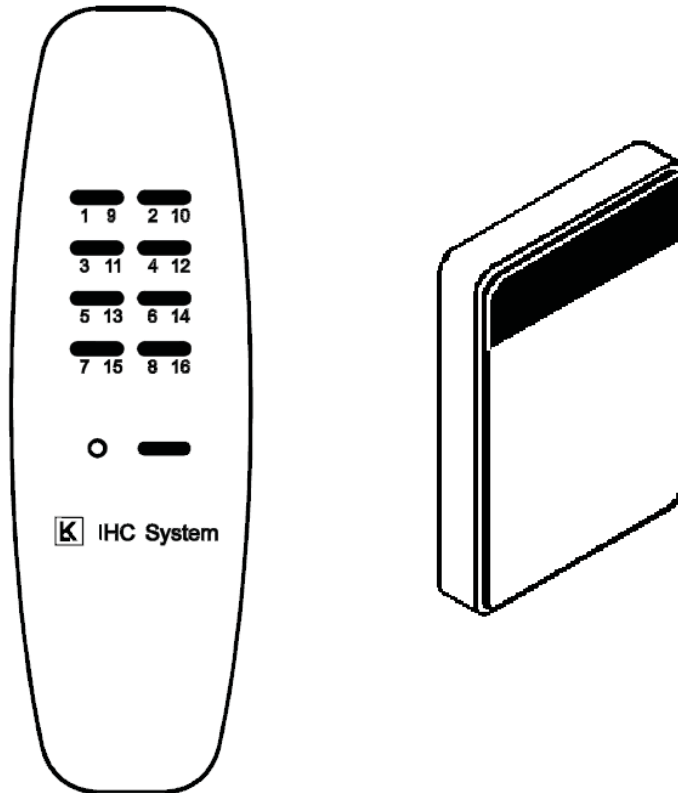


Figura 16: Transmissores e Receptores infravermelho de 16 canais.

Fonte: Manual IHC.

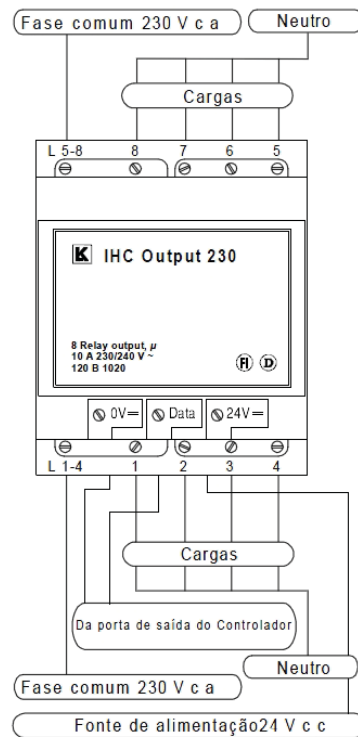


Figura 17: Módulo de saída IHC de 230 V.

Fonte: Manual IHC.

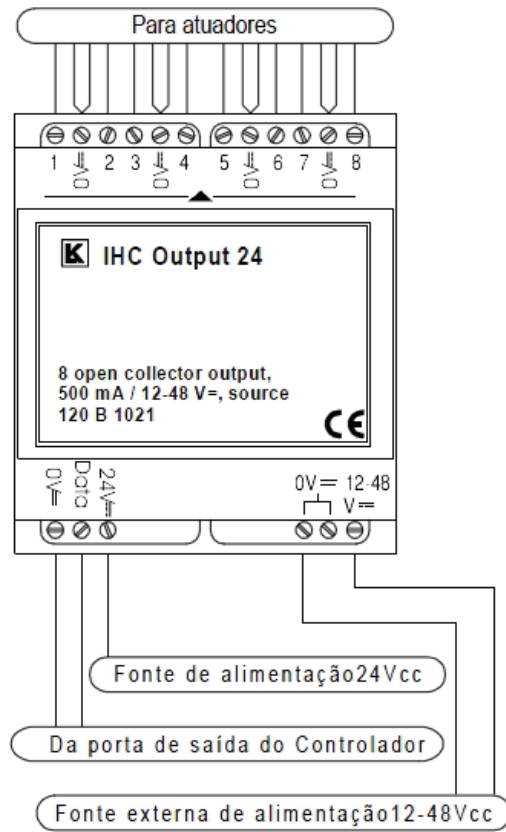


Figura 18: Módulo de saída IHC de 24 V.

Fonte: Manual IHC.

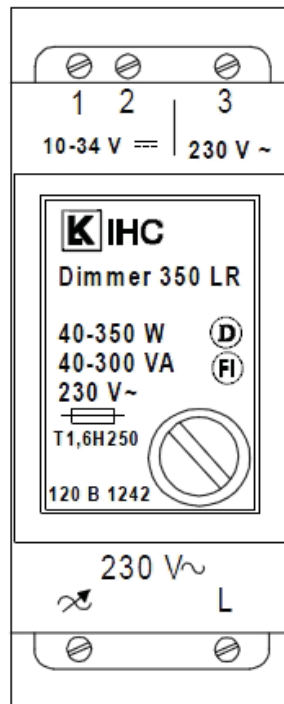


Figura 19: Módulo *dimmer*.

Fonte: Manual IHC.

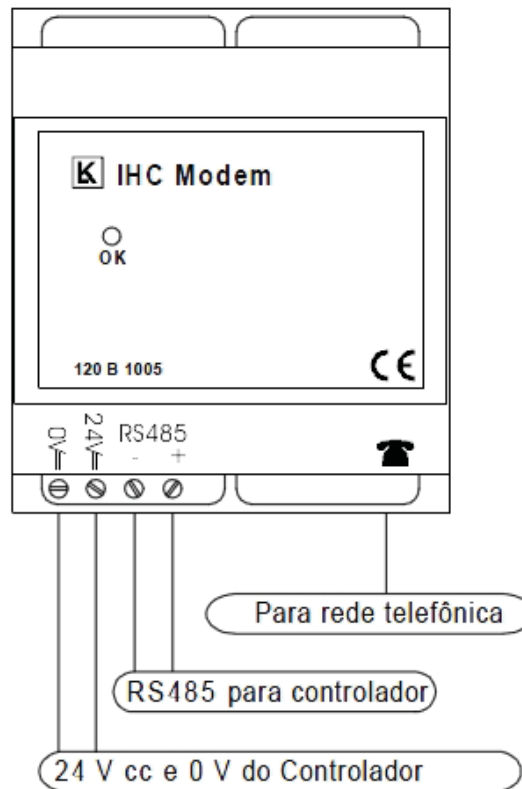


Figura 20: Modem IHC.

Fonte: Manual IHC.

## 6.1 Projeto de iluminação

Para o projeto de iluminação é utilizado três sensores de movimento com sensor de luz embutido, para controlar a iluminação de corredores e na garagem e onze módulos de *dimmers* para controle do nível de luminosidade na sala de estar, no banheiro térreo, na cozinha, na despensa, na área de serviço, na suíte, no closet, no banheiro da suíte, no banheiro superior e nos dormitórios 1 e 2.

Os sensores de movimento com sensor de luz embutido e os interruptores dos *dimmers* são ligados nos módulos de entrada de 230 V, conforme o esquema apresentado na Figura 21.

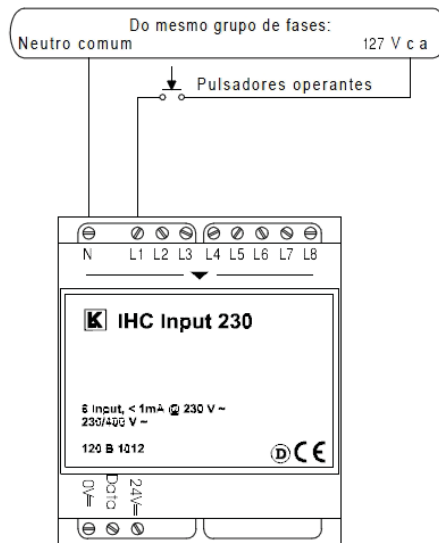


Figura 21: Ligação de pulsadores no módulo de entrada.

Fonte: Manual IHC.

A saída do módulo de entrada é ligada na entrada do controlador.

Para o acionamento das lâmpadas com os sensores de movimento, a ligação do módulo de saída com as lâmpadas é apresentada na Figura 17, onde a carga é a lâmpada. Para a *dimmerização* das luzes, a ligação entre os módulos de saída de 230 V, de 24 V, o *dimmer*, e a lâmpada é apresentada na Figura 22. Os módulos de saída são controlados por uma saída do controlador, conectada na entrada dos módulos.

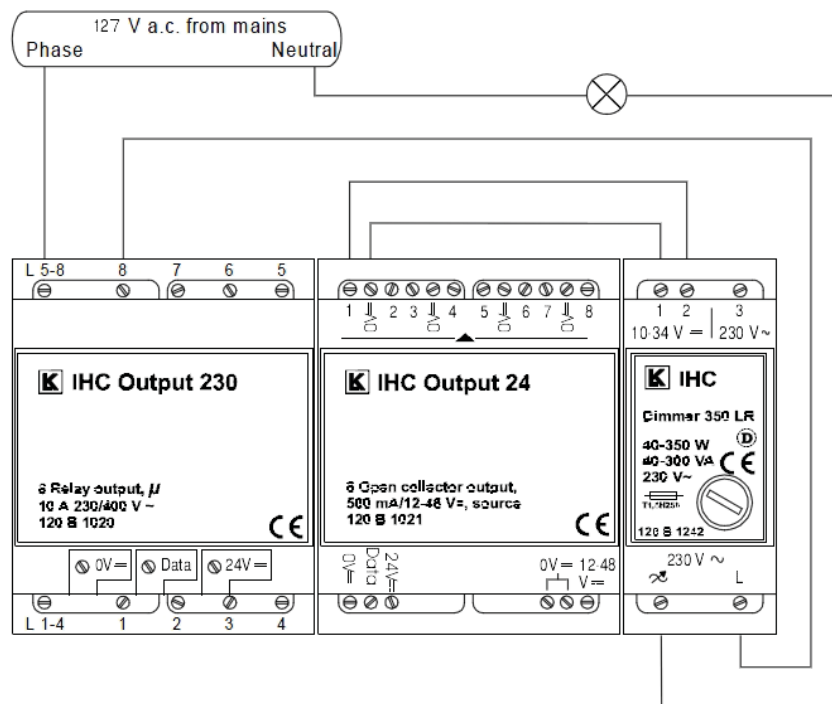


Figura 22: Ligação entre módulos de saída, *dimmer* e lâmpada.

Fonte: Manual IHC.

Como são três sensores de movimento e onze *dimmers*, no total de quatorze dispositivos de entrada, são necessários dois módulos de entrada de 230 V, dois módulos de saída para 230 V, dois módulos de saída para 24 V e onze módulos de *dimmer*.

## 6.2 Projeto da motorização das persianas

São motorizadas as persianas na sala de estar, na suíte e nos dormitórios 1 e 2. Para o controle dos motores, são usados transmissores e receptores infravermelhos para cada motor.

A função de subir a persiana é acionada pela entrada 1 do transmissor, enquanto a função descer é acionada pela entrada 2. Os sinais são transmitidos para o receptor de 16 canais, que é ligado a uma entrada do controlador. As saídas são conectadas a um módulo de saída de 230 V e duas saídas desse módulo são ligadas ao motor, para executar as funções de subir e descer, como apresentado na Figura 17.

Para o controle dos motores das persianas, são utilizados quatro transmissores e quatro receptores infravermelhos e um módulo de saída.

## 6.3 Projeto de detector de fumaça

Para o sistema de detecção de fumaça, são utilizados dois sensores, um na cozinha e outro no corredor no pavimento superior. Em caso de fumaça, o sensor é acionado. Cada sensor é ligado a uma entrada de um módulo de entrada, como apresentado na Figura 21. Quando o controlador recebe a informação de presença de fumaça, ele aciona o modem, que faz uma ligação para até quatro números programados para alertar sobre a fumaça.

Pode ser utilizado o mesmo módulo de entrada para o controle da iluminação.

Para esse sistema de controle foram utilizados um controlador IHC, quatro transmissores e quatro receptores infravermelhos, dois módulos de entrada de 230 V, dois módulos de saída de 230 V, dois módulos de saída de 24 V, onze módulos *dimmer* e um modem.

Para o sistema de som ambiente, o controle e a automação podem ser feitos pelo aparelho ligado ao amplificador central, sendo que este equipamento pode ser de escolha do usuário, sendo possível fazer a substituição deste por outro em qualquer momento.

A integração dos sistemas de automação e controle podem ser feitas posteriormente, assim como a inclusão de outros equipamentos para aumentar a rede de serviços oferecidos pela automação dessa residência.

## 7 CONCLUSÃO

### 7.1 Finalização do estudo

Pode-se perceber que, com o passar dos anos, o surgimento de novas tecnologias, cada vez mais acessíveis e presentes na vida das pessoas, tem influenciado no modo de vida, tornando o dia a dia mais prático, confortável e seguro, tornando a domótica uma realidade.

É possível notar uma evolução rápida em itens que hoje se tornaram indispensáveis para muitos, como por exemplo, a telefonia. Há poucos anos tínhamos acesso apenas a telefonia fixa, no entanto na década de 90, no Brasil, deu-se início a tecnologia dos telefones móveis, inicialmente de alto custo, com poucos recursos e uma realidade apenas para uma pequena parcela da sociedade. Hoje, pouco mais de 10 anos depois, já pode-se contar com aparelhos celulares cada vez mais modernos, com muito mais recursos e mais acessível e hoje grande parte da população brasileira possui aparelho celular.

A evolução tecnológica invadiu a vida dos brasileiros inclusive dentro de suas casas, e o fato é que hoje a automação residencial se tornou uma realidade que proporciona muito mais conforto, segurança e praticidade ao morador, sendo cada vez mais desejada, procurada e aplicada em seu lar.

Há no mercado cada vez mais opções e recursos disponíveis, porém para que estes sejam utilizados, é necessário investir em infraestrutura. Itens básicos e de baixo custo em relação aos equipamentos, como pontos de TV a cabo, internet e telefonia, já podem ser implementados para serem instalados e utilizados a qualquer momento.

O que se vê hoje é o crescimento de empreendimentos que investem em infraestrutura para receber as diversas opções tecnológicas oferecidas: cabeamento para dados, sistema de segurança, controle de iluminação, áudio e vídeo, cortinas automáticas, entre outros. Ao habitar uma residência bem estruturada, o morador, tendo consciência desta estrutura, pode escolher equipamentos de seu interesse de acordo com a sua necessidade e seu poder aquisitivo, aumentando assim a demanda e procura da automação residencial.

Uma casa automatizada proporciona conforto, praticidade, segurança, qualidade de vida e economia para seu usuário. O uso da energia é inteligente, e sistemas para automatização podem ser controlados a distância: a iluminação e ventilação da residência, eletrodomésticos, monitoramento de interiores etc.

Portanto, a tecnologia da automação residencial está em constante crescimento e cada vez mais acessível à população.

## 7.2 Sugestões para trabalhos futuros

Um estudo mais profundo sobre o controle de forma remota dos equipamentos de automação residencial e a integração total entre todos os equipamentos de domótica pode ser importante para o entendimento do quão importante para um maior conforto e eficiência energética pode ser a automação residencial.

Pode-se realizar uma análise de novas tecnologias para tornar uma casa inteligente, como as novas células fotovoltaicas, a utilização de aquecimento solar, a reutilização de água ou mesmo o armazenamento para uso posterior da água de chuva, entre outras tecnologias. Também se pode fazer um estudo dos vários modos de se utilizar uma iluminação, como os tipos de lâmpadas ou mesmo os modos de se acioná-las.

Para a verificação de viabilidade desse tipo de instalação, pode-se realizar o levantamento de custos de todo o sistema.

A análise mais completa de *softwares* e *hardwares* utilizados para controlar e integrar os sistemas de automação pode ser importante para o maior entendimento das complexidades da domótica.



## REFERÊNCIAS

AMERICANAS, Lojas. <<http://www.americanas.com>>. Acessado em: 30/10/2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004.

BANDEIRANTES, EDP Energia SA. **Padrão Bandeirantes para ligação de unidade consumidora individual em tensão secundária de distribuição**. Disponível em: <<http://www.bandeirantes.com.br>>. Acessado em: 23/09/2012.

BOLZANI, Caio Augustus M. **Residências inteligentes: um curso de domótica**. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004, 332 p.

BRASTEMP. <<http://www.brastemp.com.br>>. Acessado em: 30/10/2012.

COTRIM, Ademaro A.M.B. **Instalações elétricas**. 5 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009, 496 p.

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. 15 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2007, 427 p.

LIMA FILHO, Domingos L. **Projetos de instalações elétricas prediais**. 11 ed. São Paulo: Érica, 2007, 256 p.

MATTAR, Daniela Gonçalves. **Processo de projeto para edifícios residenciais inteligentes e o integrador de sistemas residenciais**. 2007. 163 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

NEGRISOLI, Manoel Eduardo M. **Instalações elétricas: Projetos prediais em baixa tensão**. 3 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2004, 178 p.

PRYSMIAN, Cable and Systems. **Dimensionamento de Condutores**. Disponível em: <<http://www.prysmian.com.br>>. Acessado em: 25/10/2012.

SCHNEIDER ELECTRIC. **Catálogo geral 2010: Materiais elétricos para instalação residencial e predial**. 2010. 175 f. Disponível em: <<http://www.schneider-electric.com.br>>. Acessado em: 18/11/2012.

SIEMENS. **Proteção de instalações elétricas de baixa tensão.** Disponível em: <<http://www.industry.siemens.com.br>>. Acessado em: 02/11/2012.

TEZA, Vanderlei R. **Alguns aspectos sobre a automação residencial – domótica.** 2002. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

WEG, Motores. <<http://www.weg.net/br>>. Acessado em 30/10/2012.

ANEXO A – Planta baixa da residência para execução do Projeto.

