

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO - ITATIBA
ENGENHARIA ELÉTRICA

Gustavo Rodrigues
Fernando Rampasso
Régis Ubinha

**Instalações Elétricas Residenciais:
Uma Comparação entre um Projeto Convencional e um Projeto
Visando a Automação.**

ITATIBA
2014

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO - ITATIBA
ENGENHARIA ELÉTRICA

Gustavo Rodrigues	002201101149
Fernando Rampasso	002200900111
Régis Ubinha	002200800618

**Instalações Elétricas Residenciais:
Uma Comparação entre um Projeto Convencional e um Projeto
Visando a Automação.**

Monografia apresentada à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Engenharia de Elétrica da Universidade São Francisco, sob orientação do Prof. Paulo Eduardo Silveira, como exigência para conclusão do curso de graduação.

ITATIBA
2014

RESUMO

Com o avanço da tecnologia em diversas áreas como na informática, elétrica, mecânica e entre outros setores do mercado se automatizando, o mercado voltado para a automação está cada vez mais promissor. Em primeiro plano para a área industrial que sempre está em busca de uma melhora na produção, chegou a vez da área residencial ganhar força. Após o grande sucesso na indústria notou-se que poderia ser implementado essa tecnologia também em comércios, hotéis e residências. Com a escolha e a combinação certa de componentes para uma automação residencial pode se garantir grande vantagem econômica, comodidade e conforto. Em tempos de racionamento e com a escassez dos recursos naturais, todos estão mirando em possibilidades para um desenvolvimento sustentável. Sendo assim, a automação residencial vêm ganhando força no mercado da construção civil, devido a suas infinitas funções que podem ser aplicadas em diversas situações, além de garantir uma economia energética com relação ao método convencional de instalação predial. Pode ser comprovada a eficiência da residência automatizada, comparando os dois métodos, o convencional utilizado desde sempre e o método moderno que é a automação, em apenas um dos cômodos da residência. O resultado final mostra que o investimento inicial é alto, mais o retorno do mesmo ocorre rapidamente.

Palavras-chave: Automação, elétrica, residencial, comparação, convencional, domótica.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Primeira máquina automatizada	7
Figura 2 – Sequência lógica de um sistema	13
Figura 3 – Residência automatizada	15
Figura 4 – Monitoramento através do celular.....	15
Figura 5 – Câmera IP	20
Figura 6 – Câmeras CFTV.....	21
Figura 7 – Reconhecimento biométrico	23
Figura 8 – Reconhecimento facial	24
Figura 9 – Sistema <i>zig-bee</i>	30
Figura 10 – Sistema <i>Power Line Carrier</i>	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo de uma casa convencional	39
Tabela 2 – Consumo de uma casa automatizada	41
Tabela 3 – Custo de uma residência convencional	43
Tabela 4 – Custo de uma automação básica	44
Tabela 5 – Tempo de retorno do investimento	44

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CFTV	- Circuito fechado de televisão
CLP	- Controlador lógico programável
HVAC	- Controle de luminosidade, de umidade, temperatura e ar condicionado
PC	- <i>Personal computer</i>
PLC	- <i>Power Line Carrier</i>
RF	- Rádio frequência
WAP	- <i>Wireless Access protocol</i>
WWW	- <i>World Wide Web</i>
IP	- <i>Internet Protocol</i>
SMS	- <i>Short Message Service</i>
UPB	- <i>Universal Powerline Bus</i>
AURESIDE	- Associação Brasileira de Automação Residencial
LED	- <i>Light Emitting Diode</i>
IEEE	- Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos

SUMÁRIO

1. INTODUÇÃO	7
1.1. OBJETIVO	10
1.2. Motivação	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1. Sistemas de automação	11
2.2. Sistemas de aprendizado automático	13
2.3. Domótica	15
2.3.1 Diferenciais da domótica.....	16
2.3.1.1 Segurança.....	16
2.3.1.2 Conforto	16
2.3.1.3 Economia elétrica	17
2.3.1.4 Comunicação	18
2.4. Segurança e confiabilidade.....	18
2.4.1 CFTV – Circuito fechado de TV	20
2.4.2 Reconhecimento de voz	22
2.4.3 Biometria	22
2.4.4 Reconhecimento facial	23
2.5. Características.....	25
2.6. Aplicações	27
2.7. Sistemas de automação residencial	28
2.7.1 <i>Zig Bee</i>	29
2.7.2 <i>Power line</i>	30
3. DESENVOLVIMENTO	32
3.1. Funcionamento.....	32
3.2. Lâmpadas LED.....	33
3.3. Implantação de um sistema domótico.....	34
3.3.1 Quadro elétrico	34
3.3.2 Infra-estrutura.....	35
3.3.2.1 Eletrodutos	35
3.3.3. Circuitos elétricos	36
3.3.4. Cabeamento.....	36
3.4. Itens básicos.....	37
3.4.1 Controle de iluminação	37
3.4.2 Persianas e janelas	37
3.4.3. Portões e utensílios domésticos	38
3.4.4. Sistema de áudio e vídeo	38
4. METODOLOGIA	
4.1.1 Custos da automação residencial X elétrica convencional.....	39
4.1.2 Implantação do sistema.....	42

4.2	Cálculo de energia.....	43
5.	CONCLUSÃO	44
6.	BIBLIOGRAFIA.....	45

1. Introdução

Já na pré-história o homem já esboçava sinais de interesse pela automação. Desde então, surgiram varias inversões que tornaram a vida muito mais fácil e prática, como a roda, o moinho movido a água ou vento, o arado e etc.

Os sistemas automatizados ganharam força mesmo com a revolução industrial de 1750 na Inglaterra, onde foram implantados mecanismos de regulação do fluxo de vapor em máquinas, desenvolvido por James Watt e considerado como um dos primeiros sistemas de controle. A primeira máquina automatizada surgiu em 1759, projetada por Michael Joseph Owens, sendo ela utilizada para a produção e preparação da cerveja.

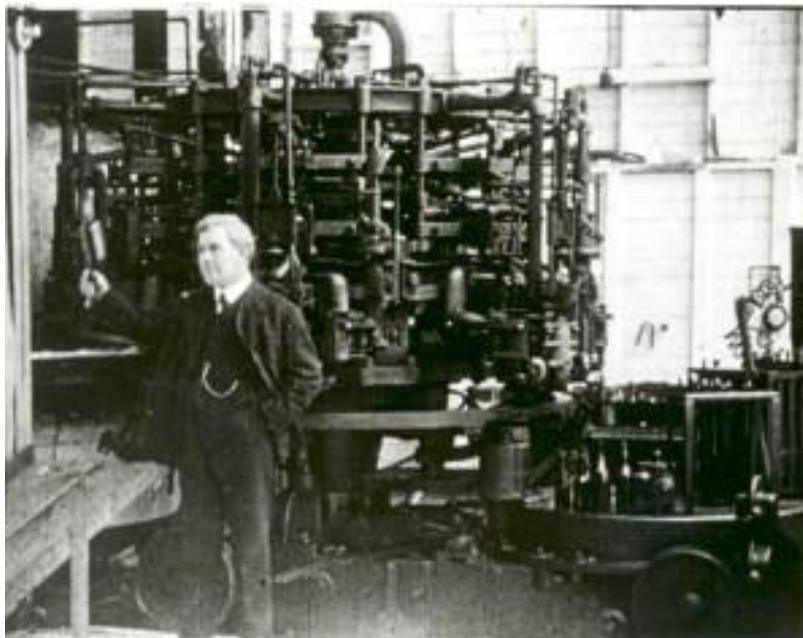


Figura 1 – Michael Joseph Owens ao lado de sua invenção, a primeira máquina automatizado da história.

No final século XIX, ocorre a descoberta da eletricidade seguida de várias outras descobertas importantes, como por exemplo:

- 1876: Alexander Graham Bell realiza a comunicação entre dois cômodos utilizando o telefone;

- 1879: Thomas Alva Edison inventa a lâmpada com filamento de carbono incandescente;
- 1888: Heinrich Hertz foi pioneiro na transmissão de códigos pelo ar por meio de ondas de rádio;
- 1904: John Ambrose Fleming inventa a válvula, permitindo o desenvolvimento da eletrônica no século XX e o aparecimento de muitos aparelhos revolucionários, como o Rádio e a Televisão;
- 1946: John Mauchly e John Eckart Jr constroem o primeiro computador chamado ENIAC;
- 1947: William Bradford Shockley, John Bardeen e Walter Houser Brattain criam o transistor. Essa descoberta irá determinar o fim da era das válvulas (cerca de 50 anos depois), já que os transistores são dispositivos semicondutores geralmente mais baratos, eficientes e confiáveis.
- 1956: a empresa Ericsson desenvolve o primeiro celular pesando 40 quilos para ser instalado no porta malas de carros;
- 1977: é lançado pela Apple o computador Apple II que é o primeiro microcomputador tal como conhecemos hoje, possuindo teclado integrado e com capacidade de gerar gráficos coloridos;
- 1989: início da popularização da *internet* e do celular.

A automação residencial é originária da automação industrial que teve nos dispositivos CLP's (Controladores Lógicos Programáveis), datados da década de 60, uma grande revolução, graças aos avanços da microeletrônica.

De acordo com Moraes e Castrucci (2001), na década de 1960, surgia oficialmente a palavra *Automation*, que foi criada pelo *marketing* da indústria de equipamentos buscando enfatizar a participação do computador no controle automático industrial. Já a década de 70 pode ser considerada o marco inicial da automação residencial, com o lançamento do protocolo X-10 que utilizava a rede elétrica como canal de comunicação entre os diversos dispositivos de automação. Trata-se, pois, de uma tecnologia PLC (*Power Line Carrier*). Isso

permite o controle de dispositivos remotos sem necessitar de alteração da infraestrutura elétrica da residência.

Paralelamente ao avanço dos PC's, inúmeras outras tecnologias foram sendo incorporadas à automação residencial como os controles remotos programáveis infravermelho e radiofrequência. Os controles remotos infravermelho universais são capazes de interpretar diferentes protocolos utilizados por diferentes fabricantes. A tecnologia de radiofrequência (RF) difere da infravermelha por não necessitar visada direta entre o controle remoto e o dispositivo controlado.

O objetivo deste trabalho é implantar e simular um projeto de automação residencial de médio porte. Segundo Teza (2002), pode ser utilizado no controle e gerenciamento de tarefas domésticas e monitoramento, promovendo maior segurança, facilidade, agilidade e comodidade no lar, visando a economia de energia juntamente com o conforto que tal tecnologia pode oferecer durante o dia-a-dia aos moradores. Para isso utilizaremos equipamentos com conexão à *internet*, sensores e interfaces para a execução do sistema operacional. Este sistema poderá ser controlado através de interfaces fixas ou móveis, como celulares ou computadores com WAP, mantendo a comunicação com o servidor principal localizado na residência e ligado a equipamentos diversos de controle.

Esse trabalho foi elaborado com o sentido de promover maior economia de energia, utilizando o sistema de automação residencial para tal função, não utilizaremos a automação como um sistema apenas de luxo, mas também visando a sustentabilidade da casa em si.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimeto de um projeto luminotécnico automatizado para uma residência de auto padrão, visando a economia de energia, praticidade, comodidade e funcionabilidade totalmente simples. Todos os módulos e receptores se comunicarão através da tecnologia IEEE 802.11 (*Wi-fi*), sem necessidade de cabos para a comunicação, gerando uma economia na infra estrutura do sistema.

Com o sistema de automação será direcionado para os cômodos mais utilizados da residência uma pré cena, ou seja, assim que o proprietario acionar o módulo de pulso seu ambiente se acionará de acordo com o gosto do cliente.

1.2 Motivação

Este tema foi escolhido pela familiaridade que todo o grupo tem trabalhando na área de instalações residenciais, e pelo entendimento que em um futuro próximo, a automação fará parte de 90% de todas as residências.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Sistemas de Automação

Automação é um sistema automático de controle pelo qual os mecanismos verificam seu próprio funcionamento, efetuando medições e introduzindo correções, sem a necessidade da interferência do homem. É a aplicação de técnicas computadorizadas ou mecânicas para diminuir o uso de mão de obra em qualquer processo, especialmente o uso de robôs nas linhas de produção. A automação diminui os custos e aumenta a velocidade da produção (Lacombe 2004).

Também 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.

Automação Residencial - Aplicação das técnicas de automação para melhoria no conforto e segurança de residências e conjuntos habitacionais, tais como: controle de acesso por biometria, porteiro e portões eletrônicos, circuitos fechados de televisão (CFTV), controle de luminosidade de ambientes, controle de umidade, temperatura e ar condicionado (HVAC), etc.

Para viabilizar a automação de um determinado processo, existe uma necessidade preliminar de realização de um estudo técnico (também chamado de engenharia básica ou levantamento de dados) que verificará todas as necessidades para o processo desejado, servindo como subsídio para a identificação, análise e determinação da melhor estratégia de controle e para a escolha dos recursos de *hardware* e/ou *software* necessários para a aplicação.

Sistemas discretos, em automação, são sinais que informam o estado atual de uma máquina. Trata-se de entradas e saídas digitais, ou componentes elétricos de campo que enviam apenas um sinal 0 ou 1 (0 ou 24V, ou na tensão em que esteja trabalhando).

Atualmente, a automação está presente em diferentes níveis de atividades do homem, desde as residências, no trânsito, através de sistemas de controle de tráfego e sinalização, nos edifícios comerciais.

2.2. Sistemas de Aprendizado Automático

O aprendizado automático é o campo dedicado ao desenvolvimento de métodos computacionais para os processos de aprendizagem e a aplicação de sistemas informáticos de aprendizagem a problemas práticos. Esse se desenvolve através de programas computacionais capazes de automaticamente adquirir conhecimento de alto nível e/ou estratégias para resolver problemas a partir de exemplos.

Para se evitar sistemas de aprendizado automático tipo caixa preta, no qual as representações dos conceitos não são compreensíveis aos humanos, alguns pesquisadores procuraram por sistemas capazes de induzir conceitos que sejam representados por uma linguagem facilmente compreensível.

Os sistemas de aprendizado simbólico são aqueles nos quais se constroem representações simbólicas de um conceito para aprender. As representações simbólicas geralmente estão na forma de expressão lógica, árvores de decisão, regras (ou rede semântica), sendo estas duas últimas as mais estudadas atualmente. A Figura 2 exibe um exemplo de uma sequência.

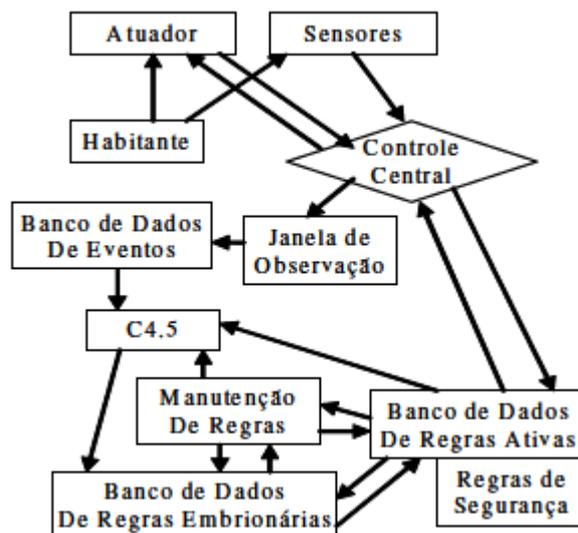


Figura 2 - Sequência lógica de um sistema.

Uma maneira de representar conceitos é a lógica de regras de decisão associativas, a qual pode ser facilmente entendida por humanos, pois tem a

seguinte forma: Se Y é verdade e X é falso, então classe A . Existem várias maneiras de adquirir conhecimento a partir de dados; para determinar qual é a melhor maneira para um determinado conjunto de dados, é necessário definir como avaliar os métodos de aprendizagem, tais como:

- **Precisão:** quantidade de exemplos positivos e negativos avaliados corretamente.
- **Eficiência:** um sistema deve ser capaz de gerar descrições corretas com um número mínimo de exemplos.
- **Compreensibilidade:** é importante que conceitos gerados sejam compreensíveis ao usuário, já que a finalidade destes sistemas é que o usuário aprenda algo deles.
- **Robustez:** contra o ruído e contra os exemplos incompletos.
- **Requerimentos Especiais:** alguns domínios requerem que um sistema aprenda à medida que chegam os exemplos, isto é conhecido como aprendizado incremental.

2.3. Domótica

Domótica está relacionado à instalação de tecnologia em residências, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida, aumentar a segurança e viabilizar o uso racional dos recursos para seus habitantes.

Um sistema domótico é dividido em vários subsistemas, cada qual atua especificamente em um campo de controle. Atualmente estes sistemas são informatizados e computadorizados.

Pode-se citar como características fundamentais num sistema inteligente: ter memória; ter noção temporal; fácil interação com os habitantes; capacidade de integrar todos os sistemas do ambiente; atuar em várias condições; facilidade de reprogramação e capacidade de auto-correção. A Figura 2 ilustra uma residência automatizada.



Figura 3 - Residência automatizada. (revistahometheater.uol.com.br)

Isso não é simplesmente prover a uma residência um sistema dotado de controle central que possa aperfeiçoar certas funções inerentes à operação e administração da mesma.

Pode-se imaginar que uma residência inteligente é algo como uma residência com vida própria, portanto os sistemas de domótica inteligente devem ter as características de um sistema inteligente e devem interagir com os habitantes da residência, aprendendo dinamicamente com seus comportamentos. Este aprendizado é permanente, pois os habitantes estão sempre mudando.

2.3.1 Diferenciais da Domótica

De acordo com os conceitos de Amory e Junior (2001, p.5), os benefícios da domótica concentram-se em quatro classes: segurança, conforto, economia de energia e comunicação.

2.3.1.1 Segurança

Tem com função proteger as pessoas e toda a residência no caso de um invasor, vazamentos de gás, água e incêndios, segue alguns itens de aplicação.

- Simulação de presença: ligar músicas e luzes aleatoriamente.
- Invasão e assalto: comunicação a polícia, sistemas de câmera, fotos das pessoas que passaram pela frente da porta dianteira ou tocaram a campainha.
- Fogo e fumaça: detecção rápida, alerta a moradores, chamada de bombeiros.
- Alarmes técnicos: inundação, gás, queda de energia.

2.3.1.2 Conforto

Segue como exemplo alguns itens de conforto da automação residencial.

- Iluminação – Total controle da iluminação de toda casa em um só local.
- Cortinas e Persianas – Programação de fechamento e abertura de acordo com a luz do dia, possível utilizar também como despertador natural.
- Acionamento de portões e portas.
- Acionamento e programação de eletrodomésticos.
- Climatização.

2.3.1.3 Economia Elétrica

Com um sistema inteligente é possível programar possíveis cenários para economia na área da iluminação além de ser possível programar todos os motores de sua residência para que seja gasto o mínimo necessário.

- Iluminação – Programar cenários, dimerizar ambientes, sensores de presença para acionar a iluminação por um tempo máximo e assim que expirar esse tempo ele apaga esse setor.
- Motores – Acionamento de motores com o mínimo de pico, para evitar o maior gasto com os motores, que é na hora do acionamento do mesmo.
- Climatização – Sensores que monitoram a temperatura do ambiente, fazendo com que o aparelho de climatização seja acionado em uma temperatura e mantido até encerrar o seu uso, sendo assim, o aparelho não fica acionando o seu motor para regular a temperatura.

2.3.1.4 Comunicação

Um grande atrativo na área da automação residencial é a comunicação, que proporciona para o cliente um sistema de acionamento de chamadas de emergência sem a necessidade de o cliente telefonar, o próprio sistema executa essa função avisando as autoridades caso venha ocorrer algum problema na residência e assim, solicitando a presença das mesmas no local.

Além da área de segurança, a comunicação possibilita também que o cliente interligue seus sistemas de áudio e vídeo por toda a residência, além disso, a automação proporciona a comunicação entre residências, sendo assim uma casa automatizada sendo vizinha de outra é possível conectar o sistemas das duas casas.

2.4. Segurança e Confiabilidade

Nos últimos anos, o setor de segurança residencial ganhou força e deixou de ser uma tendência para se tornar realidade. Aquele velho olho mágico que esteve presente por anos nas portas das residências vêm rapidamente sendo substituído pelo sistema de segurança CFTV (Circuito Fechado de TV). Com uma microcâmera instalada no hall de entrada e conectada ao sistema de automação, os visitantes podem ser vistos e monitorados por qualquer aparelho televisor da residência.

Os mais modernos *smartphones* são também grandes aliados no quesito segurança. O proprietário pode, através de aplicativos instalados em seu celular, monitorar em tempo real sua propriedade, como ilustra a Figura 4. “A vantagem é que sempre estamos com um por perto, então não existe a preocupação de termos que sair de casa com mais um acessório no bolso”, observa Henry Lua, diretor da AudioGene.



Figura 4 – Monitoramento através do aparelho celular.

Além do monitoramento por imagem, SMS's podem ser essenciais em uma emergência. Por exemplo, se em uma determinada situação os detectores de fumaça registrarem alguma avaria no estabelecimento, no caso um incêndio, um sinal será enviado a central do sistema de automação que imediatamente emitirá um SMS para o celular do responsável. Deste modo, as medidas necessárias podem ser rapidamente decididas.

Com a evolução das câmeras está cada vez mais complicado fugir dos olhares digitais. Devido a redução acentuada de custo e ao uso intensivo da *internet*, juntamente com a facilidade de instalação, o uso deste sistema de segurança tornou-se o mais comum no mercado. Inclusive nas residências e condomínios! As câmeras IP utilizam a *internet* para enviar as imagens captadas para um servidor, tornando-se desnecessário aquele antigo método onde todas as imagens ficavam armazenadas em um servidor central. A Figura 5 representa um modelo de câmera que transmite as imagens diretamente para a *internet* utilizando a rede sem fio.

Essa comodidade fez com que os clientes procurassem mais por essa tecnologia do que o tradicional Circuito Fechado de TV. Porém já existem placas específicas e conversores para aqueles que já possuíam esse sistema tradicional, que tornam possíveis o acesso das imagens através da *internet*. As opções no mercado são inúmeras, para as mais diversas situações. Dependerá apenas da escolha do cliente pelo fabricante e as funções que seu equipamento oferece. “Podemos utilizar modelos mais simples em locais pequenos e sempre iluminados, como elevadores, e deixar as câmeras com infravermelho ou manipuladas à distância em garagens ou muros laterais”, indica Muratori, diretor da empresa paulista Marbie Systems.



Figura 5 – Câmera IP.

Será apresentado agora um breve comentário sobre as funcionalidades dos principais sistemas de segurança na domótica.

2.4.1 CFTV – Circuito Fechado de TV

O circuito fechado de televisão é um sistema que reúne câmeras para acompanhar em tempo real tudo que ocorre em um determinado estabelecimento. As imagens captadas são enviadas para uma central, que pode ser vigiada pelo proprietário ou pela empresa responsável pela segurança. Esse sistema que compõe o CFTV é constituído por um sistema de vídeo, dois tipos de câmeras: convencionais e digitais e a noturna, um

monitoramento remoto e uma central de armazenamento e monitoramento de imagens. Existem alguns tipos de câmeras no mercado, que serão mencionadas nessa tese apenas para conhecimento, mas não entraremos a fundo sobre suas características. São elas: câmera CCD, minicâmera, infravermelho, câmeras com microfone e câmeras PAN (panorâmica).

A Figura 6 mostra alguns tipos de câmeras de circuito fechado.



Figura 6 - Câmeras CFTV.

2.4.2 Reconhecimento de Voz

A possibilidade de utilizar sistemas de reconhecimento de voz na automação residencial tem aumentado em muito pouco tempo. Nos anos passados, os esforços iniciais para utilizar o reconhecimento de voz eram inovadores e interessantes, mas lhes faltava confiabilidade e uma performance que possibilitasse ser um método viável de controle. O que aconteceu mais recentemente no mercado de PC foi uma substancial redução de custo associada a um aumento significativo da capacidade de processamento. Foi esse formidável passo que tornou mais efetivo e viável o reconhecimento de voz [AURESIDE, 2000d].

Porém existe ainda uma dificuldade que limita o reconhecimento limpo e nítido da voz humana. Todos os testes realizados necessitaram que o microfone estivesse bem próximo do usuário para um perfeito reconhecimento. Ou seja, para uma operação satisfatória é necessário que a fala do usuário seja sempre nítida próxima do microfone e em um ambiente silencioso. Por isso, contraditoriamente por questões de segurança, não são muito utilizadas para proteger propriedades.

2.4.3 Biometria

A biometria é conhecida como um dos sistemas de segurança mais eficazes que existe devido o reconhecimento e identificação dos usuários serem feitos através das digitais, que é uma característica única de cada indivíduo. O funcionamento do equipamento é bem simples, basta posicionar no leitor um dos dedos já cadastrados e a identificação será imediata, como ilustra a Figura 7.

As impressões digitais estão começando a se tornar item obrigatório nos condomínios de alto padrão. Os moradores podem programar uma situação em que, ao acesso ser liberado através da digital a iluminação do hall de entrada

seja acesa, por exemplo. “Na hora que você compreende que em automação a imaginação é o limite, o seu sistema passar a ser o gerente da sua casa, trabalhando para você da forma que desejar”, diz Eduardo Almeida, gerente de automação da Disac.

Com o acesso biométrico o usuário pode cadastrar também o dedo panorâmico, que é um fator de segurança ainda maior. Ao ser reconhecido pelo sensor óptico um alerta de segurança é enviado para a central, podendo este acionar a polícia ou enviar um SMS de emergência para alguém.



Figura 7 – Reconhecimento biométrico.(www.senior.com.br)

2.4.4 Reconhecimento Facial

A biometria de reconhecimento facial é uma das menos intrusivas, dado que a captura de informações é simples e em geral não necessita da interação com o utilizador.

Um fator fundamental para o sucesso desses sistemas de segurança é a sua eficiência e confiabilidade garantida. Isso se deve às suas câmeras

altamente modernas, capazes de avaliar características específicas e distintas de cada ser humano para a verificação, como as distâncias entre os olhos, boca, nariz e queixo. É um sistema praticamente inviolável. A Figura 8 representa um modelo de fechadura com reconhecimento facial.



Figura 8 – Fechadura com reconhecimento facial.

2.5. Características

Como qualquer novidade, a automação inicialmente é vista como um luxo ou status para a sociedade. Porém, após o cliente utilizar e começar a entender perfeitamente o funcionamento verá que não é apenas luxo, mas sim um item necessário para facilitar o dia a dia e ajudar na sustentabilidade da residência.

A automação residencial vem para proporcionar maior conforto no nosso cotidiano, pois todos os comandos de todos os ambientes da residência estarão em suas mãos, sendo assim, o cliente estando em seu quarto ou até mesmo em seu escritório a quilômetros de distância, conseguirá controlar toda a sua residência. Outro ponto muito importante é a economia, tendo em vista o custo benefício de uma automação, com o passar dos anos se tornará muito satisfatório. Com o sistema padrão que são os interruptores, ar condicionado comandado por controle manual, funcionamento de persianas manualmente, entre outros exemplos, a economia é claramente perceptível na hora da compra dos componentes de automação comparado com o sistema padrão, porém na automação todos os retornos e circuitos de alimentação irão para um único painel totalmente separado, sendo assim, a economia da fiação é vista claramente.

As contas de energia terão uma queda relativamente agressiva em comparação com o sistema tradicional. A automação residencial proporciona a programação de cenários, onde o cliente escolhe a intensidade da luz, a quantidade de lâmpadas que serão ascendidas no ambiente selecionado e também o tempo que permanecerá aceso, já com o sistema convencional a única alternativa é a separação do retorno das lâmpadas e a instalação de *dimmers* para a variação de luminosidade, contudo, o desempenho não será o mesmo.

Ainda em relação à comodidade, para famílias que já possuem filhos ou pessoas idosas, toda a automação de sua residência estará nas palmas de

suas mãos com *smartphones*, computadores, *laptops* e *tablets*, para uma família com crianças pequenas, para você não ter que se levantar e ir apagar as luzes do quarto de seu filho causando um desgaste desnecessário, a automação proporciona você comandar todos os ambientes de sua residência, portanto mesmo você estando deitado ou trabalhando em seu escritório, com um simples toque mesmo a distancia é possível apagar as luzes do quarto do seu filho, sem incomodar você ou até mesmo ele.

Para a instalação do sistema convencional como todos sabem seus retornos são deixados tanto no interruptor como no teto para comunicação dos mesmos, os circuitos de alimentação são mandados para os interruptores, causando assim um gasto a mais com fiações (diâmetro de fios, e comprimento), eletrodutos e sistemas de proteção. Já na domótica toda a fiação de iluminação será mandada para um painel completamente separado do painel de elétrica, todos os retornos e alimentação serão mandados para essa central, sendo assim uma economia relevante. Para os comandos que ficam nos lugares dos interruptores são mandados cabos de comunicação CAT – 5, apenas para comunicar com o sistema operacional e assim avisar para ascender ou apagar o ambiente. Sendo analisado esse item de cabeamento e infraestrutura, percebe-se que o sistema de automação proporciona uma grande economia no bolso do cliente.

2.6. Aplicações

O principal desafio sempre foi expôr ao cliente e fazer com que ele entendesse que a automação da sua propriedade só lhe trará benefícios, para ele e para todos que convivem ao seu redor, além é claro, de valorizar consideravelmente seu imóvel. Essa missão, de fixar na cabeça das pessoas que a tecnologia veio para facilitar as atividades básicas do dia a dia dela, está longe de terminar. Mas é perceptível o crescimento com relação a década passada, onde a automação residencial era vista como um artigo de luxo, apesar de obter um consumo menor de energia como já foi exposto.

Um grande aliado desta evolução vêm sendo o setor da construção civil. Na conquista do espaço no mercado as construtoras passaram a oferecer opções em seus empreendimentos que até pouco tempo atrás não era comum. Hoje é possível encontrar ambientes que não eram oferecidos nem mesmo pelas grandes construtoras antigamente, como: espaço gourmet, *SPA*, sala de massagem, *fitness center*, salão de jogos, brinquedoteca, *box* para lavagem de carros, piscina aquecida e coberta, entre outros que trazem um grande conforto para o morador. Neste setor de condomínios residenciais por exemplo, a aplicação da automação deve ser trabalhada e desenvolvida pensando no conforto e facilidade das pessoas em geral que ali residem, desde uma criança de 5 anos até um idoso de 70 anos.

2.7. Sistemas de Automação Residencial

Devido ao vasto mercado para automação encontramos vários modelos de sistemas para automatizar uma residência. Conseguimos desde marcas famosas até produtos novos produzidos por empresas novas que estão investindo na área residencial, especificamente na área de automação.

Para a instalação de automação temos que determinar o protocolo usado ou sistema.

- Sistemas cabeados: Controladores autônomos (*Stand-alone*).
- Sistemas *Powerline*: X10, UPB – *Universal Powerline Bus*, *Homeplug* – *Powerline Alliance*.
- Sistemas sem fio: *ZigBee Alliance*, *Wave- Alliance*, *UHF- Ultra-High Frequency*.

O sistema utilizado para estudo desse trabalho foi o de sistemas cabeados com controladores autônomos. Esse tipo de sistema também é conhecido como *stand-alones*, que são controladores de pequeno porte e buscam atingir ambientes pequenos ou até mesmo um único ambiente.

Cada controlador é capaz de atender 4 e 8 áreas de iluminação, também podemos ter áreas dimerizadas e convertermos para o acionamento de persianas, cortinas elétricas etc. É um sistema que possui vários tipos de interfaces para entrada, como *keypads*, pulsadores e receptores de infravermelho que são utilizados para efetuarem comandos via controle remoto.

A infraestrutura para instalação desses equipamentos foge um pouco do convencional, pois existe muita variação nos tamanhos das centrais e módulos. Com essas mudanças as caixas de instalação podem ser como a convencional de tamanho 4cm X 4cm ou 4cm X 2cm, como também pode ser de tamanho específico de acordo com o equipamento escolhido.

Para uma automação residencial todos os controladores são instalados dentro de um painel específico, formando-se uma topologia física em estrela. Para formar um sistema integrado pode-se interligar vários controladores *stand-alone*, sendo assim, o controle de toda automação é distribuída pois não há um sistema controlador principal. Para interligação desses controladores é utilizado cabos de dados CAT 5 e distribuídos por todos os ambientes da residência.

Os controladores autônomos são conhecidos como o ponto inicial na domótica. É simples, prático e totalmente eficiente, além de possuir preços acessíveis comparados as grandes marcas deste mercado.

É uma tecnologia que atende uma grande porcentagem do mercado, principalmente os clientes que desejam obter uma automação em locais específicos de sua residência. Se no decorrer dos anos o cliente mudar de idéia e resolver implantar um sistema mais completo é possível interligar vários controladores *stand-alone* em um sistema mais complexo.

2.7.1 Rede de Comunicação Sem Fio: *Zig Bee*

Zig Bee é um método de automação totalmente sem fio, segundo Valentin, que foi desenvolvida pela *Zig Bee Alliance*, uma associação que gera grande confiança diante do mercado de tecnologia da automação, além de outras áreas que a associação atua. As redes *Zig Bee* começaram a funcionar aproximadamente em 1998, quando muitas instalações realizadas com *Wi-Fi* e Bluetooth estavam sendo insuficientes para muitas aplicações.

Primeiramente é criada uma rede através de um módulo coordenador, permitindo que vários outros módulos que comandem outros equipamentos ou monitorem sensores como lâmpadas, tomadas comandadas, persianas, sensor de temperatura de ambiente, temperatura da água da piscina, etc.

O coordenador principal é conectado com um computador dentro da própria residência para que seja possível comandar a rede sem fio de dentro da propriedade ou até mesmo de qualquer outro lugar que o proprietário estiver.

Para finalizar, o sistema *Zig Bee* também inclui um programa que tem como objetivo facilitar a vida do usuário, possibilitando deixar o sistema ainda mais autônomo. Ao instalar esse *software* é possível programar o sistema para realizar tarefas que já fazem parte do cotidiano, como regar plantas, abrir e fechar persianas, ligar e desligar motores diversos. Na Figura 9 um exemplo de um sistema utilizando *Zig Bee*.

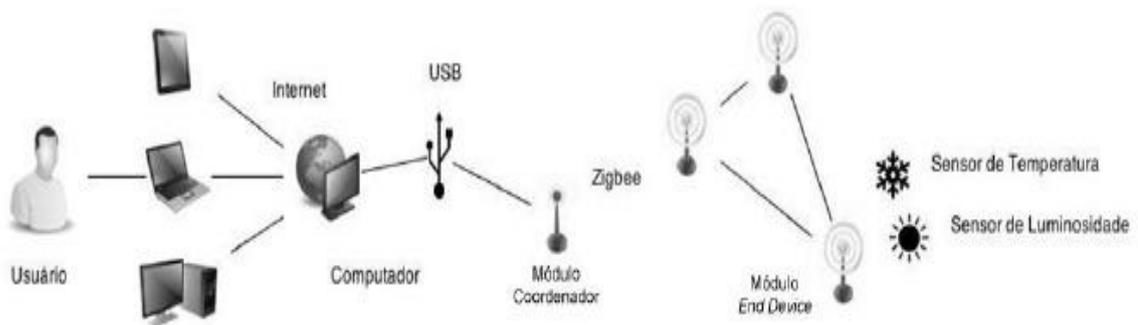


Figura 9 – Sistema utilizando *zig bee*.

2.7.2 *Power Line*

O sistema *power line* foi o primeiro sistema de automação residencial desenvolvido na década de 70, com o nome PLC (*Power Line Carrier*), sendo uma rede que utiliza a própria rede elétrica para fazer a transmissão de dados

que correspondem aos comandos dos dispositivos de automação, como ilustra a Figura 10.

Com o estudo e desenvolvimento desse sistema, foi criado o *Powerline Networks*, visando a possibilidade dos usuários comandarem sua residência a distância.

Esse controle é feito através da própria rede elétrica, através de mensagens enviadas pelo controlador do sistema (proprietário), utilizando transmissores e receptores, inicialmente podendo realizar apenas funções básicas, como liga/ desliga lâmpadas, cenários e dimerização de lâmpadas.

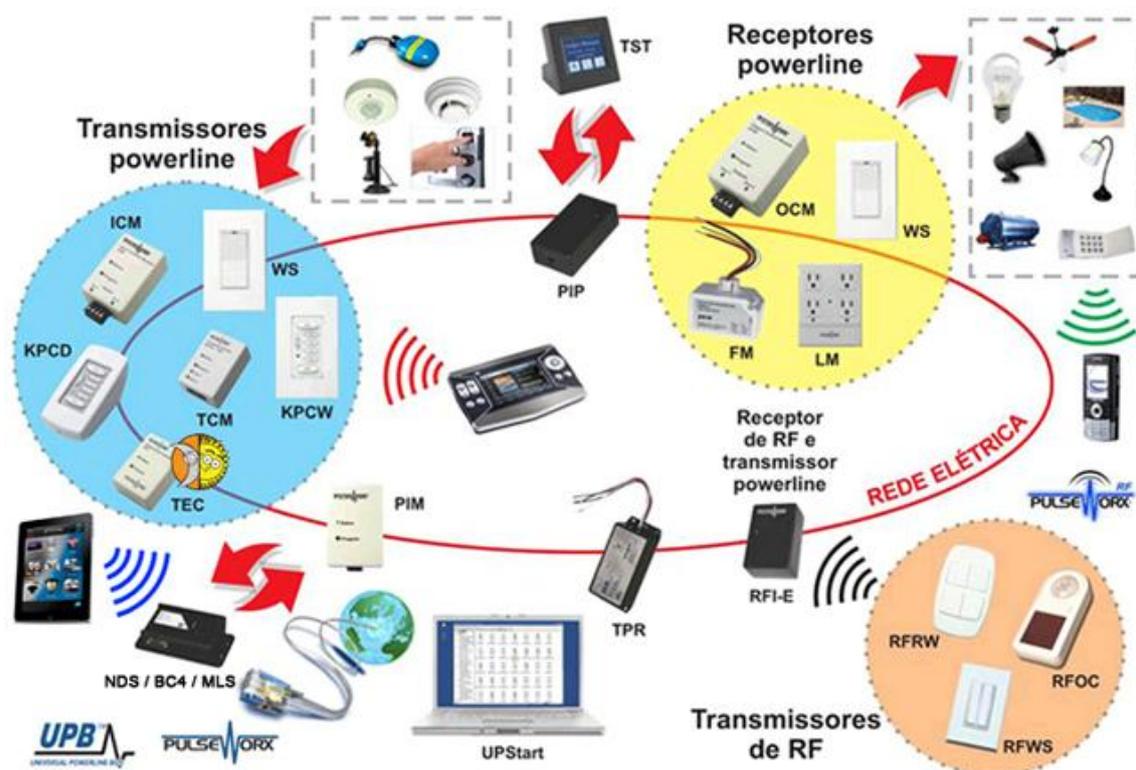


Figura 10 – Sistema PLC.

3. Desenvolvimento

3.1 Funcionamento

Inicialmente a domótica tinha como foco atingir a alta classe da sociedade, porém tudo mudou. A automação está muito mais acessível e até mesmo uma pessoa com pouco conhecimento em elétrica é capaz de instalar um sistema automatizado em sua casa, escritório, empresa, pois no mercado encontram-se vários kits de fácil e rápida instalação.

O sistema automatizado básico funciona da seguinte maneira, dentro do painel de automação é instalado uma central transmissora (nesse estudo estamos utilizando um controlador de 4 cenas por 4 zonas), que possibilita ao usuário programar as cenas da forma que lhe desejar. O sistema utilizado nesta tese é um sistema cabeado, garantindo que a transmissão entre transmissor e receptor chegue sem danos de comunicação.

Os receptores, que dependendo dos sistemas ficam no ambiente automatizado ou no próprio painel de automação, são acionados por um botão de pulso. Esses receptores recebem os comandos dos transmissores e executam o ato que é ordenado pelo mesmo.

Em conjunto com a automação residencial que visa além de qualidade de vida, conforto, praticidade e economia energética não podemos nos esquecer da tecnologia Led, que geram notavelmente uma economia de energia além de ajudar na preservação do meio ambiente.

3.2 Lâmpadas LED

Em 1961, Robert Biard e Gary Pittman, pesquisadores da *Texas Instruments*, descobriram que o GAAS (Arsenieto de Galio, um dos compostos usados na fabricação de diodos retificadores e de sinal) emitia radiação infravermelha quando percorrido por uma corrente elétrica. A radiação infravermelha não é visível a olho nú e somente em 1962, que Nick Holonyak Jr., da General Electric, conseguiu obter luz visível (vermelha) a partir de um LED.

Robert Biard e Gary Pittman patentearam o LED, mas Holonyak é considerado o 'pai do diodo emissor de luz'. Em 1971, surgiu o LED azul, mas a sua intensidade luminosa era muito baixa. Somente em 1989, é que surgiram os primeiros LED's azuis comerciais, permitindo a criação dos diversos dispositivos visuais a LED (TV de LED, painéis RGB, etc.).

Os LED's chegaram no ramo de iluminação somente em 1999 e, desde então, têm sido vistos como o futuro da iluminação. Isso se deve à evolução dessa tecnologia em diversos setores, inclusive na domótica. A vantagem de utilizar o LED como iluminação é proporcionar economia, durabilidade e eco-eficiência.

Vantagens do LED:

- Durabilidade: Estimada em até 100.000 horas;
- Não emite calor, raios UV e IV;
- Não agride os objetos iluminados por sua irradiação luminosa;
- Não atrai insetos;
- Não agride o meio ambiente, dispensando descarte;
- Segurança total: não oferece risco, pois não tem gases nem filamento e sua voltagem é baixa;
- Alta Resistência: Não requerer manutenção;

3.3 Implantação de um Sistema Domótico

O objetivo deste capítulo é esclarecer uma série de exigências que uma instalação domótica requer. Será abordado desde a parte da infraestrutura elétrica tradicional até a finalização da domótica com transmissores, receptores, pulsadores, controles de infravermelho, cabeamento, entre outros itens não citados.

3.3.1 Quadro Elétrico

Este item deve ser instalado em uma área de fácil acesso na residência e em um local já destinado para itens como, caixa de passagem de telefonia e painel para sistemas e dados, para facilitar uma futura manutenção.

A alimentação deste painel vêm do poste, que antes passa pela chave seccionadora principal da residência, para então alimentar os equipamentos que se encontram dentro do quadro elétrico como disjuntores, relés, DR's, DPS's.

3.3.2 Infraestrutura

A Infraestrutura é a preparação para a instalação elétrica.

3.3.2.1 Eletrodutos

Para proporcionar ao instalador elétrico e de automação uma facilidade e agilidade na instalação, todos os eletrodutos de circuitos elétricos comuns devem ser separados dos alimentadores do sistema de automação. Isso é necessário também para evitarmos qualquer tipo de interferência

eletromagnética nos circuitos e cabos de comunicação do sistema automatizado.

Outro passo muito importante para uma instalação perfeita da automação é a escolha correta dos pontos de locação dos pulsadores, dos displays de comando geral e dos sensores de infravermelho. É aconselhado deixar alocado desde o início da obra, para que futuramente não haja nenhum imprevisto.

O painel de automação será sempre instalado próximo ao painel elétrico, para facilitar a passagem dos eletrodutos e a comunicação de um painel com o outro, até mesmo para alimentar todos os componentes que utilizaremos na automatização.

Além da interligação dos painéis de elétrica e automação, também deveremos comunicar o painel de automação com o painel de telefonia e dados, para que possamos executar toda a infraestrutura e ligação do sistema de *internet* com o sistema de automação.

3.3.3 Circuitos elétricos

É necessário sempre prever circuitos adicionais para nunca faltar um circuito de alimentação na instalação de domótica. A fiação de cada item escolhido na automação deve ser totalmente independente de qualquer outro, normalmente consideramos os seguintes itens:

- Tomadas comandadas
- Circuitos de iluminação
- Motores elétricos
- Cortinas e Persianas

- Sensores
- Atuadores
- Ar condicionado

3.3.4 Cabeamento

Como foi citado acima, é necessário separar o cabeamento do circuito elétrico tradicional com o automatizado, para não haver nenhuma interferência futura, causando um acionamento indesejado de alarme e sensores ou até falhas em equipamentos, desproporcionando ao usuário aquele conforto que lhe é característico.

Como existem vários tipos de sistemas de automação, nunca podemos especificar quais cabos serão passados, existem sistemas que utilizam cabos elétricos como condutores, em outras utilizam cabos de elétrica e também cabos CAT-5 para comunicação.

Para sistemas como *Zig Bee*, apenas passamos cabos de retorno nas lâmpadas, e em seus acionadores apenas um circuito 110 Volts ou 220 Volts para alimentá-los, e assim alimentados eles funcionam via *Wi-Fi*, emitindo seus sinais de liga e desliga.

3.4 Itens Básicos para Automação

Alguns itens são básicos para uma automação como controle de iluminação, controle de persianas e janelas, portões eletrônicos e sistemas de áudio e vídeo explicados a seguir.

3.4.1 Controle de Iluminação

Pode-se afirmar que o sistema de iluminação na domótica foi a área que mais se desenvolveu e ganhou adeptos devido a versatilidade que ela nos oferece para trabalho e às infinitas combinações que o consumidor pode criar. Recursos de ligar e desligar automaticamente a luz do hall de entrada de uma residência quando o morador está ausente é um exemplo, destacar os detalhes arquitetônicos de uma sala ou criar cenários específicos para certas ocasiões, são outros. Mas a principal e a que mais agrada ao cliente talvez seja a economia de energia, pois a intensidade de luz é controlada conforme a necessidade e as lâmpadas não precisam ficar totalmente acesas como normalmente.

Cada pessoa tem uma sensibilidade diferente com relação a luz no ambiente, influenciando diretamente em sua comodidade. Por isso, um sistema de iluminação controlado por automação permite ao usuário moldar o ambiente de acordo com sua vontade, criando os diferentes cenários.

3.4.2 Persianas e Janelas

As persianas foram automatizadas visando muito mais a comodidade das pessoas que a utilizarão do que a economia, pois para a instalação da mesma é necessário gastar com equipamentos, cabeamentos e mão de obra especializada. Porém hoje em dia uma casa de auto padrão, ou, até mesmo uma casa simples é muito comum encontrarmos persianas e janelas automatizadas.

3.4.3 Portões e utensílios domésticos

A automação de portões basculantes e portas do *hall* de entrada não são nenhuma novidade, já víamos este tipo de tecnologia antes mesmo de ouvirmos falar em automação residencial, porém com os avanços tecnológicos foi possível adaptar a abertura e fechamento dos mesmos de acordo com a rotina do proprietário, seus parentes e amigos. Hoje podemos integrar junto ao controle de abertura e fechamento dos portões um botão do pânico, que possibilita acionar com apenas um toque as autoridades, avisando que algo não está certo na residência.

Outra área que foi muito bem acolhida pelos que optaram utilizar a automação é a automatização de utensílios domésticos, por exemplo, se automatizarmos uma máquina de lavar ou de secar, é possível programar o horário para ligá-los e desligá-los, proporcionando uma tranquilidade e comodidade para quem utilizá-los.

3.4.4 Sistema de Áudio e Vídeos

Com o sistema de automação totalmente integrado podemos colocar o sistema de áudio e vídeo como um algo a mais. Dependendo da automação escolhida para a residência é possível integrar todo o sistema de áudio e vídeo em todos os ambientes, sendo assim, caso o sistema central de áudio e vídeo fique no home e a pessoa queira ouvir músicas na área de lazer é totalmente possível e bem simples. O custo para implementar esse sistema de alta qualidade é baixo, comparado a outros.

4. Metodologia

Neste estudo não foram considerados os valores da infraestrutura dos dois modelos amostrados.

Como já foi citado, uma das principais vantagens da automação é a possibilidade de integração dos sistemas (dados, voz e imagem). Uma casa automatizada pode chegar a consumir até 30% a menos que uma residência com instalação elétrica convencional, pois com o sistema inteligente é possível programar os horários que cada aparelho deve funcionar ou não, além dos módulos já serem desenvolvidos para economizar energia.

Tabela 1 mostra uma simulação de consumo mensal aproximado de uma residência com itens elétricos convencionais.

Tabela 1 – Dados de consumo de uma residência convencional.

CÔMODO	SISTEMA DE ILUMINAÇÃO	QUANTIDADE	POTÊNCIA EM WATT (W)	POTÊNCIA TOTAL EM (kWh)	MÉDIA HORAS UTILIZADAS	CONSUMO MENSAL (kWh)	GASTO MENSAL (R\$ 0,316 POR kWh)
Sala	Lâmpada incandescente	2	100	0,2	8	48	15,17
Cozinha	Lâmpada incandescente	2	60	0,12	6	21,6	6,82
Corredor	Lâmpada incandescente	1	100	0,1	4	12	3,79
Área de serviço	Lâmpada incandescente	1	100	0,1	3	9	2,84
Dormitório casal	Lâmpada incandescente	1	100	0,1	4	12	3,79
Dormitório casal	Lâmpada incandescente	1	40	0,04	7	8,4	2,65
Dormitório solteiro	Lâmpada incandescente	1	100	0,1	8	24	7,58
Dormitório solteiro	Lâmpada incandescente	1	40	0,04	9	10,8	3,41
Banheiro social	Lâmpada incandescente	1	60	0,06	2	3,6	1,14

Banheiro suíte	Lâmpada incandescente	1	60	0,06	2	3,6	1,14	
Chuveiro banheiro social	Elétrico	1	4400	4,4	0,5	66	20,86	
Chuveiro banheiro suíte	Elétrico	1	4400	4,4	1	132	41,71	
Torneira cozinha	Elétrico	1	2000	2	0,12	7,2	2,28	
							Outros aparelhos	115,00
							Total consumo	228,18

Aplicando os conceitos de automação residencial com substituição aos equipamentos elétricos convencionais para equipamentos mais eficientes, anotou a tabela 2.

Considerando que os sistemas de aquecimento solar podem não ser suficientes nos períodos mais frios, considerou-se um fator de 20% de utilização elétrica.

Tabela 2 – Dados de consumo de uma casa automatizada.

CÔMODO	SISTEMA DE ILUMINAÇÃO	QUANTIDADE	POTÊNCIA EM WATTS (W)	POTÊNCIA TOTAL EM (kWh)	MÉDIA HORAS UTILIZADAS	CONSUMO MENSAL (kWh)	GASTO MENSAL (R\$ 0,316 POR kWh)
Sala	Lâmpada LED	2	10	0,02	8	4,8	1,52
Cozinha	Lâmpada LED	2	10	0,02	6	3,6	1,14
Corredor	Lâmpada LED	1	10	0,01	4	1,2	0,38
Área de serviço	Lâmpada LED	1	10	0,01	3	0,9	0,28
Dormitório casal	Lâmpada LED	1	10	0,01	4	1,2	0,38
Dormitório casal	Lâmpada LED	1	7	0,007	7	1,47	0,46
Dormitório solteiro	Lâmpada LED	1	10	0,01	8	2,4	0,76
Dormitório solteiro	Lâmpada LED	1	7	0,007	9	1,89	0,60
Banheiro social	Lâmpada LED	1	10	0,01	2	0,60	0,19
Banheiro suíte	Lâmpada LED	1	10	0,01	2	0,60	0,19
Chuveiro banheiro social	Aquecimento Solar	1	880	0,88	0,5	13,2	2,11
Chuveiro banheiro suíte	Aquecimento Solar	1	880	0,88	1	26,4	8,34
Torneira cozinha	Aquecimento Solar	1	400	0,4	0,12	1,44	0,45
						Outros aparelhos	115,00
						Total consumo	131,8

4.1 Implantação do Sistema

Para a implantação do sistema, foram considerados todos os itens citados acima, como esse trabalho é um trabalho para estudo do sistema, foi escolhido apenas um ambiente de uma residência para que fosse possível instalar o sistema de automação, focando a iluminação que é o item mais utilizado.

O sistema é totalmente cabeado, foi utilizado um sistema com um controlador de quatro cenas dividido por quatro zonas, sendo assim, foi possível dividir um ambiente com duas lâmpadas destruídas no quarto, um no hall de entrada com uma lâmpada central.

Para instalação do sistema foi necessário passar para cada ambiente apenas dois cabos por lâmpadas, de bitola 1,5mm de acordo com os cálculos efetuados, levando esses cabos diretamente para a central do equipamento. Essa automação é possível acionar via controle infravermelho e também por um comando fixo instalado em uma caixa 4X2 Tigre, instalada no local mais cômodo para o usuário.

Foi necessário passar um circuito de alimentação, o equipamento permite a ligação bivolt, ou seja, tanto 127 volt quanto 220 volt. Foi escolhido pelo sistema 220 volt, já que está sendo visado o baixo custo e consumo de energia.

Para a comunicação do sistema com a placa de acionamento fixa, foi necessário passar apenas um cabo CAT-5 simples, para a comunicação. Esse equipamento emite um sinal para ligar e desligar as lâmpadas, e também para controlar a intensidade das mesmas, proporcionando uma economia com o controle de luminosidade das lâmpadas.

4.2 Cálculo de Energia

O consumo de energia elétrica dos aparelhos de uma casa é obtido aplicando a seguinte expressão:

$$K=(t*P)/ 1000$$

1

onde **k**: quilowatt hora, **t**: tempo em que o produto permanece ligado, **P**: potência do aparelho (encontrado nos manuais e na etiqueta do aparelho).

Todo aparelho possui uma potência que é dada em watt (W), e quanto mais tempo ligada maior o consumo de energia elétrica.

4.3 Custo de Instalação

Tabela 3 – Estimativa de custo de uma residência convencional.

PRODUTO	QUANTIDADE	PREÇO (R\$)	TOTAL (R\$)
Lâmpada incandescente 100W	6	15,00	90,00
Lâmpada incandescente 60W	4	7,00	28,00
Lâmpada incandescente 40W	2	4,00	8,00
		TOTAL (R\$)	126,00

Tabela 4 – Estimativa de custo de uma automação básica.

PRODUTO	QUANTIDADE	PREÇO (R\$)	TOTAL (R\$)
Lâmpada LED 10W	10	100,00	1000,00
Lâmpada LED 7W	2	55,00	110,00
Sensor de presença (infravermelho)	2	18,00	36,00
Coletor solar 1m x 1,30m	3	400,00	1200,00
Reservatório térmico (boiler) 300L	1	1100,00	1100,00
TOTAL (R\$)			3446,00

Com base nas estimativas amostradas nas tabelas, o custo da automação fica R\$ 3320,00 mais caro que a residência convencional.

Abaixo uma tabela mostrando o tempo de retorno do investimento, levando em conta a economia de energia e de gastos na troca das lâmpadas, sendo que a vida útil das lâmpadas de LED é significativamente maior que das incandescentes (simulando a troca das lâmpadas incandescentes a cada 6 meses, acrescentando o valor).

Tabela 5 – Tempo de retorno do investimento na iluminação.

Mês	Custo convencional (R\$)	Custo iluminação LED (R\$)	Economia (R\$)	Valor pago do investimento (R\$)	Porcentagem paga do investimento (%)
1º	228,18	131,80	96,38	96,38	2,9
2º	228,18	131,80	96,38	192,76	5,8
3º	228,18	131,80	96,38	289,14	8,7
4º	228,18	131,80	96,38	385,52	11,6
5º	228,18	131,80	96,38	481,90	14,5
6º	354,18	131,80	222,38	704,28	21,2
7º	228,18	131,80	96,38	800,66	24,1
8º	228,18	131,80	96,38	897,04	27,0
9º	228,18	131,80	96,38	993,42	29,9

10º	228,18	131,80	96,38	1089,80	32,8
11º	228,18	131,80	96,38	1186,18	35,7
12º	354,18	131,80	222,38	1408,56	42,4
13º	228,18	131,80	96,38	1504,94	45,3
14º	228,18	131,80	96,38	1601,32	48,2
15º	228,18	131,80	96,38	1697,70	51,1
16º	228,18	131,80	96,38	1794,08	54,0
17º	228,18	131,80	96,38	1890,46	56,9
18º	354,18	131,80	222,38	2112,84	63,6
19º	228,18	131,80	96,38	2209,22	66,5
20º	228,18	131,80	96,38	2305,60	69,4
21º	228,18	131,80	96,38	2401,98	72,3
22º	228,18	131,80	96,38	2498,36	75,2
23º	228,18	131,80	96,38	2594,74	78,1
24º	354,18	131,80	222,38	2817,12	84,8
25º	228,18	131,80	96,38	2913,50	87,7
26º	228,18	131,80	96,38	3009,88	90,6
27º	228,18	131,80	96,38	3106,26	93,5
28º	228,18	131,80	96,38	3202,64	96,4
29º	228,18	131,80	96,38	3299,02	99,3
30º	228,18	131,80	96,38	3395,40	102,2

Em 30 meses (dois anos e meio), o investimento é inteiramente absorvido pela economia.

5 Conclusão

Neste trabalho foi utilizada a comparação entre dois tipos de instalação em uma residência: convencional e outra visando automação.

A partir da tese aqui apresentada ficaram evidentes os benefícios que a domótica pode trazer no dia a dia das pessoas, com relação ao conforto e praticidade, tempo, economia e segurança. Qualquer propriedade pode se dispor da automação, desde uma residência de alto padrão até uma simples casa de 4 cômodos.

Porém ainda é visível que a grande maioria ainda não está acostumada com esses projetos automatizados. Às vezes essa falta de informação e conhecimento do cliente acaba o prejudicando, não aproveitando o máximo desempenho que essa nova tecnologia pode lhe oferecer. São os profissionais da área de construção civil, fabricantes e de automação residencial que tem a missão de reverter o pensamento utópico das pessoas sobre esse tema. Com isso novas oportunidades no mercado de trabalho irão surgir, novos estudos e técnicas serão apresentadas a partir de experiências e principalmente, o cliente terá opção de escolher por uma melhor qualidade de vida na hora de projetar sua casa, que conseqüentemente lhe trará maiores benefícios.

É válido lembrar também que a domótica é um grande aliado de pessoas idosas e de portadores de necessidades físicas, auxiliando-os nas mais diversas tarefas domésticas. A automação residencial não é o futuro, é o presente.

6 Bibliografia

AMORY, Alexandre e JUNIOR, Juracy Petrini. **Sistema Integrado e Multiplataforma para Controle Remoto de Residências. Dissertação (Mestrado em Engenharia)** – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001, 166f.

O que é Automação Residencial. GDS Automação. 2014. Disponível em: <http://www.gdsautomacao.com.br/public/index.php?option=com_content&view=article&id=51:o-que-e-automacao-residencial&catid=1:latest-news> . Acesso em: 13 abr. 2014.

BARROZO, O. **Automação residencial: o que é?** Orlando barrozo. 2012. Disponível em: <<http://orlandobarrozo.blog.br/?p=11315>>. Acesso em: 21 abr. 2014.

O que é Automação Residencial? Kalatec Home. 2013. Disponível em: <<http://www.kalatechome.com.br/empresa/automacao-residencial/>>. Acesso em: 17 abr. 2014.

ALDE, Alicia. **Automação Residencial.** Slide Share. 2009. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/AliciaAlde/automao-residencial-tcc>>. Acesso em: 01 mar. 2014.

SGARBI, Julio. TONIDANDEL, Flavio. **Domótica Inteligente: Automação Residencial baseada em Comportamento.** Centro Universitário da FEI. 2013 Disponível em: <http://fei.edu.br/~flaviot/pub_arquivos/wtdia06.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2014.

GASTALDI, Bruno. **Automação residencial utilizando microcontroladores e tecnologias de estado da arte em programação voltada à Internet.** Slide Share. 2013. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/BrunoGastaldi1/tcc-automao-residencial-bruno-gastaldi>>. Acesso em: 07 mar. 2014.

BLATT, Roberto. **Como fazer seu TCC de automação residencial.** Alltomatic. 2014. Disponível em: <<http://www.alltomatic.com.br/como-fazer-seu-tcc-de-automacao-residencial/>>. Acesso em: 24 abr. 2014.

ESTEVES, Taissa. **Conheça os benefícios da automação.** Disponível em: <<http://www.webcasas.com.br/revista/materia/reforma/280/conheca-os-beneficios-da-automacao/>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica. Anais EPUSP : engenharia de eletricidade São Paulo: Universidade de São Paulo. Escola Politécnica, 1988. 747 p.

BOLTON, W. Instrumentação & Controle. Brasil: Hemus, 2005.

SILVEIRA, Paulo R. da; SANTOS, Winderson E. dos. Automação e controle discreto. São Paulo: Érica, 1999.

MURATORI, José Roberto. **Automação Residencial: histórico, definições e conceitos.** Disponível em: <http://www.instalacoeseletricas.com/download/Automacao_residencial1.pdf> Acesso em: 19 maio 2014.

MURATORI, José Roberto e DAL BÓ, Paulo Henrique. **Cabeamento residencial para dados, voz e imagem.** Disponível em: <http://www.oseletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed63_fasc_automacao_res_cap2.pdf> Acesso em: 20 out. 2014.

MURATORI, José Roberto e DAL BÓ, Paulo Henrique. **Automação da instalação elétrica.** Disponível em:

<http://www.osetoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed64_fasc_automacao_res_cap3.pdf>
Acesso em: 20 out. 2014.

MURATORI, José Roberto e DAL BÓ, Paulo Henrique. **Soluções em automação residencial.** Disponível em:
<http://www.osetoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed65_fasc_automacao_cap4.pdf>
Acesso em 20 out. 2014.

MURATORI, José Roberto e DAL BÓ, Paulo Henrique. **Automação residencial – principais subsistemas.** Disponível em:
<http://www.osetoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed66_fasc_automacao_res_cap5.pdf>
Acesso em: 20 out. 2014.

MURATORI, José Roberto e DAL BÓ, Paulo Henrique. **Automação e eficiência energética.** Disponível em:
<http://www.osetoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed69_fasc_automacao_res_cap8.pdf>
Acesso em: 20 out. 2014.

MURATORI, José Roberto e DAL BÓ, Paulo Henrique. **Automação em áreas comuns de condomínios residenciais.** Disponível em:
<http://www.osetoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed70_fasciculo_automacao_cap9.pdf>
Acesso em: 20 out. 2014.

MURATORI, José Roberto e DAL BÓ, Paulo Henrique. **O futuro da automação residencial.** Disponível em:
<http://www.osetoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed71_fasc_automacao_cap10.pdf>
Acesso em: 20 out. 2014.

FÉLIX, Bruno. **Automação residencial: conforto, segurança e economia.** Disponível em:
<<http://www.opopular.com.br/editorias/magazine/automa%C3%A7%C3%A3o-residencial-conforto-seguran%C3%A7a-e-economia-1.313024>> Acesso em: 22 out. 2014.

MARQUES, Ricardo. **Automação residencial como aliada da segurança.** Disponível em:
<http://revistahometheater.uol.com.br/site/tec_artigos_02.php?id_lista_txt=7787> Acesso em 22 out. 2014.

GUERRA, Juarez. **Automação residencial: conceitos e cases.** Disponível em:
<http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/32590/mod_resource/content/1/apre_aut_predial_cases.pdf> Acesso em: 24 out. 2014.

BRANCO, Prof. Carlos Gustavo. **Tópicos de automação residencial e predial.** Disponível em:
<<http://www.peteletrica.ufc.br/M6%20-%20T%C3%B3picos%20de%20Automa%C3%A7%C3%A3o%20Residenciaol%20e%20Predial.pdf>>
Acesso em: 24 out. 2014.

MARIN, Paulo Sérgio. **Automação residencial: visão geral e aplicações.** Disponível em:
<http://www.paulomarin.com/Files/home_automation_article.pdf> Acesso em 24 out. 2014.

ELETRICISTA, Portal. **CFTV: segurança em circuito fechado de TV.** Disponível em:
<<http://www.portaleletricista.com.br/cftv/>> Acesso em: 25 out. 2014.

Automação de persianas. Disponível em:
<<http://www.dellabruce.com.br/automacao-de-persianas.html>> Acesso em 25 out. 2014.