

## **AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL**

**MOACIR PENACHIM NETO**

**Orientadora : Prof. MSc. Debora Meyhofer Ferreira**

---

Campinas, Dezembro de 2009

**UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO**  
**CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL**

Moacir Penachim Neto

Relatório apresentado à Banca Examinadora do  
Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia  
Elétrica para análise e aprovação.  
Orientadora: Prof. Debora Meyhofer Ferreira

Campinas (SP), dezembro de 2009

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a minha esposa Eliane, aos meus filhos Isabella e Arthur pela participação, incentivo e compreensão em todos os momentos da minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter dado forças e condições para conclusão deste trabalho.

Agradeço minha professora e orientadora Débora Meyhofer Ferreira pela dedicada orientação para a realização deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos Edsel e Marcio Amaral pela colaboração e materiais essenciais para elaboração deste Trabalho.

Agradeço também meus colegas de graduação e professores que participaram de forma direta ou indireta na realização deste trabalho.

# SUMÁRIO

## Sumário

LISTA DE ABREVIATURAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xi
Capítulo 1 - INTRODUÇÃO .....	1
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	1
1.2 Objetivo Geral .....	2
1.3 Objetivos Específicos.....	2
1.4 METODOLOGIA .....	3
CAPÍTULO II - AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL.....	4
2.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL.....	4
2.2 SOLUÇÕES PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL.....	5
2.2.1 BACnet ( <i>Building Automation and Control Network</i> ) .....	5
2.2.2 EIB ( <i>European Installation Bus</i> ) .....	6
2.2.3 LonWorks (LON - Local Operating Network) .....	6
2.2.4 TECNOLOGIA X-10.....	7
2.2.5 Tecnologia Z-Wave.....	8
2.3 SENSORES.....	9
2.3.1 Sensores de Temperatura.....	10
2.3.2 Sensores de Presença e Movimento .....	10
2.3.3 Sensor de Iluminação .....	11
Capítulo III – COMUNICAÇÃO WIRELESS .....	12
3.1 TECNOLOGIA WIRELESS.....	12
3.2 INTRODUÇÃO .....	12
3.3 WIFI.....	13
3.3.1 Principais padrões .....	14
3.3.2 Dispositivo Padrão.....	15
3.4 BLUETOOTH .....	16
3.4.1 Funcionamento do Blue tooth .....	17
3.5 ZIGBEE .....	18
Capítulo IV – APLICAÇÕES.....	20
4.1 BENEFÍCIOS DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL .....	20

<b>4.2 SEGURANÇA .....</b>	<b>21</b>
<b>4.3 CONFORTO.....</b>	<b>21</b>
<b>4.4 ENERGIA .....</b>	<b>21</b>
<b>4.5 COMUNICAÇÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>4.6 CONTROLE EFICIENTE DE ILUMINAÇÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>4.7 AUXILIANDO PORTADORES DE DEFICIÊNCIA .....</b>	<b>24</b>
<b>4.8 ACESSO REMOTO VIA INTERNET .....</b>	<b>24</b>
<b>Capítulo V – ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>25</b>
<b>Capítulo VI – CONCLUSÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>28</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS

AC – *Alternating current*;  
CEBus - *Consumer Electronics Bus*;  
CFTV – *Circuito Fechado de TV*;  
CLP - *Controladores Lógicos Programáveis*;  
CSMA - *Carrier Sense Multiple Access*;  
CSMA/CA - *Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*;  
DAC – *Date Acquisition Card*;  
DLL - *Dynamic Link Librarie*;  
DVD - *Digital Video Disc*;  
EAP - *Extensible Authentication Protocol*;  
EHS - *European Home Systems*;  
EHSA - *European Home System Association*;  
EIA - *Electronics Industries Association*;  
EIB - *European Installation Bus*;  
EIT - *Enhanced Installation Tool*;  
HBS - *Home Bus System*;  
HLT - *Home Linking Technology*;  
HVAC -  
IHM - *interface homem máquina*;  
ISDN - *Integrated Services Digital Network*;  
LAN - *Local Area Network*;  
LON - *Local Operating Network*;  
MAC - *Medium Access Control*;  
PCI - *Peripheral Component Interconnect*;  
PLC - *Power Line Communication*;  
TI - *Tecnologia da Informação*;  
TCC - *Trabalho de Conclusão de Curso*;  
USF - *Universidade São Francisco*;  
WAN - *Wide Area Network*;

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Kit X-10 .....	8
Figura 2 - Arquitetura de Rede <i>Z-Wave</i> , [ Fonte: 13] .....	9
Figura 3 - Termistor do tipo NTC .....	10
Figura 4 - Sensor de Movimento .....	11
Figura 5 - LDR .....	12
Figura 6 - Adaptador de rede PCI com tecnologia Wi-Fi.....	14
Figura 7 – Benefícios de Domótica.....	20
Figura 8- Redução de Energia com a utilização de sensores (IFOX).....	23



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Tecnologia sem fio LAN/PAN. Fonte (Frezel, 2004).....	13
Tabela 2 - Comparação das características entre Bluetooth e ZigBee. Fonte (Baker, 2005) .....	19
Tabela 3 – Tabela de Orçamento.....	25
Tabela 4 – Consumo de Energia .....	26

## RESUMO

**Penachim, Moacir Neto. Automação Residencial.** Campinas, 2009 41f , Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Francisco, Campinas, 2009.

Ao longo deste trabalho mostrarei um pouco do vasto mundo da automação residencial. Apesar de ainda nos dias de hoje ela representar um símbolo de status, pois seu custo de instalação ainda é muito alto, com certeza deverá ser um item obrigatório e diferenciação nos próximos projetos de casas que serão construídas daqui para frente. Ela deixará de ser um símbolo de status para ser um item do nosso dia a dia, assim como o celular também foi um símbolo de status em um passado recente e hoje é um dos itens mais comuns do nosso dia a dia.

A automação residencial será um item fundamental para o objetivo de uma sociedade mais responsável ecologicamente, que combate todo tipo de desperdício. Ela deverá ajudar no combate ao desperdício de energia, de água, além de ajudar aos deficientes físicos ou com outro tipo de deficiência na sua tarefa de inclusão e independência em relação as suas atividades de vida diária.

A automação irá trazer um conforto muito grande a nossa vida, pois facilitará muitas atividades que temos que fazer rotineiramente, e poderão ser automatizados, além de permitir que a casa seja projetada com vários cenários diferentes de iluminação. Permite o controle de segurança através da utilização de sistemas de vigilância de CFTV, sistemas de alarmes e detecção e combate a incêndios, ou seja, muitas possibilidades, que irão depender apenas das necessidades e dos recursos disponíveis para o projeto.

**Palavras-chave:** Automação residencial. Domótica.

## **ABSTRACT**

**Penachim**, Moacir Neto. Home Automation. Campinas, 2009 41f , Course Final Report São Francisco University, Campinas, 2009.

In this report shows the dimensions of the home automation. However in the present days when this technology represents as symbol of status due the high costs of installation and implementation, will become standard feature in the new future house developments.

As cellular phones in the first days were a luxury device, the home automation will become a common item in our lives. The Home Automation will become a fundamental key in our society regarding future ecologic goals and reducing high volume of waste

The Energy Savings process will have huge impact with this technology, also will help handicap persons in their daily home activities.

The Automation will bring new perspectives of comfort in all aspects of home environment as lighting, security, safety, entertainment and others.

Lots of activities which are repetitive and performed in the daily basis, can be automated, resulting in a time and money saving perspectives. The initial investment could be high but at the long end run will be extreme beneficial.

**Keywords:** *Home Automation, Domotic.*

# Capítulo 1 - INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

Atualmente o grande conceito que a sociedade moderna e ecologicamente correta busca, são sistemas e processos que utilizam racionalmente os recursos naturais existentes.

Na década de 80, começou-se um movimento que já tinha o conceito da casa inteligente, cujo foco principal era buscar uma melhor gestão (economia) da energia elétrica.

Por definição, automação / domótica é uma tecnologia recente que permite a gestão de todos os recursos habitacionais. O termo “Domótica” resulta da junção da palavra latina “Domus” (casa) com “Robótica” (controle automatizado de algo). É um processo no qual coloca-se um sistema eletrônico dotado de um conceito pré-programado e sobre o qual não há mais necessidade de um pensamento consciente durante o seu funcionamento.

A automação residencial trás em um primeiro momento, um sentimento de status, porém ao longo de sua utilização consegue-se obter uma otimização na utilização de diversos recursos de forma muito eficiente (exemplo, luz, gás, ar condicionado, água) além do conforto que este tipo de sistema produz.

Outro ponto importante da automação residencial é a facilidade e independência que uma casa automatizada permite a um usuário portador de necessidade especial. Para este tipo de usuário, a automação passa a ser uma facilidade ou um instrumento que irá permitir uma total independência em relação a sua casa. Ele através de um controle remoto pode controlar a iluminação, a água do jardim, o ar condicionado ou qualquer outro sistema automatizado

Atualmente a quantidade de equipamentos disponíveis para a realização de um projeto de automação residencial é muito grande, mas ainda possui um custo muito alto. Por isso, o planejamento do que se pretende obter com a automação em uma residência, passa a ser um requisito fundamental para que seu o projeto atenda de maneira eficiente a expectativa de conforto, economia e custo de proprietário.

Com a finalidade de focar nas imensas possibilidades que podem ser exploradas por um sistema completo de automação residencial, esse trabalho irá focar nos sistemas

oferecidos pela empresa Vantage, e considerados o estado da arte pelo mercado de automação residencial nos EUA.

Neste ponto é importante mostrar a diferença entre Automação Residencial x Automatização. É comum as casas terem algum processo automatizado. Podemos citar como exemplo, um portão eletrônico, um sistema para irrigar jardim, entre outros tantos.

A Automação será responsável por integrar todos os sistemas automatizados e que funcionam separadamente, em um processo único, com uma inteligência única, onde através de um controle remoto, você pode abrir o portão, disparar o sistema de irrigação do jardim ou controlar a intensidade de luz da sala de televisão. A Automação residencial é o processo que possibilita esta integração.

## **1.2 Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho é apresentar os conceitos, tecnologias de redes de automação e principais protocolos utilizados atualmente pelo mercado na integração da automação residencial e controle de iluminação, além de demonstrar a redução do consumo de energia elétrica, e as facilidades que o sistema oferece ao portador de necessidades especiais.

## **1.3 Objetivos Específicos**

São objetivos específicos deste projeto:

- Estudar as principais tecnologias e os principais protocolos do mercado;
- Estudar os principais sistemas Wireless utilizados na automação residencial;
- Estudar os benefícios da automação residencial;
- Apresentar um estudo de caso de automação residencial.

## **1.4 Metodologia**

O trabalho seguiu as seguintes etapas;

- Etapa 1: Levantamento Bibliográfico sobre normas e técnicas de Automação Residencial. Estudo dos requisitos mínimos para o projeto de um sistema de automação residencial
- Etapa 2: Levantamento dos pontos mais críticos do sistema a serem estudados.
- Etapa 3: Definição da metodologia de teste e medição a ser aplicada.
- Etapa 4: Estudo de possíveis técnicas de solução.
- Etapa 5: Conclusões e perspectivas futuras.

## **1.5 Estrutura do Trabalho**

O Capítulo 1 apresenta o contexto e os principais objetivos do trabalho. O capítulo 2 apresenta um histórico da automação residencial assim como as principais tecnologias utilizadas. O capítulo apresenta as principais técnicas de comunicação wireless usada na automação residencial. O capítulo 4 apresenta as principais aplicações da automação residencial. O capítulo 5 apresenta um estudo de caso e no capítulo 6 a conclusão do trabalho.

## CAPÍTULO II - AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

### 2.1 Breve Histórico sobre Automação Residencial

A automação surgiu ainda nos primórdios da Humanidade, ausente de uma data que se caracterize como marco. Considera-se automatização qualquer processo que auxilie o Ser Humano nas suas tarefas do dia-a-dia, sejam elas comerciais, industriais, domésticas ou no campo. Como exemplo, podemos citar o uso da Roda d'água na automatização do processo de moagem, serrarias, ferrarias e trituração de grãos em geral.

A Revolução Industrial alavancada no século XVIII propiciou ainda mais a Automação no mundo, surgida a partir da mecanização, ao qual utilizamos até hoje em muitos processos produtivos. [3]

O desejo de automação em projetos de pequeno e médio porte com características comerciais ou residenciais começou a surgir na década de 80 quando companhias como a Leviton2 ® começaram a desenvolver sistemas de automação predial alcançando quatro milhões de edifícios e casas já no ano de 1996. Como o grande número de aplicações e oportunidades geradas pelo computador pessoal, pelo surgimento da Internet e pela redução dos custos do hardware, criou-se uma nova cultura de acesso à informação digitalizada. Esses fatores permitiram elevar o projeto elétrico de seu nível convencional para um superior no qual todas as suas funções desenvolvidas estejam integradas e trabalhando em conjunto [1].

No início dos projetos de automação residencial, os sistemas autônomos mais utilizados eram baseados no protocolo de comunicação X10, projetado inicialmente pela *Pico Eletronics* ®. Os sistemas autônomos são caracterizados pela independência de integração, sendo normalmente, sistemas independentes. Uma característica do protocolo X10, é que ele não apresenta um *feedback* da ação realizada, ou seja, não temos a certeza de que o comando enviado foi realizado com sucesso ou não.

Estes sistemas evoluíram desde então para as modernas centrais de processamento utilizadas atualmente juntamente com controles remotos programáveis, que se constituiu em uma grande inovação, pois a casa pode passar a ser controlada através de apenas um *click*.

## **2.2 Soluções para Automação Residencial**

### **2.2.1 BACnet (*Building Automation and Control Network*)**

O padrão Bacnet (Building Automation and Control Network) surgiu em 1995 da cooperação entre empresas européias mediadas pela ASHRAE ( American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineers). Essa necessidade surgiu da necessidade de um padrão para automação em contrapartida à proliferação dos diversos protocolos proprietários que impediam o crescimento dos sistemas e a interoperabilidade [1]

O Bacnet é um protocolo utilizado para trabalhar com vários padrões de redes diferentes promovendo o funcionamento da comunicação destes diferentes sistemas. É um protocolo aberto e não proprietário, complexo quanto as suas imensas possibilidades de utilização e que foi proposto para ser trabalhado no mais alto nível, ou seja, a camada de gerenciamento da rede.

Através do Bacnet Committee, foi desenvolvidos várias classes para utilização do protocolo, com a finalidade de facilitar a sua implantação e implementação.

- PTP (point to point) suporta protocolos de modems (V.32 e V.42) e conexão serial direta EIA-232, com velocidades de 9.6 Kbps a 56 Kbps.
- MS / TP (máster slave / taking passing) utiliza par trançado blindado (STP) usando sinalização EIA-485 e operando com velocidades de 9.6 Kbps a 76 Kbps.
- Arcnet, padrão de rede token bus, suporta diferentes meios como EIA-485 (150 Kbps), cabo coaxial (7.5 Mbps), stp, fibra óptica e tipicamente par trançado a 2.5 Mbps.
- Ethernet, o padrão mais popular de redes que opera de 10 a 100 Mbps (fast ethernet) e roda em vários meios como STP, UTP, cabo coaxial e fibra óptica



- Lontalk, tecnologia da Echelon que utiliza LISA software e chipset proprietários.

### **2.2.2 EIB (*European Installation Bus*)**

O sistema EIB (*European Installation Bus*) é um sistema aberto e de alta confiabilidade, desenvolvido pela EIBA. Trata-se de um sistema de operação distribuído, baseado no modelo de referência OSI, para controle de redes, otimizado para o controle de casas e edifícios [12].

Conforme as redes de automação residencial e predial foram crescendo em conteúdo monitorado, a parte de cabos ficava cada vez mais difícil de ser implementada, pois era muito cabo.

O sistema EIB veio resolver este problema, pois seu funcionamento é baseado numa única linha radial que permite a transmissão de todos os tipos de informações bem como também reduz de maneira significativa o volume de cabos utilizados.

### **2.2.3 LonWorks (LON - Local Operating Network)**

LonWorks, ou simplesmente LON (*Local Operating Network*), é uma tecnologia produzida pela *Echelon Corporation* e introduzida no início dos anos 90. Trata-se de uma tecnologia que tem como principais objetivos a criação e a implementação de redes de controle interoperacionais, facultando as ferramentas necessárias à construção de nós inteligentes, subsistemas e sistemas, bem como a sua instalação e manutenção (Lockraff, M., 1996).

É atualmente a solução de automação residencial mais utilizada no mundo, pois possui milhares de desenvolvedores e milhões de dispositivos instalados pelo mundo e sua rede operacional é reconhecida internacionalmente.

Uma rede LonWorks possui um padrão de funcionamento diferente de outros sistemas, pois ele não utiliza o método mestre-escravo. Sua rede utiliza dispositivos

inteligentes situados em nós e que se comunicam uns com os outros através de um protocolo de comunicação chamado LonTalk. Esse protocolo é um protocolo proprietário, o que trás uma dependência do fabricante.

#### **2.2.4 Tecnologia X-10**

O X-10 PLC (Power Line Carrier) [2] é uma plataforma que permite a comunicação de produtos compatíveis através da estrutura de cabeamento elétrico, tendo sido desenvolvida originalmente na década de 70 pela empresa escocesa Pico Eletronics ®. Os primeiros produtos baseados em X-10 começaram a circular em 1979. Desde então, uma grande diversidade de produtos e soluções baseadas em X-10 têm sido desenvolvida. Um fato a ser destacado é que a patente original do X-10 expirou em dezembro de 1997, o que possibilitou a vários fabricantes o desenvolvimento de novos produtos sem a necessidade de pagamento de licença.

Como características marcantes, a plataforma disponibiliza até 256 endereços de equipamentos e caso seja necessário que mais de um equipamento responda a um mesmo sinal, uma simples configuração de endereço soluciona o problema. Além disso, X-10 não necessita de novos e custosos cabos. A plataforma estabelece três princípios no que diz respeito à manufatura e comercialização de produtos:

1. Os produtos devem possuir circuitos integrados com objetivo e desempenho específicos, isto é, adequados à aplicação;
2. A manufatura desses produtos deve ser de baixo custo e feita em grande quantidade;
3. Os produtos devem ser introduzidos no mercado a preços bastante acessíveis.

Pela sua característica básica de operar pela linha elétrica existente, o sistema X-10 é recomendado para aplicações autônomas não integradas, como acionamento de dispositivos elétricos simples. A rede elétrica, por sua vez, pode ocasionar alguns comportamentos erráticos dos componentes, seja pela existência de ruídos, falta de energia ou descargas elétricas.

Por se tratar de produtos relativamente baratos e de fácil aplicação, a intenção de adotar o X-10 em variadas aplicações por toda a casa, é grande por parte dos usuários. Alguns exemplos tais como: ligar/desligar luzes remotas e acionar eletrodomésticos e portas à distância fazem parte deste contexto. No entanto, como sua confiabilidade é limitada, não é recomendado seu uso em aplicações críticas (ligadas à segurança doméstica, por exemplo) já que o estabelecimento de sistemas de monitoramento para avaliar o status de um equipamento X-10 acrescenta complexidade e custos elevados ao sistema. Outro problema para sua utilização em larga escala é sua baixa integração com os demais sistemas automatizados que utilizam cabeamentos dedicados (áudio, vídeo, alarmes, por exemplo). Isto restringe seu uso, pois poderia acrescentar dificuldade de manuseio para o usuário, que estaria às voltas com interfaces diferentes para cada sistema de automação. A Figura 1 ilustra o kit *Activehome 1142*, que possui uma interface para uso integrado com PCs, através de comunicação serial.

Através desse kit é possível programar eventos como a ativação de aparelhos e lâmpadas, ou ativá-los com um simples pressionar de botões.



Figura 1 – Kit X-10

### 2.2.5 Tecnologia Z-Wave

*Z-Wave™* é uma tecnologia de comunicação sem fio desenvolvida para controle residencial e comercial e para aplicações de monitoramento de estados, como chaves liga/desliga, abertura e fechamento de portões, sensores de detecção de movimento e alarmes de incêndio, dentre outros. Segundo [14], *Z-Wave* transforma qualquer dispositivo

isolado num dispositivo de rede inteligente, que pode ser controlado e monitorado através de um sistema de comunicação sem fio.

A Figura 2 apresenta um exemplo de arquitetura permitida em uma rede *Z-Wave*.

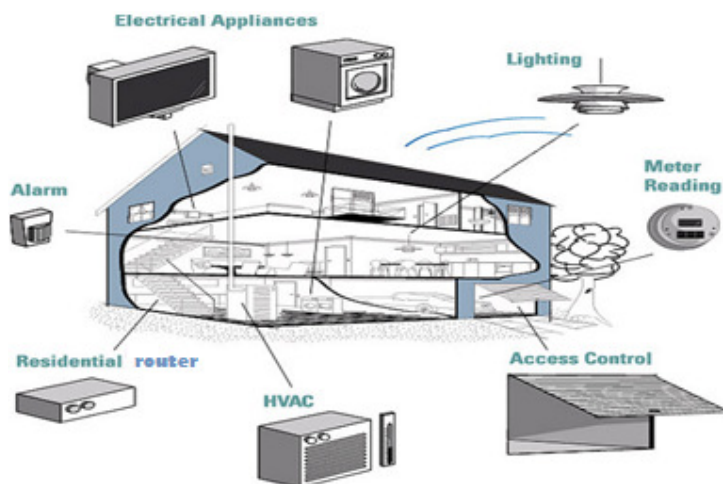


Figura 2 - Arquitetura de Rede *Z-Wave*, [ Fonte: 13]

A tecnologia *Z-Wave* é disponibilizada num *chip*, onde a pilha de protocolos de comunicação está embarcada junto com uma área de memória *flash*, onde podem ser gravados os protocolos de comunicação de fabricantes que utilizarem *Z-Wave* como meio de transporte para suas aplicações.

O princípio de roteamento dinâmico integrado à tecnologia *Z-Wave* assegura uma escalabilidade virtualmente ilimitada em relação ao alcance do sinal. Isso acontece porque cada dispositivo repete o sinal recebido aos outros com os quais mantém contato. Isso facilita a comunicação em pontos onde o sinal é muito fraco ou imperceptível, já que os demais roteadores continuarão repassando as ordens através de outras rotas, assegurando uma transmissão robusta que cobre o perímetro inteiro.

## 2.3 Sensores

Por definição, sensor é um elemento que recebe e responde a um estímulo, convertendo um tipo de energia em outro

Neste capítulo abordarei três tipos de sensores utilizados no processo de automação residencial;

- Sensores de Temperatura;
- Sensores de Presença e Movimento;
- Sensores de Iluminação.

### **2.3.1 Sensores de Temperatura**

Existem vários tipos de sensores para medir temperatura: Termômetros de mercúrio, termômetros digitais, entre outros. Em relação às várias opções existentes no mercado, vamos abordar o termistor.

Os termistores são resistores sensíveis a alteração de temperatura e que informam com grande precisão estas alterações. Existem dois tipos: PTC (coeficiente de temperatura positivo) e NTC (coeficiente de temperatura negativo).

Os termistores trabalham com temperaturas entre  $-100^{\circ}$  a  $600^{\circ}$  Fahrenheit e são extremamente estáveis termicamente, sendo os mais recomendados para trabalhar com medida de temperatura e controle para qualquer natureza de equipamento.

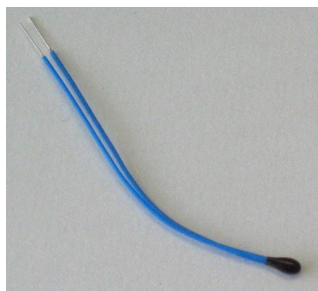


Figura 3 - Termistor do tipo NTC

### **2.3.2 Sensores de Presença e Movimento**

Existem alguns tipos de sensores de movimento e um dos mais comuns são os que as lojas possuem e envia um feixe de luz cruzando o espaço perto da porta e um fotosensor do outro lado desse espaço. Quando um cliente quebra o feixe, o fotosensor detecta a mudança na quantidade de luz e toca uma campainha. Outras empresas possuem um sistema de abertura de portas automática, que fica enviando um sinal e capta o seu retorno. Quando uma pessoa atravessa este feixe e altera o sinal da volta, o sistema entende esta alteração e promove a abertura da porta. Esses sistemas são considerados ativos, pois eles injetam energia (luz, microondas ou som) no ambiente para detectar qualquer espécie de alteração

O sensor de movimento na sua maior aplicação é um sistema passivo que detecta energia infravermelho. Esses sensores são conhecidos como detectores PIR (infravermelho passivo) ou sensores piroelétricos. Para fabricar um sensor que possa detectar uma pessoa, é necessário fazer com que o sensor seja sensível à temperatura do corpo humano. Pessoas, que têm a temperatura da pele ao redor de 34°C, irradiam energia infravermelho com comprimento de onda entre 9 e 10 micrômetros. Portanto, os sensores são normalmente sensíveis na faixa dos 8 a 12 micrômetros.

Estes sensores são componentes eletrônicos simples como um fotosensor. A luz infravermelho joga elétrons em um espaço e esses elétrons podem ser detectados e amplificados em um sinal.



Figura 4 - Sensor de Movimento

### 2.3.3 Sensor de Iluminação

Os sensores de iluminação têm como componente principal o LDR (*light dependent Resistor*), que é um resistor cuja resistência varia de acordo com a intensidade de luz que incide sobre ele. Sua resistência diminui quando a incidência de luz é muito alta ou a resistência aumenta quando a incidência de luz é baixa.



Figura 5 - LDR

## Capítulo III – COMUNICAÇÃO WIRELESS

### 3.1 Tecnologia Wireless

A tecnologia *wireless* descreve o sistema em que as ondas Eletromagnéticas carregam o sinal sobre parte ou todo o trajeto de comunicação sem a utilização de cabos [16].

As redes *wireless* devem permitir em curto prazo acesso a rede em todos os lugares possíveis. É a maior aposta numa democratização do acesso a informação. Atualmente este é um dos sistemas de telecomunicações que mais crescem no mundo, pois estão sendo utilizados pelos mais variados segmentos, como por exemplo, residencial, industrial, comércio, etc..

### 3.2 Introdução

A promessa de democratização das redes wireless conduziu à distribuição difundida dos serviços de voz e dados baseados nessa tecnologia, exemplificado por redes de celulares e por redes de área local sem fio (WLAN) [17].

Segue abaixo um quadro comparando algumas tecnologias sem fios, com os seus respectivos padrões;

WIRELESS LAN/PAN TECHNOLOGIES								
Property	802.11 Wi-Fi	Bluetooth	ZigBee	UWB	UHF	Wireless USB	IR Wireless	Near Field Magnetic
Operating frequency	802.11 b/g 2.4 GHz 802.11 a 5GHz	2.4 GHz	868 MHz (Europe) 902-928 MHz (The Americas) 2.4 GHz (Worldwide)	3.1-10.6 GHz	260-470 MHz 902-928 MHz	2.4 GHz	Infrared 800-900 nm	Magnetic Coupling
Data rate	11 Mbits/s 54 Mbits/s	1Mbits/s	20 kbits/s 40 kbits/s 250 kbits/s	100-500 Mbits/s	10-100 kbits/s	62.5 kbits/s	20-40 kbits/s 115 kbits/s 4 & 16 Mbits/s	64-384 kbits/s
Range	100 meters 50 meters	10 meters	10-100 meters	<10 meters	10 meters-10 miles	10 meters	1-9 meters Line-of-sight	1-3 meters
Networking	Point-to-multipoint	Ad hoc piconets	Ad hoc, star, peer-to-peer, mesh	Point-to-point	Point-to-point	Point-to-point	Point-to-point	Point-to-point
Complexity	High	High	Low	Medium	Lowest	Low	Low	Low
Power consumption	High	Medium	Very low	Low	Low	Low	Low	Low
Applications	WLAN hotspots	Wireless headsets, PC-PDA-laptop connections.	Industrial monitoring and control. Home automation and control. Sensor networks. Toys, games, medical, automotive.	Home entertainment networks. Streaming video.	Coded remote control. Remote keyless entry, garage doors.	PC peripherals	Remote control, PC-PDA-laptop links.	Wireless headsets. Automotive.

Tabela 1 - Tecnologia sem fio LAN/PAN. Fonte (Frezel, 2004)

### 3.3 Wi-Fi

Wi-Fi foi uma marca licenciada originalmente pela Wi-Fi Alliance para descrever a tecnologia de redes sem fios embarcadas (WLAN) baseadas no padrão IEEE 802.11. O termo Wi-Fi foi escolhido como uma brincadeira com o termo "Hi-Fi" e pensa-se geralmente que é uma abreviatura para **w**ireless **f**idelity, no entanto a Wi-Fi Alliance não reconhece isso. Comumente o termo Wi-Fi é entendido como uma tecnologia de interconexão entre dispositivos sem fios, usando o protocolo IEEE 802.11.

O padrão Wi-Fi opera em faixas de frequências que não necessitam de licença para instalação e/ou operação. Este fato as tornam atrativas. No entanto, para uso comercial no Brasil é necessária licença da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel).

Para se ter acesso à internet através de rede Wi-Fi deve-se estar no raio de ação ou área de abrangência de um ponto de acesso (normalmente conhecido por hotspot) ou local público onde opere rede sem fios e usar dispositivo móvel, como computador portátil, Tablet



PC ou PDA com capacidade de comunicação sem fio, deixando o usuário do Wi-Fi livre em usá-lo em lugares de "não acesso" à internet, como: Aeroportos.



Figura 6 - Adaptador de rede PCI com tecnologia Wi-Fi

Hoje, muitas operadoras de telefonia estão investindo pesado no **Wi-Fi**, para ganhos empresariais.

Atualmente todos os computadores portáteis vêm de fábrica com dispositivos para rede sem fio no padrão Wi-Fi (802.11**b**, **a** ou **g**). O que antes era acessório está se tornando item obrigatório, principalmente devido ao fato da redução do custo de fabricação

### 3.3.1 Principais padrões

Os principais padrões na família IEEE 802.11 são:

**IEEE 802.11a:** Padrão Wi-Fi para frequência 5 GHz com capacidade teórica de 54 Mbps.

**IEEE 802.11b:** Padrão Wi-Fi para frequência 2,4 GHz com capacidade teórica de 11 Mbps. Este padrão utiliza DSSS (Direct Sequency Spread Spectrum – Seqüência Direta de Espalhamento de Espectro) para diminuição de interferência.

**IEEE 802.11g:** Padrão Wi-Fi para frequência 2,4 GHz com capacidade teórica de 54 Mbps.

Wi-Fi Protected Access (WPA e WPA2): padrão de segurança instituído para substituir padrão WEP (Wired Equivalent Privacy) que possui falhas graves de segurança, possibilitando que um *hacker* pudesse quebrar a chave de criptografia após monitorar poucos minutos de comunicação.

### **3.3.2 Dispositivo Padrão**

Um ponto de acesso sem fio conecta um grupo de dispositivos sem fio a uma LAN com fio. Um ponto de acesso é semelhante a um HUB de rede, retransmitindo dados entre dispositivos sem fio conectados e (normalmente) a um único dispositivo com fios conectado, usualmente um HUB ethernet ou SWITCH, permitindo aos dispositivos sem fio comunicarem-se com outros dispositivos com fio.

Adaptadores sem fio permitem conectar dispositivos à rede sem fio. Estes adaptadores conectam dispositivos através de várias interconexões externas ou internas como PCI, miniPCI, USB , ExpressCard, Cardbus e PC card. Os laptops mais novos são equipados com adaptadores internos. Placas internas são geralmente mais difíceis de instalar.

Roteadores sem fio integram uma WAP, SWITCH ethernet, e um firmware interno com aplicação de roteamento que provê Roteamento IP, NAT e encaminhamento de DNS através de uma interface WAN integrada. Um roteador sem fio permite que dispositivos ethernet de LAN cabeadas e sem fio conectem-se a (normalmente) um único dispositivo WAN, como um cable modem ou DSL modem. Um roteador wireless permite que todos os três dispositivos (principalmente pontos de acesso e roteadores) sejam configurados através de um utilitário central. Este utilitário é geralmente um servidor web integrado que serve páginas para clientes da rede cabeada e sem fio da LAN e opcionalmente para clientes da WAN. Este utilitário pode também ser uma aplicação que roda em um computador como o Apple's Airport.

Uma ponte de rede sem fio conecta uma rede cabeada a uma rede sem fio. Isto é diferente de um ponto de acesso de modo que um ponto de acesso conecta dispositivos sem fio a uma rede cabeada na camada data-link. Duas pontes sem fio podem ser usadas para conectar duas redes cabeadas sobre um link sem fio, útil em situações onde uma rede cabeada pode não estar disponível, como entre duas casas separadas.

Extensores de alcance ou repetidores podem estender o alcance de uma rede sem fio existente. Extensores de alcance podem ser posicionados estrategicamente para cobrir um área ou permitir que a área do sinal atravesse barreiras como aquelas criadas em corredores

em forma de “L”. Dispositivos sem fio conectados através de repetidores irão sofrer uma latência maior para cada salto. Ainda, um dispositivo sem fio conectado a qualquer um dos repetidores em uma corrente terão uma performance limitada pelo link mais fracos entre dois nós na corrente da qual a conexão é originada até onde a conexão termina.

### 3.4 Bluetooth

O Bluetooth é uma tecnologia de transmissão de dados via sinais de rádio de alta frequência, entre dispositivos eletrônicos próximos, que vem sendo desenvolvida num consórcio, que originalmente incluía a Ericsson IBM, Nokia, Toshiba e Intel, mas atualmente já conta com mais de 20 companhias [6].

A distância ideal é de no máximo 10 metros e a distância máxima é de 100 metros. Uma das vantagens é a utilização de transmissores baratos e pequenos o suficiente para serem incluídos em praticamente qualquer tipo de dispositivo, começando por notebooks, celulares e micros de mão, passando depois para micros de mesa, mouses, teclados, joysticks, fones de ouvido, etc

A grande vantagem do Bluetooth é o fato de ser um padrão aberto e livre de pagamento de *royalties*, o que tem levado muitos fabricantes a se interessar pela tecnologia.

As especificações técnicas do padrão são as seguintes:

Alcance ideal: 10 metros

Alcance máximo: 100 metros (em condições ideais e com ambos os transmissores operado com potência máxima)

Frequência de operação: 2.4 GHz

Velocidade máxima de transmissão (em condições ideais): 1 Mbps (na prática a transmissão de dados é bem menor, pois estes 1 Mbps inclui os sinais de modulação, além de que nem sempre os aparelhos estarão operando em condições ideais)

Potência da transmissão: 1 mW a 100 mW

### 3.4.1 Funcionamento do Bluetooth

O dispositivo Bluetooth conecta-se em *piconets* - pequenas redes compreendidas de um dispositivo mestre conectado em qualquer lugar com um a sete dispositivos escravos ativos. Quando os *piconets* múltiplos são interconectados, criam redes sem fios chamadas *scatternets*.

Os dispositivos de *Bluetooth* têm quatro estados básicos de operação:

- Mestre (*Master*) – Controle de um *piconet*;
- Escravo Ativo (*Active slave*) – Conectado e participando ativamente de uma rede *piconet*, monitorando ou participando;
- Escravo Passivo (*Passive slave*) – Continua logicamente parte de uma *piconet*, mas em modo de baixa prioridade, ocasionalmente monitorando a rede, permanece sincronizado;
- Em espera (*Standby*) – Não está conectado a um *piconet*, aguardando ocasionais pedidos de outros dispositivos, não sincronizado com o resto da rede.

Devido ao fato do *Bluetooth* utilizar ondas eletromagnéticas, os especialistas temem a sua segurança. Tal fato pode ser explicado por três aspectos:

1. A sequência específica do *hopping* de canais é conhecida somente à emissão e aos dispositivos de recepção;

2. Rotina de autentificação do tipo desafio-resposta para verificar a validade da unidade de recepção;
3. A chave de criptografia com tamanho de 128 bits para estabelecer a transmissão entre dispositivos.

### 3.5 ZigBee

Os principais requisitos deste tipo de sistema são baixa latência, otimização para baixo consumo de energia, possibilidade de implementação de redes com elevado número de dispositivos e baixa complexidade dos nós de rede.

O padrão ZigBee (ZIGBEE-ALLIANCE, 2006) é um padrão mais recente, criado com o objetivo de suprir esses requisitos, e juntamente com o padrão IEEE1 802.15.4 (GUTIERREZ *et al.*, 2001),

A tecnologia ZigBee cria uma rede em forma de malha onde dispositivos trabalham juntos para enviar dados. É uma rede wireless (RF) de baixa largura da banda com tecnologia de controle de rede que opera no padrão de 802.15.4, e tem 26 frequências que podem ser escolhidas nesta banda. Quando a rede é montada, escolhe automaticamente o canal mais tranquilo e estabelece a comunicação naquele canal. A rede também tem a habilidade, sem intervenção do operador, de mudar de canal [3].

ZigBee é um padrão de comunicação *wireless* que provê uma rede de curto alcance e boa relação custo benefício. Foi desenvolvido com ênfase em aplicações de baixo custo alimentadas por bateria, tais como automação predial, controle industrial e comercial, marinha sem fio, assistência médica pessoal e sistemas de *tag* avançados. Com um décimo dos requisitos de memória do Bluetooth e uma fração do poder de processamento necessário aos dispositivos de rede 802.11, ZigBee está sendo considerado como a melhor solução para sistemas de comunicação de baixa taxa de dados (20 a 250 kbps) e curto alcance (10 a 100 metros) (STREETON; STANFIELD, 2005).

Segue abaixo uma tabela de comparação entre as tecnologias Bluetooth e Zigbee:

<b>Característica</b>	<b>ZigBee</b>	<b>Bluetooth</b>
Alcance Projetado Kits especiais ou ambiente externo	10 a 100 metros até 400 metros	10 metros acima de 100 metros
Taxa de transmissão	20 a 250kbps	1Mbps
Latência (típica)		
Inserção de novo escravo	30ms	20s
Mudança de estado do escravo de <i>sleep</i> para ativo	15ms	3s
Acesso de canal Escravo ativo	15ms	2ms
Alimentação	Alta Consumo Requer Alimentação do escravo otimizada	Baixa Consumo Funcionalidades <i>ad hoc</i> maximizadas
Segurança	128 bit AES e definível na camada de aplicação de usuário	64 bit, 128 bit
Frequência de Operação	868MHz, 902-928 MHz, 2,4 GHz ISM	2,4 GHz ISM
Complexidade	Simple	Complexo
Topologias de Rede	Estrela, malha híbrida	Piconets
Número de dispositivos por rede	2 a 65.000	8
Escalabilidade/ Extendabilidade	muito alta/ sim	baixa/não
Flexibilidade	Muito alta	Média, Dependente do perfil
Elasticidade e confiabilidade	Muito alta	Média

Tabela 2 - Comparação das características entre Bluetooth e ZigBee. Fonte (Baker, 2005)

Empresas que desejam vender produtos ZigBee devem se associar a aliança ZigBee (para qual existem taxas de sociedade), mas instituições de pesquisa têm acesso livre ao protocolo que é administrado pela aliança.

A tecnologia ZigBee é indicada para ser a grande concorrente da tecnologia Z-Wave por permitir maior velocidade na transmissão dos dados via wireless. Essa tecnologia, ao contrário da Z-Wave, ainda possui poucos fabricantes credenciados para fabricar produtos com chip ZigBee e usar o protocolo de comunicação. Isso se deve ao fato da tecnologia ainda estar em fase de desenvolvimento [1].

## Capítulo IV – APLICAÇÕES

### 4.1 Benefícios da Automação Residencial

Os benefícios da automação residencial podem concentrar em seis classes: segurança, conforto, economia de energia, comunicação, controle de iluminação e acessibilidade. Esses itens serão descritos abaixo e podem ser visualizados na Figura 5.



Figura 7 – Benefícios de Domótica

## **4.2 Segurança**

Trata de proteger pessoas e pertences em casos de eventualidades como invasão, vazamento de água, vazamento de gás, incêndio, doenças, além de fornecer condições de acesso e monitoração de toda a casa via internet. Podem-se destacar como aplicações:

1. alarmes técnicos: inundação, gás, queda de energia;
2. fogo e fumaça: detecção rápida, alerta a moradores, chamada de bombeiros;
3. invasão e assalto: comunicação à polícia, sistema de câmeras, foto das pessoas que passaram pela frente da porta dianteira ou tocaram a campainha;
4. alarme médico: monitoramento e diagnóstico remoto de sinais vitais;
5. simulação de presença: ligar música e luzes aleatoriamente.

## **4.3 Conforto**

Abaixo temos alguns exemplos de controles relacionados a conforto:

1. luz automática: acionamento por presença, som, hora ou luz ambiente;
2. persianas: controle automático por presença de luz ambiente e chuvas, abertura automática de persianas pelo acionamento do despertador;
3. centralização: ligar/desligar o sistema com um único botão;
4. controle de temperatura: temperatura interna mantém-se sempre a um nível agradável;
5. programação de eletrodomésticos: pode-se programar para que a cafeteira e o aquecimento da banheira liguem 10 minutos antes que o despertador seja acionado;
7. abertura de portões.

## **4.4 Energia**

Controles inteligentes podem evitar desperdício de energia.



1. Iluminação: desliga luzes automaticamente quando não houver pessoas em determinado ambiente e controlar a intensidade luminosa ( ex: 40%);
2. Controle de temperatura: poder controlar aquecedores e ar condicionado de forma a minimizar o consumo de energia;
3. Controle de eletrodomésticos: acionar eletrodomésticos como lavadoras de roupa, motores, irrigação de jardim, em horários que as tarifas são menores ou fora de horários de pico.

#### **4.5 Comunicação**

1. Segurança: chamada automática a bombeiros e polícia;
2. Entretenimento: interligação de áudio e vídeo, sinal de videofone na televisão;
3. Mensagens: envio de mensagens texto para distribuição no destino (*Broadcast*);
4. Conectividade: interligação entre casas, escritórios e prédios que utilizam a Domótica (rede WAN).

#### **4.6 Controle Eficiente de Iluminação**

A automação residencial permite através de suas facilidades proverem um sistema eficiente no controle da iluminação, pois através de softwares de gerenciamento de energia, associados a sensores e *dimmers* instalados pela casa, conseguimos fazer com que a iluminação aconteça apenas quando temos necessidade.

Esse gerenciamento da iluminação permite uma redução em torno de 30 % a 60%. Isso acontece, pois os sensores atuam quando não existe ninguém no ambiente, ou a intensidade da luz não é utilizada em 100% da sua capacidade. A ação destes dispositivos é que promovem a redução do gasto com energia elétrica.

Outra vantagem, é que o sistema de automação, permite que sejam criados na residência vários cenários de iluminação, nos ambientes automatizados, fazendo com que estes ambientes se tornem mais confortáveis e de acordo com o agrado do usuário.

O sistema pesquisado, que é da empresa Vantage, utiliza a própria fiação elétrica existente na casa para instalar os sensores e interruptores “inteligentes”. Essas redes possuem retornos de todas as ações executadas. Por exemplo, você aciona no controle remoto o desligamento de uma lâmpada no jardim, e após a ação executada ele retorna no display do controle “lamp OFF”, mostrando a ação realizada.





	Estoques e Depósitos	60%
	Banheiros	50%
	Salas de Reuniões e Conferências	50%
	Armazéns	40%
	Corredores e Halls	30%
	Escritórios	30%

Figura 8- Redução de Energia com a utilização de sensores (IFOX)

## **4.7 Auxiliando Portadores de Deficiência**

Tenho a certeza que a automação residencial trás grandes benefícios aos portadores de necessidades especiais, pois através de um controle remoto inteligente ele pode ter controle total da casa. Pode fazer coisas como apagar uma luz, ligar o sistema de irrigação do jardim ou apenas abrir um portão. Atividades simples, mas que promovem a inclusão deste indivíduo em um mundo que antes ele tinha restrições em participar em virtude da sua deficiência.

Segundo Guy Dewsbury, renomado sociólogo da Universidade de Aberdeen e pesquisador da Universidade Robert Gordon, ambas escocesas, constatou, após a utilização do software Customian, que os portadores de deficiências, quando postos em contato com a tecnologia, sentem-se fortalecidos e melhores [1]

Isso acontece, pois a tecnologia disponibiliza a esta pessoa uma segurança uma capacidade em realizar atividades da vida diária, que ele antes não tinha. Isso fortalece de maneira muito positiva a auto-estima desse usuário.

## **4.8 Acesso Remoto via Internet**

Temos hoje em dia dois tipos principais de acessos a internet nas residências. Um terrestre ( infra-estrutura Telefônica e infra-estrutura de TV a cabo) e aéreo (satélite ou celular).

De uma forma mais rudimentar as primeiras tentativas de utilização de acesso remoto a uma residência datam de 1995 com a utilização da linha discada.

Essa facilidade só ganhou força muito tempo depois, com a popularização da banda larga. Esse tipo de serviço permitiu que utilizando um *gateway*, que é o equipamento que vai permitir conectar a rede local da residência com a internet, o proprietário através da utilização de senhas e alguns outros métodos de segurança, passe a ter acesso total via internet ao sistema de controle da sua casa. Com isso ele pode monitorar a casa através das câmeras de segurança instaladas, e acender ou apagar uma lâmpada e várias outras facilidades.

O acesso a essa monitoração é permitido utilizando-se os sistemas telefônicos e TV a cabo.

O celular, com a implantação da rede 3G, permitiu que o usuário tivesse acesso ao sistema de controle a distância de sua residência. O primeiro software desenvolvido para esta finalidade foi feito pela empresa norte-americana CellAutomate, e que num primeiro momento permitia apenas alguns precários controles. Hoje, esse sistema evoluiu para uma plataforma mais sofisticada e que utiliza a WEB através de interfaces gráficas muito amigáveis.

## Capítulo V – ESTUDO DE CASO

Neste capítulo dissertarei sobre o projeto realizado em uma residência, e os benefícios obtidos com a automação.

A residência é ampla, com 2500 m<sup>2</sup> de área construída e com uma carga consumo elétrica bastante alta. A residência tinha um gasto com energia elétrica de aproximadamente R\$ 4.800,00 reais / mês ou aproximadamente 9800 Kw/h / mês.

O projeto realizado teve um custo de instalação total de R\$ 65.730,00 reais. Segue abaixo uma tabela detalhada dos custos;

Componente	Quantidade	Valor
Controladora infusion	1	R\$ 6.200,00
Controladora Q Wirelink	2	R\$ 5.300,00
Radio Link	2	R\$ 2.150,00
Controladora rádio link	2	R\$ 5.850,00
Contraladora Dimmer	2	R\$ 6.600,00
Keypad	40	R\$ 10.000,00
Minotores Touch screen	8	R\$ 8.000,00
Sensores (PTC,movimento,iluminação)	80	R\$ 6.350,00
Diversos (cabos,conectores,etc)		R\$ 3.780,00
Mão de Obra (Projeto e Instalação)		R\$ 11.500,00

Total	R\$ 65.730,00
-------	---------------

Tabela 3 – Tabela de Orçamento

No projeto, foi realizado um estudo de maneira que todos os sistemas (motores para irrigação, motor do poço artesiano, máquina de lavar, etc) tiveram o seu funcionamento direcionados para o horário de menor tarifa, assim como foi realizado um ajuste na iluminação da casa, de maneira que as lâmpadas só acendem na presença de alguém no cômodo. Outro fator, é que as lâmpadas externas da casa que ficam acesas para segurança do ambiente ou passagem, tiveram sua capacidade de iluminação substituída por lâmpadas mais eficientes e econômicas, sendo ainda reduzida a potência de utilização para 50 % da sua capacidade de potência.

Todas essas ações realizadas proporcionaram uma redução (média) no custo de energia elétrica na ordem de R\$ 1.964,00 / mês, ou seja, houve uma redução (média) de 40 % no gasto com energia elétrica.

No projeto residencial, foi utilizado um sistema de instalação híbrido, ou seja, utilizando a rede elétrica existente e em alguns pontos da casa o sistema wireless.

Segue abaixo um quadro comparativo do gasto com energia elétrica;

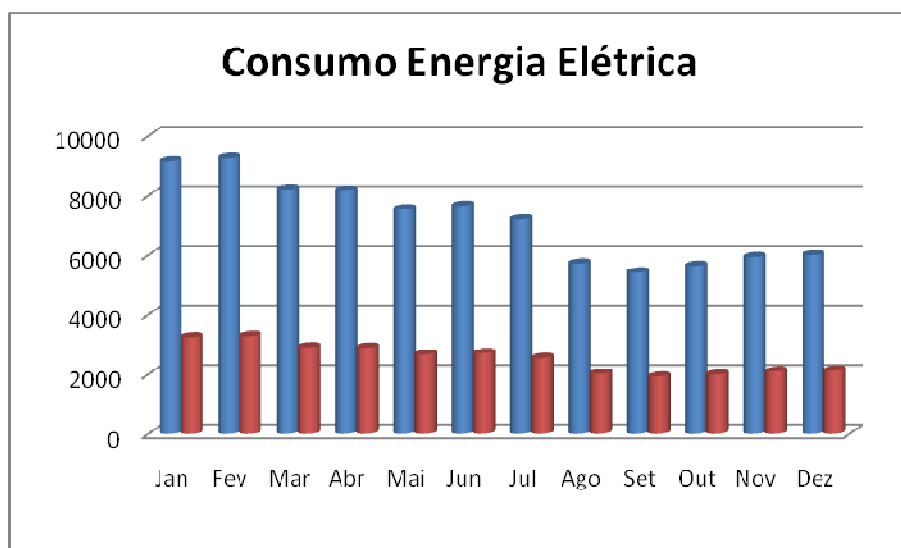


Tabela 4 – Consumo de Energia

Levando em conta apenas essa economia e não levando em conta outros benefícios que a automação proporciona, como conforto, por exemplo, e que já foram mencionados neste trabalho, esse investimento seria pago em aproximadamente 33 meses de utilização.

R\$ 1.964,00 x 33 meses = R\$ 64.812,00 reais.

## **Capítulo VI – CONCLUSÃO**

A conclusão é que a automação residencial, do ponto de vista econômico, passa a ser um excelente instrumento para a otimização dos gastos em uma residência, tendo o seu custo amortizado em um prazo bastante atraente.

Do ponto de vista ambiental e social, este produto também passa a ser um instrumento que ajuda a evitar os desperdícios desnecessários de energia e água, além de ser um instrumento de inclusão do portador de deficiência em atividades diárias as quais antes ele não tinha acesso.

Hoje em dia, apesar do custo ainda alto dos equipamentos, a automação residencial já é um importante diferencial de vendas em vários empreendimentos de alto poder aquisitivo em várias cidades brasileiras.

Pelo estudo de caso apresentado tenho certeza que a Automação residencial estará de forma inevitável presente em nossas vidas num futuro bem próximo.

Um próximo trabalho nesta área deverá seguir o caminho de uma padronização dos sistemas de mercado, padrão esse não existente hoje em dia, assim como a consolidação da utilização de tecnologias com o Z-Wave e o ZigBee.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BOLZANI, Caio A. M. Residências Inteligentes: um curso de Domótica. 1.ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004. 332 p.
- [3] TEZA, Vanderlei R., Alguns Aspectos sobre Automação Residencial - Domótica, tese de mestrado em ciência da computação – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- [4] AMORY, Alexandre; PETRINI, Alexandre. 2001, 142f. Sistema Integrado e multiplataforma para Controle Remoto de Residências. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Informática – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- [5] BALLY, Mark, CEBUS Industry Council (CIC), disponível em <http://www.caba.org/standardsgroupset.html> data do último acesso 15/11/2001.
- [6] MORITOMO, Carlos E., [www.clubedohardware.com.br](http://www.clubedohardware.com.br) em 30/04/2001, acesso em 25/10/2009
- [7] MAZZOLINI, Andrei; SOUZA, Renato P., Projeto Bluetooth, Universidade São Francisco
- [8] Sanches, Carlos Alberto, Projetando redes WLAN, [ISBN 85-365-0088-3](#)
- [9] Davis, Harold, Absolute Beginner's Guide to Wi-Fi, [ISBN 0789731150](#)
- [10] LaRocca, Ruth; LaRocca, James, 802.11 Demystified
- [11] Roshan, Pejman; Leary, Jonathan, 802.11 Wireless Lan Fundamentals
- [12] EIB. INFORMATION KIT, Disponível em <<http://www.eiba.com>>. Acesso em 12 janeiro 2004.
- [13] Figura da Arquitetura Z-Wave. CEA – Consumer Electronics Association. Disponível em: <[http://intranet.ce.org/shared\\_files/markofexcellence/moe2005/photo1\\_797.jpg](http://intranet.ce.org/shared_files/markofexcellence/moe2005/photo1_797.jpg)>. Acesso em: maio de 2008.
- [14] Zen-sys Technology. Z-Wave Technology Documentation. Disponível em: <<http://www.zen-sys.com>>. Acesso em: novembro de 2009.

[15] **Lonworks Description.** Disponível em:<[www.echelon.com/products/lonworks/default.htm](http://www.echelon.com/products/lonworks/default.htm)>. Acesso em: dezembro de 2007.

[16] JINDAL, S.; JINDAL, A.; GUPTA, N. (2005). Grouping wi-max, 3g and wi-fi for wireless broadband. In: *The First IEEE and IFIP International Conference in Central Asia on Internet, 2005*. Hyatt Regency Hotel, Bishkek, Kyrgyz Republic: [s.n.], p. 5.

[17] NUGGEHALLI, P.; SRINIVASAN, V.; RAO, R. R. (2006). Energy efficient transmission scheduling for delay constrained wireless networks. *IEEE Transactions on wireless communications*, v. 5, n. 3, p. 531–539.

[18] ZIGBEE-ALLIANCE. (2006). Disponível em: <<http://zigbee.org/>>. Acesso em: 16 mar. 2006.

[19] STREETON, M.; STANFIELD, C. (2005). Zigbee: the telemetry solution? In: *The IEE Seminar on Telemetry and Telematics*. Savoy Place, London, UK: [s.n.], p. 8/1 – 8/4.

[20] GUTIERREZ, J. A.; NAEVE, M.; CALLAWAY, E.; BOURGEOIS, M.; MITTER, V.; HEILE, B. (2001). Ieee 802.15.4: a developing standard for low-power low-cost wireless personal area networks. *IEEE Network*, 5, v. 15, n. 5, p. 12–19.

[21] OLIVEIRA, Adriano M., Automação Residencial, Monografia do Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação – Centro Universitário de Araraquara, Araraquara, 2005.

#### **WEB PAGES:**

[www.aureside.org.br](http://www.aureside.org.br)  
[www.caba.org](http://www.caba.org)  
[www.cebus.org](http://www.cebus.org)  
[www.domosys.com](http://www.domosys.com)  
[www.ge.com](http://www.ge.com)  
[www.intel.com.br](http://www.intel.com.br) - UPnP  
[www.microsoft.com.br](http://www.microsoft.com.br) - UPnP  
[www.mitsubishi.com](http://www.mitsubishi.com)  
[www.siemens.com](http://www.siemens.com)  
[www.x10.com](http://www.x10.com)  
[www.x10br.com.br](http://www.x10br.com.br)  
[www.ifox.com.br](http://www.ifox.com.br)  
[www.tracom.com.br](http://www.tracom.com.br)



[http://pt.wikipedia.org/wiki/Modelagem\\_computacional](http://pt.wikipedia.org/wiki/Modelagem_computacional)  
[www.clubedohardware.com.br](http://www.clubedohardware.com.br)  
[www.caba.org/standardsgroupset.html](http://www.caba.org/standardsgroupset.html)