

OUTROS TRABALHOS EM:  
[www.projetoderedes.com.br](http://www.projetoderedes.com.br)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
ESCOLA DE MINAS**

**COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA DE  
CONTROLE E AUTOMAÇÃO \_ CEC AU**



**GLAYSON PARAÍSO MACEDO**

**DOMÓTICA – UMA ANÁLISE DE PROTOCOLOS DE AUTOMAÇÃO  
PREDIAL/RESIDENCIAL**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E  
AUTOMAÇÃO**

**Ouro Preto, 2009**

GLAYSON PARAISO MACEDO

# **DOMÓTICA – UMA ANÁLISE DE PROTOCOLOS DE AUTOMAÇÃO PREDIAL/RESIDENCIAL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro de Controle e Automação.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Karla Boaventura  
Pimenta

Ouro Preto  
Escola de Minas – UFOP  
Dezembro/2009

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a DEUS pelas bênçãos e proteções, aos meus pais pelo amor e educação que me deram.

Agradeço aos meus mestres pelos ensinamentos, a minha orientadora Prof. Dra. Karla Boaventura Pimenta, pela amizade e por toda ajuda que me concedeu durante meu trabalho.

Agradeço ainda ao Meu Amor, Juliana, pelo amor, companheirismo e paciência sempre.

Aos Saideiranos pelo o apoio incondicional.

## **RESUMO**

O presente trabalho destinou-se ao estudo das possibilidades de se fazer a automação de edificações de modo a trazer conforto e principalmente economia aos seus moradores. Levando em consideração as tecnologias disponíveis no mercado, faz-se uma aplicação e adequação a realidade das edificações nacionais já existentes, bem como o modo de se tornar edificações automatizáveis desde a fundação.

Foi caracterizado a diversidade tecnológica que envolve o mundo das casas inteligentes, sistemas domóticos e Automação Residencial e por meio deste estudo desenvolvido uma metodologia para implantação de automação em residências e um estudo avaliando as principais características de alguns protocolos de comunicação para uso em sistemas de Automação Predial/Residencial. São apresentados os principais conceitos dos protocolos X-10, Lonworks, EIB, BACnet, HomePnP, Jini, UPnP e OSGi, apontando-se alguns de seus pontos fortes e fracos e as perspectivas futuras da área de Automação Predial/Residencial.

**Palavras-chave:** Domótica, Automação Residencial, Protocolos de Comunicação.

## **ABSTRACT**

The present work destined to the study of the possibilities of making the automation of constructions in order to mainly bring comfort and economy to its inhabitants. Taking in consideration the available technologies in the market, it makes an application and adequacy the reality of existing the national constructions already, as well as the way of if becoming constructions you automatized since the foundation. The technological diversity was characterized that involves the domóticos world of the intelligent houses, systems and residential automation and by means of this developed study a methodology for implantation of automation in residences and a study evaluating the main characteristics of some protocols of communication for use in systems of Residential Land Automation. The main concepts of the protocols X-10, Lonworks, EIB, BACnet, HomePnP, Jini, UPnP and OSGi, pointing themselves some of its strong and weak points are presented and the future perspectives of the area of Residential Land Automation.

**Words keys:** Domotics, Residential Automation, Protocols of Communication.

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>9</b>  |
| 1.1.      | Justificativa .....   | 9         |
| 1.2.      | Objetivo .....  | 10        |
| 1.2.1     | Objetivo Geral .....  | 10        |
| 1.2.2     | Objetivo Específico .....   | 10        |
| 1.3.      | Estrutura do Trabalho .....   | 11        |
| 1.4.      | Metodologia.....  | 11        |
| <b>2.</b> | <b>Automação Residencial e Domótica .....</b>                               | <b>12</b> |
| 2.1.      | Histórico da Automação .....  | 13        |
| 2.2.      | Tipos de Sistemas de Automação Residencial .....                            | 14        |
| 2.3.      | Moradias Inteligentes .....   | 16        |
| <b>3.</b> | <b>Aplicabilidade da Automação Residencial .....</b>                        | <b>18</b> |
| 3.1.      | Sistema de Segurança .....  | 19        |
| 3.1.1.    | Sistema de CFTV Circuito Fechado de Televisão.....                          | 19        |
| 3.1.2.    | Sistema de Controle de Iluminação .....                                     | 20        |
| 3.1.3.    | <i>Home Office</i> .....  | 21        |
| 3.2.      | Infra-estrutura .....   | 22        |
| 3.2.1.    | Cabeamento Convencional por Rede Elétrica, Linha Telefônica e Sem Fio ..... | 22        |
| 3.2.2.    | Cabeamento Estruturado.....   | 24        |
| 3.3.      | Entretenimento – <i>Internet</i> .....                                      | 25        |
| 3.3.1.    | Energia Solar .....   | 26        |
| 3.3.2.    | Reconhecimento de Voz.....  | 28        |
| 3.3.3.    | Sistema de Alarme Vazamentos de Gás, Fumaça e Incêndio.....                 | 29        |
| 3.3.4.    | Controle Remoto Universal Programável.....                                  | 29        |
| <b>4.</b> | <b>Protocolos de Automação Predial/Residencial.....</b>                     | <b>30</b> |
| 4.1.      | Protocolos .....  | 31        |
| 4.2.      | X10.....  | 31        |
| 4.3.      | LONWorks .....  | 31        |
| 4.4.      | EIB.....  | 32        |
| 4.5.      | BACNet.....   | 33        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 4.6.      | HomePnP .....                               | 34        |
| 4.7.      | Jini.....                                   | 35        |
| 4.8.      | UPnP .....                                  | 37        |
| 4.9.      | OSGI.....                                   | 38        |
| <b>5.</b> | <b>Comparação Entre os Protocolos .....</b> | <b>39</b> |
| <b>6.</b> | <b>Conclusões.....</b>                      | <b>42</b> |
|           | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                     | <b>43</b> |

## **1. INTRODUÇÃO**

A Informática nasceu tendo como objetivo ajudar o Ser Humano nos seus afazeres do dia-a-dia; auxiliando, otimizando, controlando e servindo-nos em tudo o que for necessário. Quando os primeiros computadores foram inventados, possuíam um alto custo, portanto, estes equipamentos foram inicialmente utilizados em grandes corporações.

Com o avanço tecnológico e o barateamento nos custos de produção destes equipamentos, foram criando-se ao longo do tempo melhores produtos, otimizados e adaptados as mais diversas áreas do comércio, indústria, educação, comunicação, governo, dentre tantas existentes.

A tecnologia disseminou-se a tal ponto, que hoje está ao alcance de todos, e é muito difícil citar um ramo ao qual a informática não está presente: do corte de cabelo auxiliado por computador, a medicina, engenharia, escolas, e tudo mais que se possa imaginar.

Tendo isto em vista, o Homem busca cada vez mais a sofisticação, comodidade e segurança, auxiliada pelos computadores e sistemas inteligentes; desde os atuais controles de veículos em trânsito controlados por computador via satélite aos sistemas de automação de suas próprias casas, trazendo assim a tecnologia para seus lares como fonte ininterrupta de vigília e comodidade dos afazeres domésticos.

Muito se fala sobre as novidades tecnológicas que irão equipar nossos lares no futuro próximo, sempre falando em futuro, mas já está na hora de se viver o presente, pois, já existem estudos, tecnologia, projetos e residências efetivamente funcionando através dos recursos da Automação; ao qual, pretendo por meio desta pesquisa demonstrar a todos que o que de sonho, já é Realidade.

### **1.1. Justificativa**

Quando é construída uma residência, seja ela casa ou apartamento, raramente é lembrado pelo engenheiro ou arquiteto da obra, sobre os itens peculiares a automatização ou simplesmente a instalação de eletros, eletrônicos e/ou eletrodomésticos; as vezes por esquecimentos, por

custos, ou até mesmo por falta de conhecimento sobre a operatividade atual futura de tais equipamentos (planejamento de utilização futura destes equipamentos).

É por isso que após a construção depara-se com tantos casos de arrependimento por terem feito algo ou deixado de ter feito outros...

Pretende-se mostrar neste trabalho a importância de pensa-se na implementação de todo o suporte, estrutura e *know-how* necessários para a efetivação da instalação de um sistema de Automação Residencial, desde a construção do imóvel ou sua reforma.

Desta forma, é extinta ou reduzida as possibilidades de consertos, quebras de paredes, troca de cabos, remoção e re-colocação de partes do imóvel e dos móveis envolvidos.

Como este é um caso típico de busca por conforto, segurança e agilidade auxiliados pela automação/informatização; precisa-se conhecer todas as possíveis potencialidades de utilização nos lares bem como elencar as tecnologias disponíveis para que possa-se aplicá-la bem. Portanto, o intuito deste trabalho é justamente o de mostrar o que se pode fazer para melhorar a nossa vida no dia-a-dia e mostrar o que tem-se disponíveis tecnologicamente para assegurar estas proposições.

## 1.2. Objetivo

### 1.2.1. Objetivo Geral

Este trabalho pretende orientar sobre as tecnologias e principais protocolos existentes no mercado, para a implantação de sistemas de Automação Residencial nos projetos arquitetônicos de reformas e construção civil.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Mostrar a importância de um bom projeto nos sistemas de Automação Residencial;
- Mostrar as vantagens de utilização da automação para alavancar principalmente comodidade e segurança, bem como agregar valor ao imóvel;

- Levantar os diversos tipos de protocolos de comunicação entre dispositivos equipamentos existentes no mercado, para apontar suas características aplicabilidade de acordo com as necessidades específicas de cada usuário;
- Levantar os diversos segmentos e aplicações passíveis de automação, bem como seu custo/benefício;
- Apontar através de citações alguns dos diversos equipamentos já disponíveis para utilização na Automação residencial.

### 1.3. Estrutura do Trabalho

O presente trabalho esta dividido nos seguintes capítulos:

Capítulo 1 – Introdução relativa às técnicas de automação e protocolos de comunicação em sistemas domóticos;

Capítulo 2 – Aspectos da Automação Residencial e evolução na implementação;

Capítulo 3 – Análise relativa à aplicabilidade dos conceitos domóticos em sistemas;

Capítulo 4 – Estudos dos principais protocolos de Automação Residencial e predial utilizados;

Capítulo 5 – Levantamento de dados técnicos e comparativos entre os protocolos de comunicação;

Capítulo 6 – Conclusão dos estudos dos protocolos de comunicação e aspectos evolutivos dos sistemas domóticos.

### 1.4. Metodologia

Para o desenvolvimento do trabalho serão desenvolvidas as seguintes etapas:

Levantamento Bibliográfico: Pesquisas do que já foi publicado referente ao assunto em livros, revistas, *Internet* e convenções; e, em que ponto encontram-se as pesquisas e o desenvolvimento dos produtos;

Seleção do Material Bibliográfico: Após a leitura bibliográfica, far-se-á uma seleção do material que será utilizado para realização do trabalho;

Comparação dos Modelos Existentes: Será desenvolvido um trabalho de comparação entre os protocolos de comunicação e produtos existentes, para que se possa analisar seu custo/benefício e nível de utilização.

## 2. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL OU DOMÓTICA

Segundo Bolzani (2004), Automação Residencial inicialmente é referenciada como uma novidade que às vezes causa perplexidade pelo seu alto grau tecnológico e pela alusão ao futurismo, ao mesmo tempo que pode ser compreendida como um símbolo de status e modernidade no mundo moderno. Numa visão realista, a Automação Residencial proporciona o conforto e a conveniência que qualquer ser humano deseja, talvez seja o maior e melhor dos sonhos de consumo desejados. E por fim, o que parece inacreditável analisando sob alguns enfoques, tornará a ser uma necessidade vital a qualquer morador e um excelente fator de economia, tal qual foi a evolução da telefonia celular nos anos 90 que parecia coisa de filme de ficção científica, como cavalgar em sua fazenda e falar num telefone com sua mãe a talvez centenas de quilômetros.

Segundo Mariotoni (2001), transformar casas em confortáveis refúgios capazes de oferecer segurança e economia de custos é uma das vantagens da automação residencial. O que antes parecia ser um privilégio apenas da família *Jetson*, começa a se difundir nos empreendimentos residenciais de alto nível, o conceito de casa do futuro em casa do presente.



**Figura 2.1 – Organização dos Sistemas e Serviços nos edifícios Inteligentes.**

**Fonte: Petrini Jr, (2001).**

Neste sentido, o assunto será tratado como uma realidade inevitável e que representará uma mudança incontestável nos atuais projetos de construção, nos profissionais e na forma de utilização do lar realmente como proporcionador de comodidade e satisfação. Esta será inclusive, a ponte que convergirá o profissional da engenharia, arquitetura e informática a uma provável nova e rentável profissão, que por ora poderá chamar-se Integrador de Sistemas e Tecnologia em Automação Residencial.

## 2.1. Histórico da Automação

Segundo Bolzani (2004), automação teve seu surgimento 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, pode-se citar o uso da Roda de 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 é utilizada até hoje em muitos processos produtivos.

A Automatização, segundo Amory (2001), é o processo pelo qual se utiliza dispositivos automáticos, eletrônicos e inteligentes para dar-se a automação dos processos em questão. Desta forma pode-se automatizar:

- Indústrias - Automação Industrial responsável pelo controle das máquinas produtivas em operação;
- Comércio - Automação Comercial responsável pelo controle e gerenciamento dos estoques e nas finanças e provendo agilidade nas operações comerciais através de códigos de barras, magnéticos ou por ondas de rádio;
- Predial - Automação Predial responsável pelo controle das tarefas comuns aos condôminos de um edifício residencial ou comercial trata de assuntos tais como: elevadores, iluminação, área de lazer e trabalho cooperado, entre outros;
- Doméstica - Automação Residencial responsável pelo controle e gerenciamento dos afazeres domésticos, provendo maior segurança e comodidade no lar.

Cronologicamente, o desenvolvimento dos sistemas de Automação Residencial surge depois de seus similares nas áreas industrial e comercial. Por óbvios motivos econômicos e de escala de produção, os fabricantes e os prestadores de serviços, num primeiro momento, se voltam a aqueles segmentos que lhes propiciam maior rapidez no retorno de seus investimentos. No mercado brasileiro isto ocorreu de maneira similar, os primeiros sistemas automatizados de controle foram concebidos para aplicações especificamente industriais, ainda na década de 70.

Consolidada a automação industrial, o comércio foi em seguida contemplado com sua automação que até hoje vem evoluindo, principalmente com o rápido avanço da informática e os *softwares* de supervisão e gerenciamento apresentam aspectos de grande sofisticação. Lojas de departamento, supermercados, hotéis, hospitais, entre outros, têm sua operação totalmente integrada, incluindo sua logística, vendas, finanças, etc. Até mesmo o pequeno comércio e prestadores de serviço utilizam-se dos benefícios da automação.

Da mesma maneira, surgiram os chamados "prédios inteligentes", notadamente aqueles voltados ao uso comercial; seus sistemas automatizados privilegiam as últimas tecnologias no campo de telecomunicações, ar condicionado, segurança predial e controle de acesso.

O termo Automação Residencial designa e referencia a utilização de processos automatizados em casas, apartamentos e escritórios. Podem-se utilizar outras denominações sinônimas, tais como, Automação Doméstica, Automatização Residencial ou Domótica.

## 2.2. Tipos de Sistemas de Automação Residencial

Os sistemas envolvidos no processo de Automação Residencial podem ser classificados em três níveis de interação, onde a complexidade está ligada ao grau de automatização dos sistemas e a intensidade ao qual o usuário terá que interagir com o sistema. Sendo:

- Sistemas Autônomos – pode-se ligar ou desligar um subsistema ou um dispositivo específico de acordo com um ajuste pré-definido. Porém, neste esquema, cada dispositivo ou subsistema é tratado independentemente, sem que dois dispositivos tenham relação um com o outro. Para este sistema, geralmente é utilizado o protocolo com tecnologia conhecida com X-10, bastante popular nos Estados Unidos, é utilizada com cabeamento convencional e serve para pequenas residências ou para cômodos. "A

X-10 não é muito estável e às vezes não garante um *feedback* da informação que foi mandada. Se eu dou um comando para o dispositivo apagar a luz do quarto, por exemplo, não há como saber se ele conseguiu realizar essa tarefa", explica Barboza da IBM;

- Integração de Sistemas - é projetada para ter múltiplos subsistemas integrados a um único controlador. A limitação deste sistema está em que cada subsistema deve ainda funcionar unicamente na forma a qual o seu fabricante pretendia. Basicamente, trata-se apenas de controle remoto estendido a diferentes locais;
- Residência Inteligente - o produto manufaturado pode ser personalizado para atender às necessidades do proprietário. O arquiteto, o Integrador de Sistemas e o proprietário levantarão instruções específicas para modificar o uso do produto. Assim, o sistema torna-se um Gerenciador, ao invés de apenas um controlador remoto. Os sistemas residenciais inteligentes dependem de comunicação de mão-dupla e realimentação de status entre todos os subsistemas para um desempenho acurado.

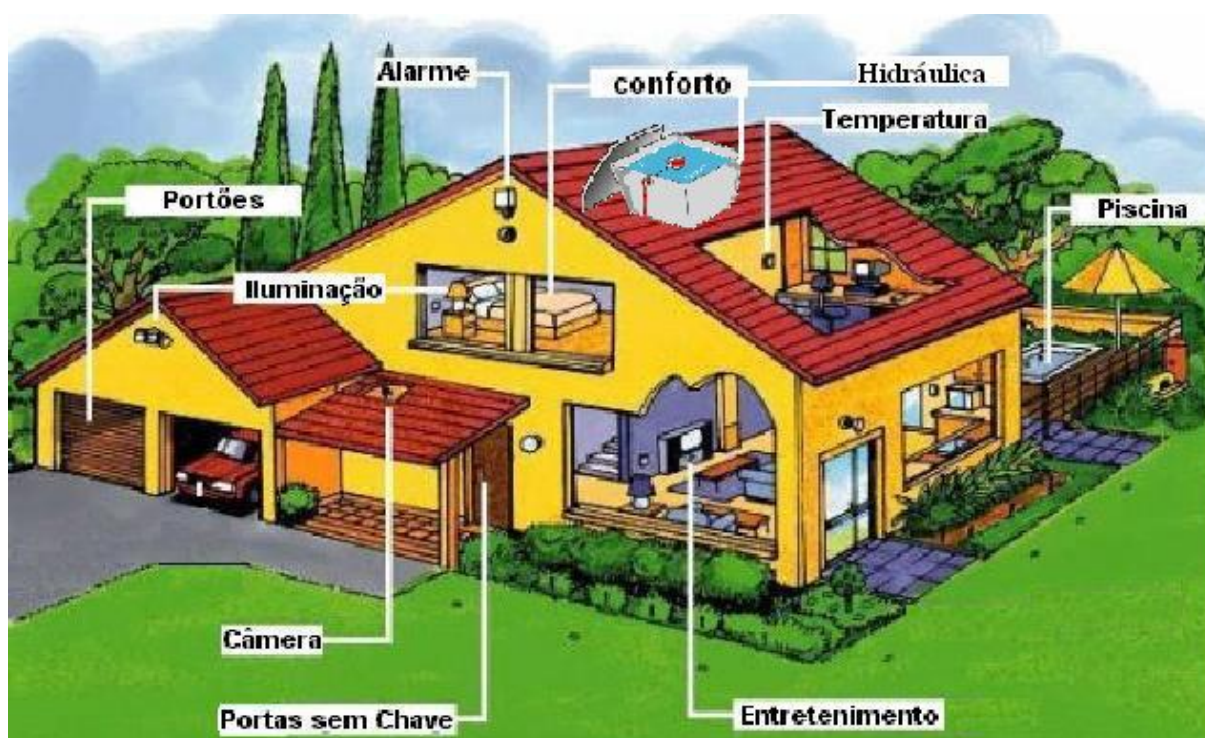
O mercado de Automação Residencial é dinâmico e o usuário espera uma utilização ampla e fácil, por outro lado o construtor tem muita dificuldade em se aperfeiçoar nas diversas soluções existentes, portanto talvez seja o mais conveniente a ambos a contratação de instaladores de sistemas personalizáveis e terceirizados que sejam especialistas nestas implementações, normalmente isto é mais barato e eficaz.

A comunicação entre o construtor e/ou instaladores e proprietários é a chave para o sucesso de uma boa instalação e aplicação de Automação Residencial, pois depende de um excelente estudo de dimensionamento e caracterização dos produtos. Um processo de comunicação de qualidade auxiliará o construtor e o instalador a compreender as necessidades daqueles que morarão na residência.

Este tipo de comunicação pode não ser possível, como no caso de residências construídas para aluguel pré-fiadas por um instalador trabalhando para o construtor, mas a fiação prévia genérica pode funcionar bem se o construtor e o instalador acuradamente anteciparem as necessidades dos potenciais proprietários; desta forma, o construtor ou instalador projetando o sistema necessitam compreender os estilos de vida.

### 2.3 Moradias Inteligentes

Segundo Neto (1994), uma das principais preocupações dos projetistas e instaladores de sistemas de Automação Residencial deve ser a integração entre os sistemas envolvidos, mesmo porque a maioria dos produtos modernos já dispõem de interfaces amigáveis para a realização destes procedimentos. Porém, quando os produtos de um sistema trabalham sem comunicação entre si, o resultado é uma grande confusão operacional com dispêndio de recursos e duplicidade e similaridade de funções. Por exemplo, um sistema de vídeo em que o subsistema de Circuito Fechado de TV não se comunique com o subsistema de *Home Theater* na residência, isto obrigará o morador a possuir monitores para cada função, duplicando o custo de aquisição, manutenção, cabeamento, piorando a arrumação e disposição dos móveis e eletros, maior consumo de energia, entre outros.



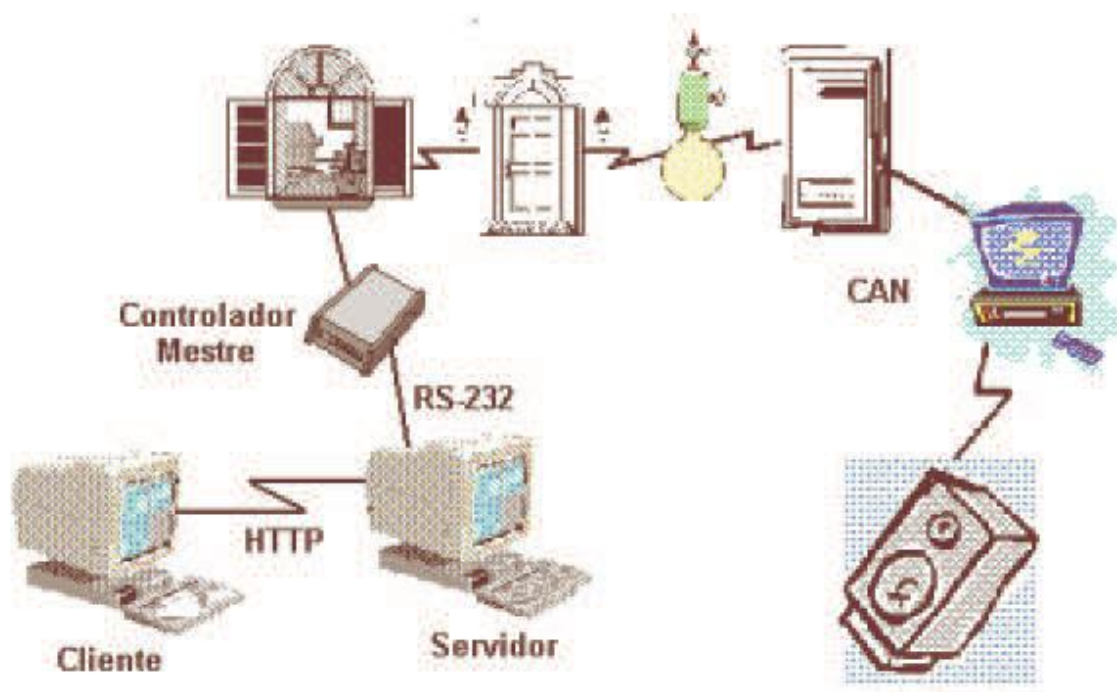
**Figura 2.3.1 – Pontos de Controle em uma Residência**

**Fonte: Petrini Jr, (2001).**

Desta forma, far-se-á necessário um estudo prévio de cabeamento estruturado para a integração dos diversos subsistemas preparando-os para a utilização presente com vistas às tecnologias futuras, reduzindo assim os custos de implantação e manutenções. Caso contrário, ocorrerá o re-trabalho, a improvisação, desperdício, minimização da funcionalidade,

difículdade operacional das novas instalações e resultando sempre em morosidade, desgastes e principalmente prejuízos financeiros.

Quando se fala em Sistemas Residenciais Inteligentes segundo Manger (2003), pode-se facilmente considerar aplicações que até anos atrás seriam pura ficção científica, como por exemplo, a utilização da *Internet* para conexão, controle e gerenciamento dos diversos subsistemas envolvidos na Automação Doméstica. Tudo aquilo que você controla dentro de sua casa, através de uma simples conexão a *Internet* poderá ser estendido a praticamente qualquer local, ou seja, com seu notebook, palmtop ou celular, você vai poder gerenciar o que ocorre em sua residência e principalmente quando você estiver viajando e quiser acionar um equipamento, ligar a bomba da piscina ou modificar a programação do sequenciamento do simulador de presença residencial, basta discar pelo telefone e digitar os códigos pré-estabelecidos.



**Figura 2.3.2 - Sistema de uma Residência Inteligente. Fonte: Petrini Jr (2001)**

Para se ter uma idéia do interesse que este mercado desperta, basta dizer que corporações gigantes como *Microsoft*, *Intel*, *Mitsubishi*, *Phillips*, *Honeywell* e outras formaram um

consórcio e estão atuando em conjunto na busca de soluções integradas, visando objetivamente o mercado residencial.

### 3. APLICABILIDADE DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A Automação Residencial está em ampla expansão, e ainda é motivo de estudos com adição incessante de melhorias, novas idéias ou novas técnicas de aperfeiçoamento dos produtos já existentes. Porém, pode-se alavancar alguns dos principais sistemas de Automação Residencial que, segundo Mariotoni (2001), estão em evidência e estão efetivamente sendo estudados e utilizados em diversas regiões do Mundo:

- Segurança: Alarmes, Monitoramento, Circuito Fechado de TV, Controle de Acesso, Reconhecimento Facial, Alarme de Vazamentos e Incêndio, *Check-up* Humano Remoto;
- Entretenimento: *Home Theater*, Áudio e Vídeo Distribuídos, TV por Assinatura e *Internet*;
- Controle de Iluminação: Controle de Acendimentos de Luzes e Economia de Energia;
- *Home Office*: Telefonia e Redes Domésticas;
- Ar Condicionado e Aquecimento: Controle de Temperatura do Ambiente;
- Serviços Inteligentes: Portas e Cortinas Automáticas, Centrais de Vácuo, Reconhecimento de Voz, etc;
- Infra-estrutura: Cabeamento Dedicado, Cabeamento Estruturado, Painéis, Quadros de Distribuição;
- Controladores e Centrais de Automação: *Hardware* e *Softwares* de controle de integração.

Segundo Ribeiro (1993), um projeto de automação pode custar entre 1% a 7% do custo total da obra (sem considerar os novos equipamentos) e abranger elétrica, telefonia, áudio, vídeo, controle de acesso, alarme, segurança, ar-condicionado, sensores, *dimmers* para controle da luz, controle remoto inteligente, persianas elétricas, irrigação do jardim, além de conectar a casa com o mundo via *Internet*, entre outras utilidades. Para automatizar uma residência, o ideal é prever isso na fase de projeto, antes da construção, pois assim é possível prever o cabeamento e instalações.

### 3.1. Sistemas de Segurança

#### 3.1.1. Sistema de CFTV Circuito Fechado de Televisão

Este sistema que vem sendo rapidamente substituindo o olho mágico da porta consiste no monitoramento e vigilância eletrônica para proporcionar segurança e conveniência à residência, ao ponto de permitir a visualização de visitantes em qualquer aparelho televisor dentro da residência. Utilizando a mesma idéia, câmeras podem ser dispostas para monitorar aposentos específicos na residência, tais como o quarto das crianças.

Basicamente este sistema utiliza câmeras e monitores, que podem variar bastante em valor, complexidade do sistema e resultado obtido; pois, dispõe-se de modelos pequenos (do tamanho de um cartão de crédito) até grandes, de uso profissional, utilizando normalmente 12 VDC e possuindo gravação de sons como opcional e com movimentação. Ao escolher os equipamentos, precisa-se fazer algumas considerações.

Se for utilizado câmeras internas a escolha é mais simples, se for modelo externo, é necessário protegê-las do sol, da chuva e inevitavelmente dos ladrões. Câmeras externas (principalmente) podem ser dotadas de detector de movimento, para acioná-las e iniciar gravação em gravadores e até emitir bips de aviso. Deve-se levar também em consideração o modo de visualização e gravação, preto-e-branco ou colorido.

O modo preto-e-branco possui mais sensibilidade e dão melhores formas a imagem e captura melhor imagens noturnas ou de pouca luminosidade, porém as coloridas permitem identificar as pessoas mais rapidamente. Após a escolha, deve-se posicionar corretamente as câmeras, a fim de cobrir a maior área possível com boa visão focal e que geralmente está entre 2 a 6 metros. Deve-se evitar o posicionamento próximos aos pontos de luz artificiais ou natural direta (embora as câmeras normalmente possuam a função auto-íris), pois isso causa zonas escuras que prejudicam muito a qualidade da imagem.

Quanto aos monitores, existem vários tipos de monitores dedicados que funcionam apenas com as imagens do circuito fechado. No entanto, é cada vez mais recomendável fazer uma integração entre o CFTV e o Sistema de Vídeo da casa (ou seja, TV a cabo, satélite ou

antena), tornando possível aos moradores ter a imagem gerada pelo CFTV em qualquer uma das TV's da casa, num canal especialmente designado para este fim.

Para isso basta o uso correto de moduladores de sinal. Desejando um pouco mais de sofisticação, é ainda possível mudar o canal da TV (passando a monitorar a imagem do CFTV) sempre que alguém tocar a campainha da casa ou quando um sensor de presença pré-determinado identificar movimento estranho.

Com relação ao cabeamento, deve-se providenciar cabos para alimentação em baixa voltagem para as câmeras e cabos coaxiais RG6 para transporte das imagens (sistema ainda mais eficaz e barato). Onde a passagem de cabos é difícil, pode-se utilizar o sistema de transmissão Wireless - Sem Fio, utilizando câmeras e transmissores num único conjunto ou utilizando o transmissor separado da câmera. Nesta segunda hipótese, pode-se posicionar o transmissor num local mais conveniente e interligá-lo à câmera através de um cabo.

A possibilidade de checar as imagens do CFTV remotamente é característica de um sistema bem planejado. O método a ser usado depende de quanto se quer gastar e do que exatamente se quer monitorar. Com o uso de *software* e de modems apropriados o usuário pode acessar as imagens através de um PC, por linha discada, a uma velocidade em torno de 5 quadros por segundo.

### 3.1.2. Sistema de Controle de Iluminação

Sistemas inteligentes de iluminação podem acentuar os detalhes arquitetônicos de uma sala ou criar um clima especial, seja ele romântico ou festivo. Ligando e desligando automaticamente, podem proteger uma casa de intrusos, fazendo-a parecer ocupada na ausência de seus proprietários.

Economia de eletricidade é outra vantagem, pois a intensidade de luz é regulada conforme a necessidade e as lâmpadas não precisam ficar totalmente acesas como acontece normalmente. Os sistemas inteligentes também dão apoio ao *Home Theater*, propiciando a iluminação correta para cada uso (assistir programas no telão, ouvir música, etc.). Os sistemas mais simples de controle de iluminação são baseados em tecnologia X-10 e utiliza a própria rede

elétrica existente para acionar os pontos de iluminação e tomadas, através da conexão de módulos externos sobre as atuais tomadas ou substituição das tomadas por outras especiais.

Estes módulos possuem um endereço digital que será utilizado pelos controladores para identificá-los e para que possa haver comunicação independente. Os controladores centrais poderão ser constituídos de botões simples ou controladores mais complexos que poderão ligar/desligar, aumentar/diminuir intensidade e temporizar o acendimento do equipamento. Desta forma, com um simples toque do interruptor do criado mudo, pode-se ascender todas as luzes até determinado lugar; ou com sistemas mais inteligentes, quando é acionado o sistema, os sensores redimensionarão a intensidade da luz artificial de acordo com as condições ambientais.

Existem também sofisticados sistemas de controle que operam através de cabeamento dedicado e servem para um único ou vários ambientes. Gerenciados por controladores inteligentes que podem responder a uma variedade de sinais, desde um sensor de presença até a ativação de um gravador, podem escurecer e clarear as luzes em níveis bastante precisos, criando os chamados cenários (ambiente para festas, leitura ou focando obra de arte), ou iluminar um caminho pré-definido, do hall até seu quarto. Estes sistemas inteligentes podem gerenciar outros sistemas eletrônicos, como o de segurança, de ar condicionado / aquecimento e de entretenimento, de forma que, por exemplo, ao toque de um interruptor instrua o sistema de segurança a ser armado e acender certas luzes.

Os mais recentes sistemas de controle de iluminação não utilizam fio, os interruptores se comunicam com as lâmpadas por radio frequência e podem ser instalados e expandidos com mais facilidade.

### 3.1.3. Home Office

A vida moderna do ser humano tem tornado necessária a criação e implementação dos conceitos de *Home Office*, ou escritório doméstico, como substituição ou incremento ao já existente, de forma a disponibilizar serviços ao seu usuário 24 horas por dia. A partir desta necessidade, torna-se também necessária uma eficiente rede de comunicação, incluindo não só computadores, mas também a possibilidade de conectar outros eletrônicos de uso doméstico.

Acredita-se que as redes domésticas serão a ponte da integração e da convergência entre o PC e os demais equipamentos eletrônicos, fato que inclusive já começa a aparecer em diversos segmentos, devido à facilidade de instalação, configuração e administração. A adoção de redes domésticas possibilitam o compartilhamento de impressoras, modems e outros periféricos e ainda possibilitariam a distribuição e acesso de imagens do sistema de segurança e *Internet* através da rede, que poderá ser acessada pelos computadores e ou televisores disponíveis na residência.

Uma boa rede doméstica deverá suportar o protocolo TCP/IP e também sinais de banda larga para vídeo e áudio, telefonia multicanal e automação através de um único cabeamento.

Isto é importante, se é levado em conta as tendências de convergência entre os diversos equipamentos de áudio analógico e digitais (MP3), TV, DVD, *Internet*, *Home Theater*, telefonia, jogos por computador, alarmes, etc..., juntamente ao fato das redes domésticas em alta velocidade (entre 100 a 1000 mbps) e linhas DSL que espera-se popularizar-se com brevidade.

Pensa-se no uso maciço de redes domésticas para Automação Residencial, deve-se considerar a importância da manutenção dos atuais cabos comuns, cabeamento estruturado e cabos coaxiais; flexibilidade nos padrões de transmissão e custos; facilidade de implementação e economia na instalação de equipamentos.

### 3.2. Infra-estrutura

#### 3.2.1. Cabeamento Convencional por Rede Elétrica, Linha Telefônica e Sem Fio.

Alguns fabricantes de equipamentos eletrônicos estão lançando produtos que permitem a ligação entre diversos PC's através da rede elétrica já instalada, apesar de não haver um consenso sobre qual a melhor maneira de interligar os equipamentos. A rede elétrica é uma boa aposta, mas a transmissão sem fio e as linhas telefônicas ainda são as maiores candidatas a padronização. Demonstrações realizadas dos produtos conseguiram transmitir até 10 Mbits/segundo, podendo chegar a 25 Mbits/segundo em situações ideais.

As principais variáveis que podem afetar o desempenho destas conexões elétricas são a distância entre os PC's, a qualidade da fiação elétrica e a existência de picos súbitos na linha. Esta parece uma excelente idéia para os casos de utilização em residências já existentes, onde existe a dificuldade e custos em estruturar uma nova rede, utilizando-se então da estrutura elétrica disponível.



**Figura 3.2.1.1 - Modelo de Mercado das Redes Doméstica. Fonte: Bolzani (2004).**

Uma consideração interessante apóia a tese da rede elétrica: a quantidade de pontos elétricos numa residência. Na verdade, nem todos os apartamentos costumam ter um ponto de telefone, mas seguramente todos os ambientes têm pelo menos um ponto de eletricidade. Outra vantagem seria a necessidade de apenas um cabo para ligar os PC's em rede, já que a energia elétrica e os dados estariam juntos neste mesmo fio de cobre paralelo que percorre as paredes da casa.

Se os fabricantes tiverem êxito no seu empenho de reduzir as flutuações e ruídos da rede elétrica, esta poderá ser uma opção econômica e tecnicamente viável em curto prazo. E, sem dúvida, estas considerações são mais úteis nas casas mais antigas, onde não há condição de se efetuar reformas profundas, uma vez que os novos projetos podem prever as facilidades do cabeamento estruturado. A rede elétrica tem seu uso superado pelas linhas telefônicas, principalmente devido às interferências elétricas, que podem causar distorção nos dados.

Uma outra barreira importante é a falta de um protocolo padronizado, de consenso e comum para estes sistemas de rede elétrica. A pioneira no segmento de comunicações foram as linhas

telefônicas, por isso, esta idéia ainda é sustentada por algumas das grandes corporações, incluindo-se a Intel que é parte integrante do protocolo indicado pela HomePNA (*Home Phone Networking Alliance*).

Os sistemas de transmissão sem fio ficaram em segundo plano aparentemente devido aos seus altos custos e alcance limitado, porém, voltam a ganhar notoriedade com a queda dos preços e a necessidade por acessos de banda larga via *Internet*.

### 3.2.2. Cabeamento Estruturado

Decorrente da necessidade de padronização na distribuição dos dados e largura de banda nas comunicações deve-se levar em consideração a instalação de cabeamento estruturado que permite a utilização de uma mídia unificada, mais bem arrumada e elaborada para o transporte de sinais de TV, telefonia, *Internet* e compartilhamento de dados e recursos em geral.

Pois, é muito mais fácil ligar os equipamentos de uma casa dotada de cabeamento estruturado decorrente da padronização de cabos e engates num único tipo de painel terminal. Estes sistemas de cabeamento compreendem cabos de alta velocidade e painéis de distribuição. O conjunto de cabos consiste normalmente em dois pares de Coaxiais RG6 e dois pares de cabos Par-Trançado categoria 5, unidos num único cabo para maior facilidade de instalação.

Alguns fabricantes já incluem também um cabo de fibra ótica. Embora ainda não existam equipamentos domésticos que necessitem de suporte em fibra ótica, muitos técnicos recomendam este cabeamento visando seu uso num futuro bem próximo, para eletrodomésticos que exijam conexões ultra-rápidas.

Os cabos RG-6 e Categoria 5 são ideais para as condições atuais; pois, cabos telefônicos Categoria 5 transportam dados 10 vezes mais rápido que os cabos de cobre comuns. Os cabos RG-6 oferecem uma boa largura de banda para transportar sinais de TV de alta definição. Porém velocidade e capacidade são apenas parte da equação.

A distribuição de som, vídeo e dados para múltiplos computadores, TV's, caixas acústicas e telefones são importantes elementos dos sistemas de cabeamento estruturado. Esta é a tarefa dos painéis de distribuição. O quadro de distribuição de cabeamento recebe os sinais externos

(das concessionárias de telefone, tv a cabo, antenas, etc.) e direciona estes sinais de maneira inteligente aos vários ambientes da casa. Assim, por exemplo, um sinal de TV a cabo entrando pelo quadro pode ser transmitido para cada ponto de toda a casa. Sinais gerados dentro da casa também podem ser direcionados ao quadro de distribuição. Por exemplo, sinais de áudio e vídeo gerados no DVD podem ser levados a todos os TV's da casa, dados gerados num computador podem ser compartilhados pelos demais e música de FM pode ser ouvida nas caixas acústicas de todos os ambientes.

Os quadros de distribuição são compostos por módulos, que podem ser expandidos ou acrescentados à medida que seja necessário. Um módulo de telefonia permite que todas as chamadas encaminhadas sejam atendidas em qualquer aparelho na casa. Um módulo de vídeo encaminha sinais de TV a cabo e satélite para todos os pontos e ainda pode distribuir imagens do circuito interno, vídeo cassete ou do DVD para todos os TV's da casa. Alguns fabricantes dispõem também de módulos de rede, assim múltiplos computadores podem compartilhar arquivos e acessar vários tipos de periféricos, como CD-ROM, modems, e impressoras remotamente. A adição de um módulo de automação pode transformar o quadro de distribuição numa completa central de automação residencial. Através deste quadro poderá ser comandadas ações como acender e apagar luzes, armar o sistema de alarme e até fazer a programação de temperaturas para o sistema de aquecimento e ar condicionado.

### 3.3. Entretenimento – Internet

É importante salientar que através da implantação do cabeamento estruturado, pode-se beneficiar dos recursos de comunicação de dados DSL oferecidos por algumas concessionárias deste serviço, que consiste na transmissão por cabo par trançado e com modems digitais muito rápidos em cada ponta que possibilita velocidades de download de até 9 mbps (50 vezes mais rápida que as tradicionais linhas de 56600 bps).

Existem também as linhas de tecnologia IDSL que utilizam as atuais linhas ISDN para contemplar os atuais usuários de DSL, enquanto a *high-speed* DSL (HDSL) oferece serviços digitais para as linhas telefônicas padrão de cobre. O VDSL representa a próxima geração de DSL, projetada para levar sinais de áudio, vídeo e dados através das atuais linhas telefônicas a velocidades aproximadas de 53 Mbps. Para a maioria, o formato VDSL será o veículo que levará a era da multimídia para nossos lares e escritórios.

O acesso a esta tecnologia pode ser feito pela atual infra-estrutura telefônica, os modems DSL usam codificação digital e podem aumentar em até 99% a capacidade das 750 milhões de linhas comuns de cobre atualmente em uso no mundo todo. Devido à sua grande largura de banda a DSL permite transmissão simultânea de voz e dados numa única linha. Num exemplo simples, isto significa que o usuário pode estar conectado à *Internet* (transmissão de dados) e falar ao telefone (transmissão de voz) ao mesmo tempo. Sua alta qualidade de transmissão minimiza ou até elimina qualquer problema de interferências. A DSL tem ainda o potencial de juntar voz, dados e sinais de vídeo numa linha única, reduzindo a futura demanda por novas infra-estruturas de cabeamento.

Através desta infra-estrutura e dos modernos protocolos de comunicação, os fabricantes de produtos domésticos já estão produzindo equipamentos com as mais modernas tecnologias da área de automação e comunicação, e a *Internet* pode se tornar uma excelente ponte de ligação entre o usuário remoto e o seu lar. Desta maneira, hoje pode-se acionar e controlar equipamentos à distância utilizando a *Internet*.

### 3.3.1. Energia Solar

Busca-se nos sistemas de Automação Residencial a auto-suficiência das funcionalidades operacionais, porém, independentemente do quanto sofisticado seja os controles dos aparelhos controlados, de toda forma necessita-se utilizar energia elétrica proveniente de uma fonte externa (concessionárias) que nem sempre oferecem bons preços, segurança e confiabilidade.

Portanto, para que uma casa funcione de maneira independente e quase auto-suficiente (pelo menos por um tempo pré-determinado), é necessário uma fonte de energia gerado dentro da própria residência, que seja renovável, limpa, barata e que não agride o meio ambiente. Basta para isso olhar para o céu. Onde os sistemas de energia solar oferecem o que se necessita e podem ser diversificados e adequam-se as necessidades de cada residência de maneira modular, o que significa que você pode começar pequeno, utilizando o sol para abastecer alguns itens críticos de equipamentos eletrônicos e expandindo gradualmente até viabilizar praticamente a energia para todas as aplicações da casa.

Para obtenção de energia solar, é necessário instalar coletores no telhado, baterias para guardar a energia, tubulação adicional e cabeamento condizente. Além disso, como a energia

solar custa um pouco mais por quilowatt hora, é conveniente que se modifique nossos hábitos para evitar desperdícios e saber que os principais consumidores de energia são: ar condicionado, chuveiro, ferro elétrico, geladeira e freezer, secador e máquina de lavar; portanto, se for necessário que estes itens façam parte de nosso sistema auxiliar de energia deve-se ser extremamente econômicos ou deve-se gastar muito mais num sistema potente de coleta e armazenamento de energia.

A geração de energia através do sol pode ser obtida por duas principais tecnologias: uma usa a luz do sol para gerar eletricidade diretamente (fotovoltaica) e a outra usa a luz do sol para aumentar a temperatura do interior da casa ou da água (térmica). O sistema mais comum pré-aquece a água antes de fazê-la passar pelo sistema tradicional (que deverá permanecer instalado), caso a temperatura já esteja adequada o termostato não ativará o sistema tradicional, ou este funcionará apenas o necessário. Num dia claro e ensolarado, o sistema solar consegue satisfazer 100% da necessidade de água quente numa residência. Utilizando basicamente o mesmo tipo de equipamento (painéis coletores instalados no telhado e um tanque de estocagem) pode-se também aquecer o ambiente da casa toda. Sistemas irradiantes de calor no piso distribuem água quente através canos instalados debaixo do piso e são considerados um dos meios mais confortáveis de aquecer uma casa. Uma área de coletor de aproximadamente 20 m<sup>2</sup> pode aquecer até 100m<sup>2</sup>.

Numa outra tecnologia, a energia solar ao invés de ser utilizada para aquecimento serve para gerar eletricidade. Um sistema fotovoltaico usa painéis coletores, colocados no telhado ou mesmo no chão.

Na aparência, estes coletores se parecem com os de água quente, no entanto sua composição interna é muito diferente. Estes painéis são feitos de semicondutores, normalmente de silicone. Quando a luz incide no semicondutor, os elétrons se libertam dos átomos e produzem um campo elétrico interno. Os painéis coletores alimentam com corrente DC uma série de baterias em intervalos regulares. As baterias estocam a energia até que ela seja necessária e então a enviam a um inversor que converte DC para corrente AC em 120 volts. Quanto maior o painel, mais kW de eletricidade ele pode produzir.

Para dimensionar um sistema destes é necessário saber as condições climáticas da região, pois seu desempenho varia bastante com relação à quantidade de dias ensolarados. Se a aparência

dos painéis não lhe agrada no conjunto arquitetônico da casa, já existem hoje materiais para telhado que trazem células solares já embutidas e podem ser instalados junto com os tradicionais.

### 3.3.2. Reconhecimento de Voz

A possibilidade de utilizar sistemas de reconhecimento de voz na Automação Residencial tem aumentado substancialmente a cada dia que passa decorrente do barateamento dos custos dos recursos de informática e do aumento significativo do poder de processamento dos computadores, que é essencial para um bom desempenho do sistema.

Muitos produtos já foram lançados no mercado, principalmente para utilização por pessoas com deficiência física, crianças e idosos. Estes produtos baseiam-se em ditados e precisam de um pré-treinamento do usuário para que o sistema reconheça o seu padrão de voz, o problema é que sistema necessita de microfones o mais perto possível para garantir melhor qualidade no reconhecimento e os ruídos, ecos e falta de nitidez atrapalham consideravelmente o reconhecimento da fala. Para que um sistema de reconhecimento de voz seja implantado, é preciso analisar os seguintes itens:

- O reconhecimento dos comandos de voz deve ser confiável;
- Deve operar eficientemente mesmo com o barulho normal de um ambiente;
- O sistema deve operar totalmente livre do uso das mãos. Não deve ser necessário que o usuário porte qualquer tipo adicional de *hardware*, seja um controle remoto sem fio, telefone ou microfone;
- Deve operar usando microfones ativos distribuídos pela casa, que captam todo som ambiente incluindo os comandos de voz que devem ser reconhecidos e interpretados;
- O sistema de reconhecimento de voz deve ser um opcional nos sistemas automatizados, ou seja, para os usuários impossibilitados de falar deverá haver os comandos normais através de interruptores, sensores, controle remoto e painéis de controle;
- Deve se integrar a múltiplos controladores para permitir uma abordagem de sistema aberto; Deve permitir a possibilidade de um *feedback* sonoro opcional para que seja confirmado para o usuário o recebimento do comando de automação.

### 3.3.3. Sistema de Alarme Vazamentos de Gás, Fumaça e Incêndio

Consistem em dispositivos para alertar e resolver imprevistos, dispondo de sensores para detecção de fumaça e incêndio, que podem emitir sinais sonoros de alerta e até acionar esguichos de emergência; ou, sensor de vazamento de gás, uma vez que o sensor capte a vazão, um dispositivo automaticamente fecha a saída de gás, corta a energia elétrica da casa e ainda levanta as cortinas para a ventilação.

### 3.3.4. Controle Remoto Universal Programável

Para integração de sistemas de *Home Theater* pode-se usar centrais inteligentes microprocessadas, porém, os custos destas centrais ainda são muito altos e sua programação depende de recursos profissionais. Uma solução mais econômica, porém não menos eficiente, são os controles remotos universais que "aprendem" as funções dos controles remotos individuais e os substituem. Este equipamento efetua o completo controle de todos os componentes de um sistema doméstico de entretenimento.

É um modelo compacto que dispõe de um display *touchscreen* com botões "virtuais" que na realidade se reconfiguram e são renomeados de acordo com a seleção de componentes feita. Desta maneira ele é fácil de operar mesmo nos mais sofisticados sistemas de *Home Theater*. Normalmente estes equipamentos incluem características avançadas como teclas *macro* que podem ser programadas para traduzir todas as operações de um sistema de *Home Theater* num único toque em seu teclado.

Outras características incluem:

- Painel LCD iluminado, com botões virtuais;
- Grande capacidade de memória;
- *Software* próprio com possibilidade de download pela *Internet*;
- Programação avançada de macros, com até 20 passos;
- Desenho ergonômico.

#### 4. PROTOCOLOS DE AUTOMAÇÃO PREDIAL/RESIDENCIAL

Os avanços tecnológicos nas áreas da microeletrônica e da Informática permitem a realização de sistemas computacionais fisicamente distribuídos, capazes de serem monitorados, executados e atualizados remotamente, o que permite distribuir a tarefa de controle entre os próprios dispositivos (sensores, atuadores, equipamentos autônomos, etc.) e tem aumentado a eficiência e a confiabilidade nos modernos sistemas de automação.

Em Ribeiro (1993), a automação predial a tendência inicial foi realizar automação com as mesmas tecnologias (equipamentos, barramentos, etc) que são utilizados na área industrial. A observação, entretanto, de que estas aplicações possuem características específicas tem levado ao desenvolvimento de tecnologias que visam encontrar as melhores soluções para esta área, o que tem se refletido no grande crescimento das áreas de automação predial e residencial no Brasil e no mundo.

Dentre as funcionalidades a serem realizadas pelos sistemas de automação predial destacam-se o gerenciamento de energia (com o objetivo de monitorar e otimizar o consumo de energia) e do conforto térmico através do controle de condicionadores de ar (HVAC - *Heating, Ventilation and Air Conditioning*), com parâmetros selecionados de acordo com a estação do ano, período do dia, ocupação, etc, o controle de iluminação (baseado nas atividades realizadas nos diferentes ambientes e levando-se em conta fontes de iluminação natural), o controle de acesso (a salas, elevadores, estacionamento, etc), o controle de segurança em caso de problemas elétricos ou mecânicos, fumaça, incêndio e água (o sistema deve ser capaz de acionar as equipes de emergência, fechar automaticamente portas contra fogo e acionar iluminação de emergência), entre outros.

Relativamente, segundo Ribeiro (2003), à Automação Residencial devem ser considerados o estilo de vida e preferências do proprietário, por isso as soluções tendem a ser muito pessoais e dirigidas. Características relevantes são a facilidade de instalação, de configuração e de manutenção da rede, uma vez que na maioria das vezes os usuários não estão capacitados a executar programações complexas e não se pode esperar que cada residência possua um técnico treinado para operar o sistema. Outra peculiaridade refere-se à importância do entretenimento, muito maior do que em prédios comerciais.

Embora existam na literatura publicações sobre protocolos para Sistemas de Automação Predial / Industrial elas geralmente são apresentadas em estudo de caso com foco na validação de alguma metodologia proposta. Este capítulo visa analisar algumas das soluções tecnológicas disponíveis para implementação desses sistemas, com foco nos padrões abertos, apontando suas principais características.

#### 4.1 Protocolos

Alguns parâmetros considerados importantes para diferenciar os protocolos entre si e que devem ser avaliados na escolha de uma determinada solução são:

- O estado atual de padrão;
- As características da rede;
- Processo de configuração oferecido pelo protocolo;
- O modelo de objetos e o suporte oferecido para garantir a interoperabilidade.

A seguir, a descrição de cada protocolo.

#### 4.2. X10

O sistema X-10 PLC (*Power Line Carrier*) foi desenvolvido na década de 70 e transmite dados modulados sobre a rede elétrica existente sendo que uma informação binária é transmitida sempre que o sinal senoidal de tensão elétrica passa pelo zero. O esquema de endereçamento permite endereçar 256 pontos diferentes, os quais podem ser ajustados através de um seletor nos dispositivos receptores.

A transmissão é em *broadcast* e todo o comando é repetido duas vezes, assim um comando completo ocupa 47 ciclos em 60Hz o que corresponde a um tempo de aproximadamente 0,8s. A rede elétrica pode ocasionar alguns comportamentos erráticos dos componentes, seja por problemas de ruído, falta de energia ou descargas eletromagnéticas.

#### 4.3. LonWorks

O padrão LonWorks é uma tecnologia proposta pela empresa Echelon em 1990 e abrange toda a infra- estrutura de *hardware* e *software* para a operação da rede local denominada LON

(*Local Operating Network*). É um sistema aberto e de controle distribuído, com o funcionamento baseado no protocolo de comunicação LonTalk (padrão ANSI 709.1). Uma associação de usuários estabelece padrões e certifica dispositivos de controle interoperáveis. O controle é distribuído nos dispositivos, sendo possível construir rede com diferentes topologias e meios físicos, com distâncias máximas e número de nodos variáveis de acordos com características do meio utilizado.

O protocolo LonTalk implementa as sete camadas do modelo OSI tendo sido projetado para aplicações que envolvem funções de sensoriamento, monitoramento, controle e identificação. É um protocolo baseado em pacotes e com comunicação *peer-to-peer* que implementa o algoritmo CSMA p-persistente preditivo com um esquema de prioridades que garante o acesso preferencial ao meio para pacotes com prioridade alta. Um programa de aplicação consiste em um ou mais objetos LonWorks. Cada objeto é baseado na definição de um perfil funcional, o qual define uma camada de interface, incluindo as variáveis de rede, propriedades de configuração e os relacionamentos requeridos pelo dispositivo para executar as suas funções de controle. Um bloco funcional desempenha uma tarefa recebendo dados de entrada de configuração ou de operação, processando-os e gerando dados de operacionais de saída, podendo receber entradas da rede, do *hardware* anexado ao dispositivo ou de outros blocos funcionais e pode enviar os resultados à rede, para *hardware* anexado ao dispositivo ou para outros blocos funcionais.

Existem perfis funcionais padronizados para as áreas de HVAC, gerenciamento de energia, iluminação, acesso, intrusão e monitoração, controle de motores, sensores, refrigeração, detecção de incêndio, transporte de cargas, entre outros. A interoperabilidade de dispositivos de diferentes fabricantes na rede é garantida por um conjunto padrão de variáveis de rede (*Standard Network Variable Types – SNVTs*) estando atualmente padronizadas 166 variáveis. A localização física de uma variável de rede é transparente para o programa de aplicação sendo as conexões lógicas estabelecidas durante processo de configuração.

#### 4.4 EIB

EIB (*European Installation Bus*) é um sistema aberto, cuja padronização abrange dispositivos, gerenciamento de rede, interfaces para criação de ferramentas e esquemas de certificação de produtos. A tecnologia é administrada por uma associação chamada EIBA, a qual publica o

padrão do EIB, realiza certificações e fornece a ferramenta de desenvolvimento denominada ETS (*EIB Tool Software*) que é usada para configurar a instalação, realizar manutenção e fazer diagnósticos.

Os dispositivos, que podem compor uma arquitetura distribuída ou centralizada, são divididos em linhas e áreas a fim de reduzir o tráfego na rede, podendo totalizar 61455 dispositivos. Uma unidade de acesso ao barramento padronizada denominada BCU (*Bus Coupling Unit*), permite que dispositivos fornecidos por diferentes fabricantes, operem no barramento o qual pode utilizar diferentes meios tais como par trançado, fiação elétrica existente (*powerline*), rádio frequência, etc.

Um conjunto padrão de objetos é definido a partir dos quais as aplicações são construídas. Para cada um desses objetos está definido um conjunto de propriedades, algumas obrigatórias e outras opcionais. Objetos padrões também foram definidos para indicação tipos de dados das propriedades, IDs e tipos de objetos. Para permitir a interoperabilidade entre dispositivos de diferentes fabricantes, estão padronizados os valores e a interpretação de dados incluídos na comunicação entre objetos, os quais serão usados pelos objetos de comunicação. Estas funções padronizadas são denominadas EIS (*EIB Interworking Standards for Group-Communication-Objects*). De uma maneira geral são definidas a descrição e a finalidade de cada função, a faixa de valores admissíveis e a definição da função.

#### 4.5 BACNet

BACnet (*Building Automation and Control Network*) é um protocolo aberto de comunicação de dados, desenvolvido por iniciativa da ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) e adotado pela ANSI desde 1995, após aproximadamente nove anos de estudos para definição do padrão.

O protocolo implementa algumas camadas do modelo OSI, sendo que para as camadas físicas e de enlace foram adotados alguns padrões de LAN já estabelecidos no mercado, o que permite bastante flexibilidade na escolha do meio mais adequado, conforme a melhor relação custo x benefício.

O modelo definido para o BACnet está fundamentado em três aspectos: objetos para representar o sistema de informação e a base de dados com propriedades padronizadas,

serviços que permitem a um objeto acessar informações de outro objeto e regras de interoperabilidade que fornecem mecanismos para que sistemas com componentes de diferentes fornecedores operem corretamente em conjunto.

Foram definidos e padronizados 18 tipos de objetos e 123 propriedades definidas conforme o objeto que será implementado e o tipo de dispositivo no qual o objeto reside. Um serviço é meio pelo qual um dispositivo adquire informações de um outro, comanda-o para realizar alguma tarefa ou anuncia para um ou mais dispositivos que algum evento ocorreu. O programa de aplicação é responsável pelo recebimento e pelo processamento das requisições de serviço. Foram definidos 32 serviços classificados nas categorias *alarm and event*, *file access*, *object access*, *remote device management* e *virtual terminal services*.

Para garantir interoperabilidade a idéia é dividir o problema da interoperabilidade em conjuntos comuns de funções e definir requisições para cada um desses conjuntos. Foram definidas cinco áreas de interoperabilidade para classificar os BIBBs (*BACnet Interoperability Building Blocks*) e em cada uma há uma série de serviços que serão executados. Um servidor deve ser capaz de receber uma requisição de serviço, executar e retornar o resultado ao cliente, o qual deve ser capaz de iniciar uma requisição de serviço e processar a resposta quando ela chega.

#### 4.6 HomePnP

HomePnP busca estabelecer um padrão dentro do nível de aplicação, definindo o conteúdo das mensagens de controle que são trocadas entre dispositivos e controladores, descrevendo como diferentes produtos podem cooperar entre si. Ele é baseado na CAL (*Common Application Language*) e no nível de aplicação do protocolo CEBus (*Consumer Electronics Bus*) sendo um padrão EIA desde 1995.

O protocolo HomePnP padroniza a estrutura das mensagens e os códigos de controle usados nas mensagens. Alguns conceitos chaves do modelo de objetos do protocolo são: uma linguagem de aplicação comum independente do protocolo de transporte, os contextos e dispositivos e os objetos ouvintes, status e de requisição. Também está especificado um processo de configuração automático.

Objeto é o termo CAL usado para definir uma função de controle simples dentro de um contexto, sendo implementado por um conjunto de variáveis, chamando variáveis de instância. A especificação define um conjunto de 22 objetos, a partir dos quais os dispositivos e subsistemas são construídos.

Um contexto é um grupo de objetos representando uma função comum de um dispositivo sendo que vários contextos podem representar um dispositivo que é um mecanismo que expõem e controla variáveis de estado através da rede usando o protocolo CAL. Ele é um contêiner para um conjunto de contextos CAL que coletivamente recebe mensagens endereçadas para o mesmo endereço da camada de transporte. Um dispositivo pode ser implementado em *hardware* ou em *software* em um PC.

Estão especificados os seguintes grupos de contextos: *General, Audio/Vídeo, Lighting, Communication, HVAC, Security, Utility/Energy Management, Convenience, Computer/Home Office e Appliance*. Cada grupo contém um certo número de contextos chamado Classes de Contexto. No grupo *Lighting* há seis classes (*Light Sensor, Light, Light Scene, Light Sensor Status, Lighting Scene Request e Lighting Scene Status*), no grupo *Environmental* há oito e assim por diante. Cada classe de contexto é composta pelos objetos de acordo com suas características. A classe *Light*, por exemplo, é composta pelos objetos *Light Level Control, Light Level Setting, Feature Select* entre outros. Também estão especificados um conjunto de métodos que podem executar em vários objetos.

#### 4.7. Jini

Jini é uma tecnologia desenvolvida pela *Sun Microsystems*, lançada em 1999, que proporciona um mecanismo para que diversos dispositivos conectados em rede possam colaborar para a execução de tarefas e compartilhar recursos sem a necessidade de que o usuário final tenha que configurar a rede.

A arquitetura Jini é totalmente distribuída e todos os dispositivos podem oferecer serviços e comunicarem-se entre si. Ela pode ser utilizada em estações de trabalho, PCs, pequenos dispositivos (PDAs, filmadoras, reprodutores mp3) ou em eletrodomésticos que estejam conectados em uma rede. Também é possível a conexão de dispositivos que não rodem a máquina virtual Java através do uso da arquitetura *surrogate*.

Um sistema Jini consiste basicamente de três partes:

- Um conjunto de componentes que fornece a infra-estrutura para compartilhamento de serviços em um sistema distribuído;
- Um modelo de programação que suporta o desenvolvimento de serviços distribuídos confiáveis;
- Serviços que podem fazer parte de um sistema Jini compartilhado e que oferecem funcionalidades a outros membros do sistema.

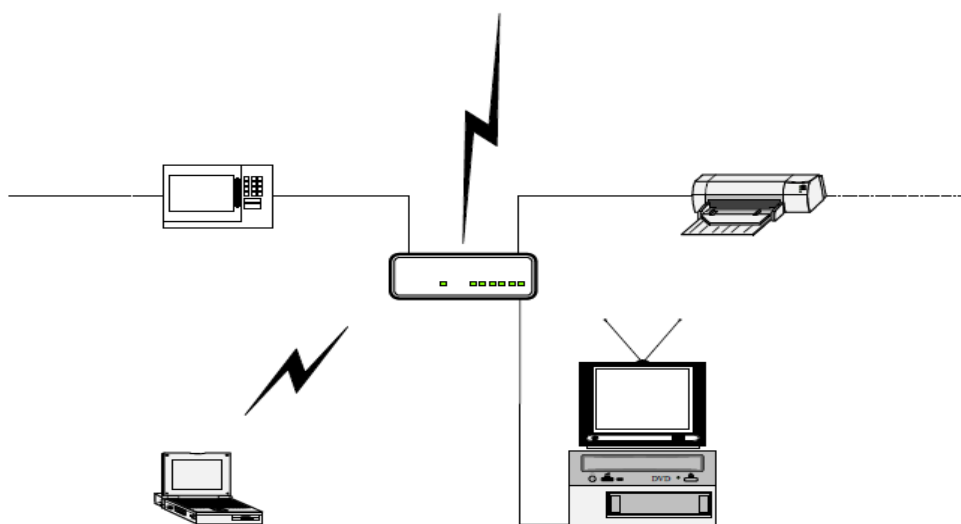
Os serviços podem ser adicionados ou retirados de um sistema em qualquer momento, de acordo com a necessidade, a demanda ou as mudanças de configuração dos usuários do sistema. Do ponto de vista do serviço cliente, não há distinção entre serviços que são implementados por objetos em diferentes máquinas, os que estão no espaço de endereçamento local e os que são implementados em *hardware*: um repositório de serviços mapeia interfaces que indicam a funcionalidade fornecida por um serviço, para um conjunto de objetos que implementam este serviço.

Os objetos podem ser descarregados e executados em qualquer dispositivo que suporte JVM, sendo compostos, basicamente, por uma interface Java. As interfaces definem as operações que podem requisitadas de um serviço. Como muitos dispositivos não são capazes de procurar e registrar serviços, de descarregar e executar classes escritas em Java e de exportar classes para disponibilizar serviços a outros objetos da rede por falta de capacidade de processamento ou memória ou por não rodarem JVM, eles não podem participar diretamente da rede.

A arquitetura Jini *surrogate* é indicada para esse caso, definindo mecanismos para que esses componentes possam participar da rede Jini. Basicamente ela define um conjunto de mecanismos para que um *proxy*, o qual executa em uma máquina com capaz de participar da rede Jini, represente um dispositivo e executa ações a favor dele. Este *proxy* pode ser descarregado do próprio dispositivo ou de outro lugar especificado. A ativação e desativação do *surrogate* é controlado por um conjunto de APIs denominado *surrogates* APIs.

#### 4.8. UPnP

*Universal Plug & Play* (UPnP) , semelhante ao Jini, é uma arquitetura de *software* aberta e distribuída que permite as aplicações dos dispositivos conectados em rede trocarem informações e dados sem necessidade de configurar a rede, os dispositivos e o sistema operacional. Sua arquitetura está baseada em protocolos padrões tais como TCP, UDP, IP entre outros e foi projetado para ser independente de fabricante, sistema operacional, linguagem de programação de cada dispositivo e do meio físico para implementar a rede.



**Figura 4.8.1 - Um exemplo de rede UPnP.Fonte: Bolzani (2004).**

A descrição dos serviços e dispositivo é mantida pelo UPnP *Forum*, e seu desenvolvimento está direcionado às redes domésticas, às redes de pequeno porte em pequenos negócios e pequenos prédios comerciais. Os elementos básicos do UPnP são os dispositivos, os serviços, e os controladores, cujas informações são estruturadas utilizando XML (*Extensible Markup Language*). Um dispositivo é um contêiner de serviços e de dispositivos aninhados. Diferentes categorias de dispositivos podem ser associadas com diferentes serviços e dispositivos embutidos.

Como um dispositivo pode conter outros dispositivos, dispositivos lógicos e serviços, o seu conjunto de serviços e as suas propriedades devem ser padronizados para garantir interoperabilidade entre os diferentes fornecedores. Um controlador é um componente lógico

capaz de descobrir e controlar outros dispositivos. Após a descoberta ele deve ser capaz de recuperar a descrição do dispositivo e obter a lista de serviços, recuperar a descrição de um determinado serviço, invocar ações para o controlador do serviço e assinar o servidor de evento. Após o dispositivo obter um endereço IP válido, utilizando DHCP, ele pode, usando o protocolo SSDP, publicar os seus serviços ou procurar por dispositivos de interesse na rede obtendo a descrição detalhada de cada serviço.

A descrição de um serviço define as ações e seus argumentos, as variáveis de estado com seus tipos, faixa de valores e eventos característicos. O controle de um serviço é realizado usando o protocolo SOAP. Os serviços publicam atualizações quando suas variáveis são modificadas e um controlador pode se inscrever para receber estas informações. Estas atualizações são enviadas através de mensagens de eventos, que são formatadas usando o protocolo GENA. Além disso, se um dispositivo pode conter uma URL para apresentação a qual pode ser carregada em um *browser* e permitir ao usuário o controle e/ou a visualização do estado do dispositivo.

A *UPnP Device Architecture* define o modelo genérico para criação de dispositivos e para descrição de serviços para qualquer dispositivo e tipo de serviço. Grupos de trabalho organizados em comitês trabalham para padronizar os diferentes dispositivos e serviços, criando os modelos adequados para representá-los e os submetendo para padronização. Existem comitês formados para as áreas de A/V, eletrodoméstico, Automação Residencial e Segurança, Imagem e *Gateways Internet*, entretanto até o momento existem muito poucos dispositivos padronizados.

#### 4.9. OSGI

OSGi (*Open Services Gateway Initiative*) é uma associação fundada em 1999 com a missão de criar especificações abertas para a entrega de múltiplos serviços sobre redes geograficamente distribuídas (WANs) para redes locais e dispositivos. O componente principal do esforço de especificação OSGi está concentrado em *services gateway*, que são servidores para conectar a rede externa com clientes internos, atuando como uma plataforma para instalação e execução de *software* que trabalha em cooperação com dispositivos de uma rede doméstica, tais como sensores, interruptores, de DVDs, aparelhos de som, etc. Este *software* permite que provedores de serviços externos interajam com os dispositivos dessa

rede, provendo para seus proprietários ser viços tais como filme e música sob demanda, controle e monitoramento do sistema de segurança, gerenciamento dinâmico de energia, etc.

A especificação OSGi padroniza APIs para um ambiente de execução de uma plataforma *gateway*. As APIs endereçam serviços, gerenciam ciclo de vida, controlam a dependência entre os serviços, gerenciam dados, controlam acessos a dispositivos e a recursos e garantem segurança. Um *framework* forma o núcleo da especificação desta plataforma e fornece um ambiente de execução para serviços descarregados eletronicamente, os quais são denominados pacotes. Qualquer dispositivo padrão OSGi pode descarregar, instalar e remover estes pacotes, sob o controle do *framework*, que gerencia a instalação e a atualização desses pacotes bem como a dependência entre os pacotes e os serviços, além de fornecer mecanismos de gerenciamento de eventos para que os pacotes possam receber eventos de objetos de serviços que tenham sido registrados, modificados ou desinstalados.

## 5. COMPARAÇÃO ENTRE OS PROTOCOLOS

A tabela 5.1 a seguir, apresenta uma comparação entre alguns dos protocolos analisados em relação à limitação de endereçamento da rede, a meios físicos disponíveis e ao comportamento quanto à expansão, destacando a necessidade ou não de configuração dos dispositivos e da utilização de ferramentas específicas para isto, característica importante quando se trata de aplicação em sistemas residenciais. Uma das primeiras limitações que se observa nos protocolos pesquisados é o suporte a fluxo contínuo de dados entre dispositivos, característicos de aplicações de áudio e vídeo: LonWorks EIB e BACnet são desenvolvidos para dispositivos de controle e não suportam a distribuição de áudio ou vídeo analógico ou dados digitais, além disso os meio padronizados não suportam taxas de transmissão típicas destas aplicações.

HomePnP, embora especifique classes de contexto para Áudio/Vídeo, até o momento ainda não especificou os padrões e os microprocessadores disponíveis no mercado não oferecem este suporte. Por se tratar de produtos relativamente baratos e de fácil aplicação, o protocolo X-10 pode ser utilizado em diversas aplicações, tais como acionamento remoto de lâmpadas, eletrodomésticos e portas. Como sua confiabilidade é limitada, seu uso não é recomendado em aplicações críticas, ligadas à segurança doméstica, sendo uma boa alternativa nos casos de

residências já construídas, onde se deseje evitar transtornos com reformas, uma vez que o meio físico padrão é a rede elétrica existente.

A arquitetura Jini apresenta-se como uma solução promissora por ser independente de plataforma, o que permite que os dispositivos não estejam limitados a uma marca específica de *software*, processador, *driver* ou protocolo de rede. Algumas críticas são realizadas ao fato de apenas a Sun e algumas poucas empresas autorizadas por ela, poderem desenvolver a Máquina Virtual Java. Outra crítica é que Jini é uma arquitetura “pesada” em função dos recursos de memória que exige e que prejudica a sua utilização em dispositivos de baixo custo (algo que o conceito de *surrogates* tenta minimizar).

Além disso, a comunicação necessária ao gerenciamento de uma rede Jini, ao mesmo tempo em que aumenta a flexibilidade, tende a sobrecarregar a rede, degradando o desempenho. A *Microsoft* está investindo fortemente no protocolo UPnP, que é um concorrente direto do Jini. Embora a especificação utilize protocolos já de utilização consagrados principalmente pela *Internet* e independentes de sistema operacional, apenas a *Microsoft* fornece suporte a esta tecnologia atualmente e existem muito poucos dispositivos disponíveis. A plataforma OSGI é concebida para permitir a conexão de dispositivos de diferentes padrões num gateway, garantindo o fornecimento de serviços para esses dispositivos. O foco do desenvolvimento, entretanto, é para conexão de sistemas externos com sistemas internos, buscando criar uma infraestrutura de suporte a provedores de serviços para aplicações de monitoração, áudio e vídeo sob demanda, entre outros.

| Protocolo | n.º max. de dispositivos | Meio Físico  | Configuração/expansão   |
|-----------|--------------------------|--|---|
| X10       | 256                      | Rede elétrica  | Instalar o dispositivo e ajustar endereço diretamente no mesmo            |
| LonWorks  | 32385                    | Par trançado, cabo coaxial, RF, Power Link, infravermelho, fibra ótica, rede elétrica. | Instalar o dispositivo e configurar utilizando ferramenta de configuração |
| EIB       | 61455                    | Par trançado, rádio frequência, ISO/IEC 802-2, rede elétrica                           | Instalar o dispositivo e configurar utilizando ferramenta de configuração |
| BACNet    | Sem limitações*          | Ethernet, ARCNET, point-to-point, LonTalk, TCP/IP (UDP), master-slave/token-passing,   | (sem informação)  |
| HomePnP   | Sem limitação*           | EIA-600, IEEE 1394, TCP/IP, EIB, etc.  | Plug and Play   |
| Jini      | Sem limitação*           | Redes TCP/IP   | Plug and Play   |
| UPnP      | Sem limitação*           | Redes TCP/IP   | Plug and Play   |

\* Quanto ao endereçamento (não considera problemas na rede tais como congestionamento, jitter, etc.)

**Tabela 5.1 - Comparação entre protocolos considerando características de rede e de configuração. Fonte: Bolzani (2004).**

O uso de conceitos de orientação a objetos nos protocolos mais recentes, bem como a padronização de classes de dispositivos mostra a preocupação de fornecer mecanismos que favoreçam a interoperabilidade entre dispositivos fornecidos por diferentes fabricantes. Dentro de cada padrão este objetivo tem sido conseguido através da certificação de produtos pelas associações que administram cada protocolo, porém a interoperabilidade entre produtos de diferentes tecnologias ainda não foi atingida.

Quanto à disponibilidade e custos pode-se apenas fazer apenas uma avaliação subjetiva. Pode-se dizer que existe boa disponibilidade para os padrões X10 quando se trata de dispositivos para Automação Residencial a um custo relativamente baixo, existe boa disponibilidade de dispositivos LonWorks e EIB para Automação Residencial e comercial com custos relativamente moderado e moderado a alto, respectivamente, existe disponibilidade de equipamentos BACnet para a área de automação comercial com custo alto e existe muito pouca disponibilidade de equipamentos para os demais protocolos.

Finalmente, o que se observa é que não existe claramente um protocolo superior aos outros: os protocolos mais recentes tentam preencher as lacunas deixadas por limitações dos protocolos mais antigos, visando atingir uma faixa de mercado que eles não atendem bem.

## 6. CONCLUSÕES

Conforme apresentado neste trabalho, apesar de existirem várias opções de protocolos, nenhuma delas ainda satisfaz completamente os requisitos de desempenho, custo e facilidade de instalação, configuração e ampliação. Percebe-se uma clara oportunidade para desenvolvimento de soluções que preencham a lacuna existente.

O mercado de Automação Residencial no Brasil está dando seus primeiros passos. Neste momento, incorporadores, construtores e arquitetos estão tomando conhecimento das amplas possibilidades que os sistemas integrados de Automação Residencial podem representar em seus projetos.

As soluções atuais têm comum a proposta de distribuir a tarefa de controle entre os dispositivos e conectá-los através de uma arquitetura de rede adequada, permitindo a troca de informações diretamente entre eles, para a execução das tarefas programadas, sem a necessidade de unidades de controle centralizadas, o que vem aumentando a eficiência e a confiabilidade dos sistemas instalados. Em contrapartida há um aumento da complexidade de projeto e de gerenciamento desses sistemas: os desafios da comunicação e da integração, ponto chave para interoperabilidade entre os dispositivos e subsistemas, ainda permanecem sem solução.

A Domótica é uma área que está apenas recentemente começando a ser explorada, ao contrário de outras áreas. Sendo assim é importante o desenvolvimento de trabalhos nesta área, garantindo neste caso que a Domótica progida e se popularize como a *internet* se popularizou.

## REFERÊNCIAS

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.

BOLZANI, Caio Augustus Morais. **Residências Inteligentes**. São Paulo, 2004, Editora Física, 1º Edição.

ECHELON CORPORATION. Introduction to the LONWORKS System: version 1.0. 1999. Disponível em: <[http://www.echelon.com/metering/nes\\_system\\_components.htm](http://www.echelon.com/metering/nes_system_components.htm)>. Acessado em: 18 de nov. de 2009.

ECHELON CORPORATION. LONMARK SNVT Master List: versão 11. 2002. 143p. Disponível em: <[http://www.echelon.com/metering/nes\\_system\\_components.htm](http://www.echelon.com/metering/nes_system_components.htm)>. Acessado em: 18 de nov. de 2009.

MANGER, Daniela Morais. **Conceitos de um Edifício Inteligente**. Trabalho (PET CIVIL). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2003.

MARIOTONI, Carlos Albert e JUNIOR, Edivaldo P. de Andrade. **Descrição de Sistemas de Automação Predial Baseados em Protocolos PLC utilizados em Edifícios de Pequeno Porte em Residências**, 2001. 8f.

NETO, Jayme Spinola Castro. **Edifícios de Alta Tecnologia**. São Paulo, 1994, Editora Cathargo e Fortes, 1º edição.

RIBEIRO, Leila Beatriz. **A Incorporação do Conceito de Sistemas na Ciência da Informação**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.

X10 Powerline Carrier (PLC) Technology. Disponível em: <http://www.x10.com/support/technology1.htm>. Acessado em: 18 de nov. de 2009.