

Automação Residencial: Elementos Básicos, Arquiteturas, Setores, Aplicações e Protocolos

Adonis Accardi, Eugeni Dodonov

Abstract. *This paper presents the main aspects of Home Automation, focusing on the description of its basic elements, such as controllers, sensors, actuators, buses and interfaces, and on the use of centralized and decentralized architectures and typical communication protocols. Various related industries and applications are also considered, emphasizing the benefits that an automated home can provide, such as comfort, convenience, safety and economy. The relevant aspects of planning for home automation are exemplified in a case study of a hypothetical automated residence with a communication infrastructure to support the various elements typical of domotics.*

Keywords: *home automation, automated residence, domotics*

Resumo: Este artigo apresenta os principais aspectos da Automação Residencial, focando-se na descrição de seus elementos básicos, como os controladores, sensores, atuadores, barramentos e interfaces, nas arquiteturas centralizada e descentralizada e protocolos de comunicação típicos. Os diversos setores e aplicações também são considerados, enfatizando-se os benefícios que uma residência automatizada pode proporcionar, como conforto, praticidade, segurança e economia. Os aspectos relevantes para um planejamento de Automação Residencial são exemplificados em um estudo de caso de residência automatizada hipotética com um esquema de infraestrutura de comunicação para suportar os diversos elementos da Automação Residencial.

Palavras-Chave: automação residencial, residência automatizada, domótica

I. INTRODUÇÃO

Também conhecida como Domótica, Residência Inteligente ou Casa do Futuro, a Automação Residencial trata da integração de serviços e tecnologias, que tem por finalidade tornar uma residência automatizada e obter aumento em relação a segurança, conforto e praticidade.

O objetivo deste artigo é apresentar os principais aspectos da Automação Residencial, entre eles os elementos básicos, arquiteturas, setores, aplicações e protocolos, pois são aspectos ainda pouco conhecidos e explorados na literatura. Para ilustrar na prática os conceitos abordados, é proposto um modelo para construção de uma residência automatizada exemplo.

Com a compreensão de tais conceitos é possível entender que a Automação Residencial já não está tão distante da realidade e que muitas das tecnologias consideradas “do futuro” já estão acessíveis aos usuários domésticos.

A Automação Residencial, que a partir de agora será

chamada de AR, vem ganhando atenção. A apresentação dos principais aspectos sobre o universo da Automação Residencial, seus elementos básicos, arquiteturas, protocolos, abordando ainda as possibilidades de aplicação da AR dentro dos seus principais setores (dados, controle e multimídia), o planejamento de um sistema de AR com exemplo de implementação de uma residência automatizada, foi o método utilizado neste artigo para demonstrar seus benefícios.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: A seção II aborda os aspectos da automação residencial, elementos básicos, arquiteturas, setores, aplicações e protocolos. Na seção III são apresentados os principais aspectos para um bom planejamento de AR, e a seção IV ilustra na prática os conceitos abordados, onde se propõe um modelo para construção de uma residência automatizada exemplo.

II. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Segundo (BOLZANI, 2004), “a automação residencial pode ser definida como um conjunto de tecnologias que ajudam na

gestão e execução de tarefas domésticas cotidianas. A sua utilização tem por objetivo proporcionar um maior nível de conforto, comodidade e segurança além de um menor e mais racional consumo de energia”.

Para (WORTMEYER; FREITAS; CARDOSO, 2005) “automação residencial representa o emprego de tecnologias ao ambiente doméstico (incluindo residências, condomínios, hotéis), com o objetivo de propiciar conforto, praticidade, produtividade, economia, eficiência e rentabilidade, com valorização da imagem do empreendimento e de seus usuários”.

A) Elementos Básicos da Automação Residencial

Por trás da automação residencial existem diversos elementos envolvidos, de simples sensores até complexas centrais de automação, que fornecem uma experiência ideal para as necessidades, desejos e condições de cada usuário. Nesta seção são apresentados os elementos básicos da Automação Residencial. Dificilmente se encontrará uma Residência Inteligente sem algum dos elementos: Controladores, Sensores, Atuadores, Barramentos e Interfaces, descritos a seguir.

Os Controladores controlam os dispositivos automatizados (sensores e atuadores). Monitora as informações dos sensores, podendo enviar comandos para que um atuador ative ou desative algum equipamento. De maneira geral podem possuir interfaces independentes, na forma de um controle remoto, ou serem sofisticadas centrais de automação (ALMEIDA, 2009).

Os Sensores são os dispositivos que detectam estímulos, medem e monitoram grandezas físicas e eventos (temperatura, umidades etc.), convertendo-as em um valor passível de

manipulação por sistemas computacionais. São eles que encaminham as informações aos controladores sobre algum evento, para que os controladores possam enviar os comandos adequados para os atuadores (ALMEIDA, 2009).

Os Atuadores são dispositivos eletro-mecânicos, que recebem os comandos do sistema de automação e ativam os equipamentos automatizados. São os módulos de acionamento ligados entre a rede elétrica e os equipamentos (ALMEIDA, 2009). Existem atuadores para portas, janelas, persianas, fechadura magnética, sirene, indicadores luminosos, etc.

O Barramento é o meio físico responsável pelo transporte das informações (rede elétrica, telefônica etc.) (CASADOMO, 2010).

As Interfaces são os dispositivos ou mecanismos (navegador de internet, celular, painéis, controles remotos, interruptores etc.) que permitem ao usuário visualizar as informações e interagir com o sistema de automação (CASADOMO, 2010).

A Figura 1 apresenta um exemplo de como os elementos básicos se comunicam. A esquerda dessa figura estão os sensores, que encaminham as informações sobre algum evento (chuva, vento etc.) aos controladores (ao centro) e estes por sua vez acionam os ativadores (à direita), de acordo com a tarefa programada para aquele evento, como por exemplo abrir a persiana. As interfaces (interruptores, celular etc.) se conectam diretamente aos controladores de forma a permitir que o usuário visualize as informações e interaja com o sistema de automação. Diversos barramentos podem ser utilizados na comunicação entre os elementos básicos (rede elétrica, telefônica etc.).

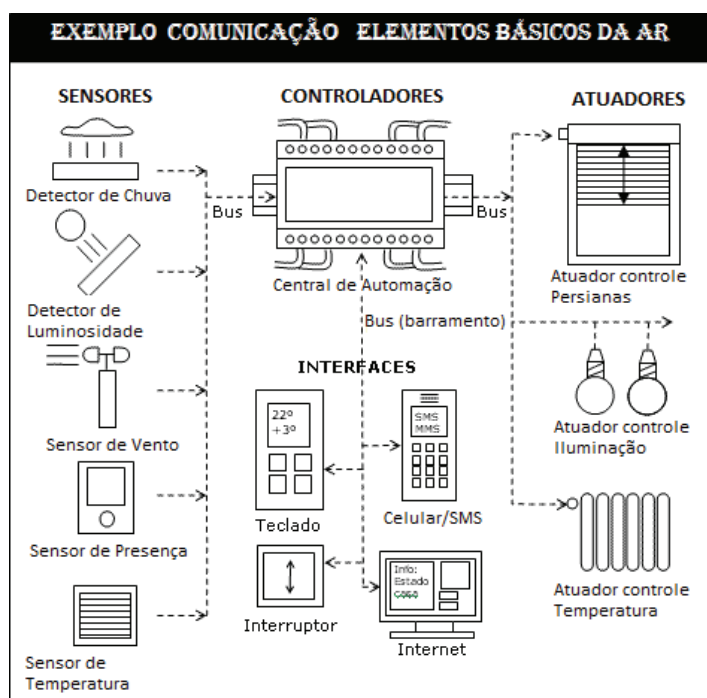


Figura 1. Exemplo da comunicação dos elementos básicos na AR (CASADOMO, 2010)

B) Arquitetura da Automação Residencial

A arquitetura da AR está relacionada com a forma com que

seus elementos básicos se comunicam. As arquiteturas mais utilizadas são a centralizada e a descentralizada.

Em sistemas com arquitetura centralizada, ilustrado pela Figura 2, todos os dispositivos respondem a um dispositivo central, que deve ser dotado de inteligência e desempenho

suficiente para receber e tratar as informações recebidas dos sensores e enviar os comandos aos atuadores (ALMEIDA, 2009).

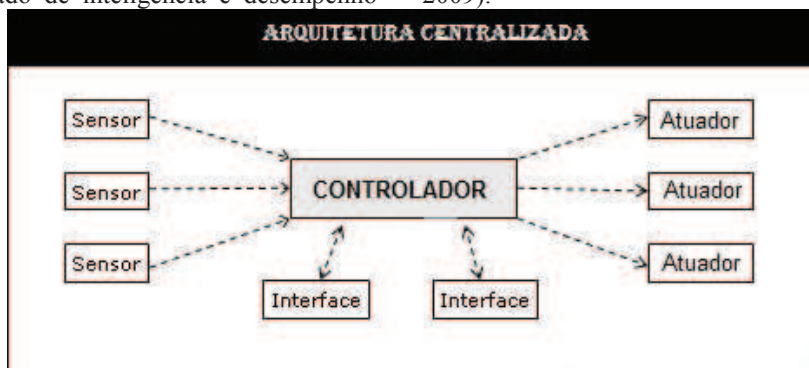


Figura 2. Exemplo de uma arquitetura centralizada na AR (CASADOMO, 2010)

Em sistemas com arquitetura descentralizada podem existir vários controladores que, interligados por um barramento, compartilham a administração dos sensores, atuadores e

interfaces ligadas aos controladores, como mostra a Figura 3 (CASADOMO, 2010).

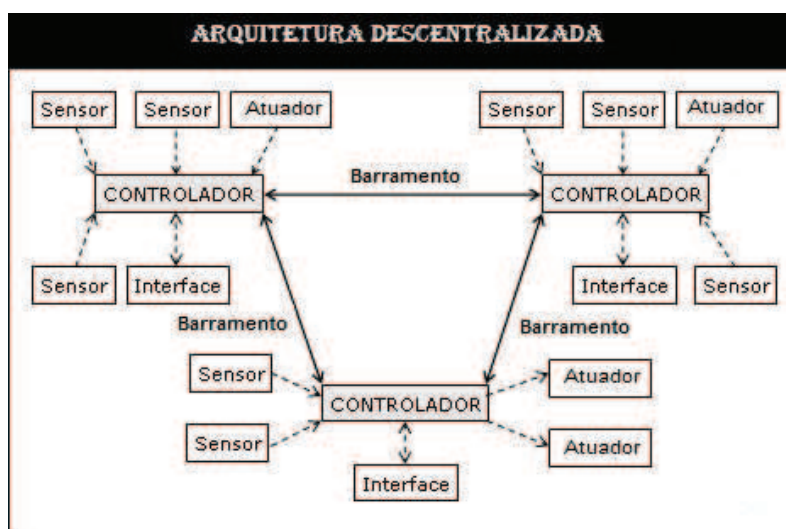


Figura 3. Exemplo de uma arquitetura descentralizada na AR (CASADOMO, 2010)

C) Setores da Automação

As atividades da Automação Residencial podem ser divididas, inicialmente, em três grandes setores, ilustrado pela Figura 4 (BOLZANI, 2007): Setor de Controle, Setor de Dados e Setor de Multimídia.

O Setor de Controle é responsável pelo gerenciamento dos elementos básicos da automação, normalmente possuem baixo volume de transmissão. Por este fato, a maioria dessas tecnologias utiliza arquitetura distribuída, onde cada dispositivo tem autonomia para tomada de decisões sem a necessidade de um gerenciador central. Com isso, reduz-se o tráfego e evita-se uma paralisação total do sistema em caso de pane.

O Setor de Dados é o encarregado pelo transporte, compartilhamento, etc. das informações, tendo Ethernet e padrões de rede derivados como o padrão de comunicação. Contempla também Wi-Fi, PLC, entre outras tecnologias utilizadas em escritório doméstico, telefonia etc.

O Setor de Multimídia é responsável principalmente pelo

áudio e vídeo da residência. Centrais multimídia permitem a distribuição de áudio e vídeo por zonas. Aquisição de conteúdo sob demanda (VoD) também pode ser explorado, apesar de ainda pouco usado no Brasil.

A Figura 4 mostra como (BOLZANI, 2007) dividiu as responsabilidades na AR. No centro da Figura 4 está o usuário, que é quem, através das interfaces, vai interagir e controlar os sistemas domóticos, divididos em três setores: controle, dados e multimídia.

No setor de controle, responsável pelo controle e monitoramento dos dispositivos de AR, a Figura 4 ilustra os principais sistemas domóticos (Z-wave, Zigbee, X-10 etc.) e suas aplicações.

O setor de multimídia também é representado, destacando-se Wi-Fi, USB etc., como principais tecnologias aplicadas neste setor. Aplicações podem ser vistas em CFTV (Circuito Fechado de TV) digital, áudio digital, HDTV (TV de alta definição) etc.

No setor de dados, encarregado pelo transporte,

compartilhamento etc. das informações, destacam-se Ethernet e derivadas, Wi-Fi, entre outras, utilizadas em escritório

doméstico, telefonia, etc.

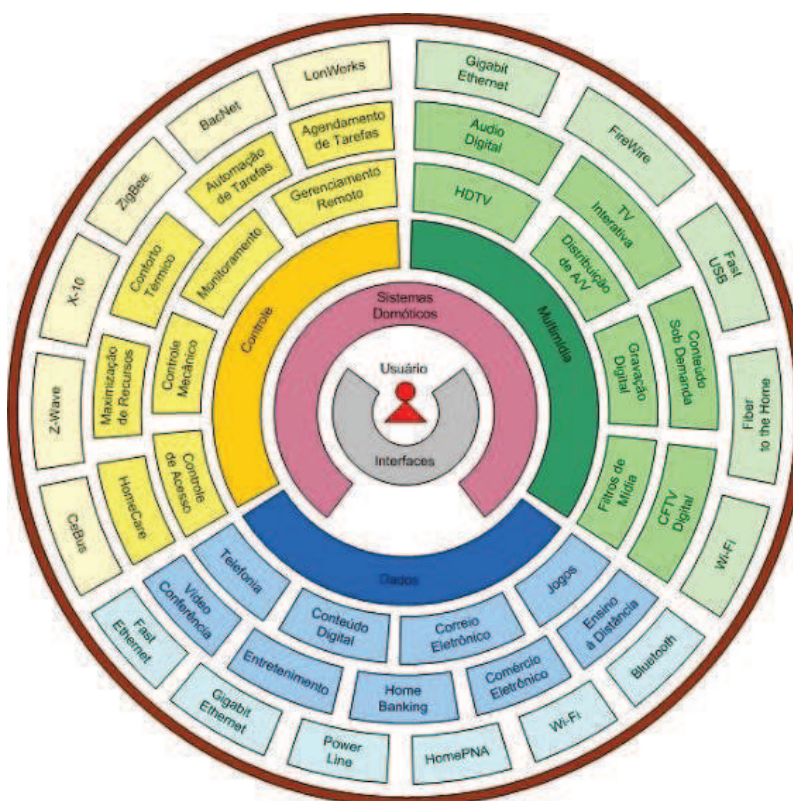


Figura 4. Divisão planejada das responsabilidades na AR (BOLZANI, 2007)

D) Aplicações

Seguindo o modelo apresentado na Seção II.C, cada setor da AR é responsável por um conjunto de atividades dentro de sua área de atuação. Nesta seção são apresentadas algumas das aplicações da AR, revelar-se-á como e onde ela pode ser utilizada dentro desses setores.

Sector de Controle

Está diretamente ligado ao conceito de AR, cujas funções principais são o controle, a automação e o monitoramento. Dentre as diversas aplicações desse setor podem ser destacados o controle de iluminação, economia de energia, controle de temperatura, controle de acesso, controle de eletrodomésticos, monitoramento e controle de consumo, controle de intrusão, portas e cortinas automatizadas e a centrais de automação.

O Controle de iluminação é considerado o ponto de partida no processo de automação com o lançamento dos dispositivos X-10, pois permite controle total da iluminação da casa. Esse controle pode ser realizado através de interruptores, controle remoto, computador e até do celular.

A Economia de energia é um fator a ser considerado; as luzes não precisam estar todo tempo na intensidade máxima é possível controlar a intensidade da luz. Com ajuda de sensores de luminosidade e presença, pode-se ainda configurar para que as luzes acedam de acordo com a hora, estação do ano,

entre outros. Já estão disponíveis no mercado dispositivos sem fio para controle de iluminação, muito usados em Retrofitting (readequação) (BOLZANI, 2004).

Com o Controle de Temperatura / HVAC (Aquecimento, ventilação e Ar-condicionado) é possível encontrar inúmeros modelos de ar-condicionado no mercado, desde simples equipamentos de parede até grandes centrais. O controle desses equipamentos pode ser feito através de controles remotos, que é uma solução não automatizada, ou com uma das soluções automatizadas que melhor atenda o projeto, como alguns modelos que permitem controle via *gateways*, que são dispositivos que permitem que equipamentos diferentes consigam se comunicar, ou ainda pode-se utilizar equipamentos liga-desliga, por exemplo X-10, para prover a automação do sistema de HVAC (BOLZANI, 2004). O consumo de energia é uma das vantagens de se automatizar o sistema de HVAC, de forma que o equipamento pode ser programado para, em conjunto com sensores de temperatura, ser ligado ou desligado ao atingir as temperaturas desejadas.

O Controle de acesso é um recurso que vem se destacando é a biometria. Através de dispositivos biométricos pode-se definir quem tem permissão para acessar determinada área e em que período, por exemplo, um auxiliar só teria acesso à residência no período determinado para realizar suas atividades, pode-se ainda restringir o acesso aos cômodos que não julgue prudente o acesso sem monitoração. Outro recurso bastante útil é o “dedo do pânico”, que consiste em se

configurar a autenticação por um dedo específico como mecanismo de alerta. Toda vez que este dedo for colocado no leitor biométrico o sistema de segurança entende tratar-se de uma situação de perigo e se encarregará de enviar um alerta para um parente, amigo, equipe de segurança, ou outros.

O Controle de eletrodomésticos permite que todos os eletrodomésticos podem ser controlados. Microondas, cafeteiras etc., podem ser programados para funcionar integrados ao sistema de AR, permitindo inclusive o controle via internet, celular etc. Esse controle ainda é limitado a ligar/desligar, mas já existem estudos que dizem que os eletrodomésticos irão se auto gerenciar. Por exemplo, é possível imaginar um forno que vai definir automaticamente o tempo e a temperatura para assar um bolo (GONZALES, 2010).

O Monitoramento e controle de consumo (água/gás/energia) são programas de gerenciamento aliados a sensores e atuadores que permitem o controle e monitoramento, em tempo real, do consumo de água, gás e energia. É possível ainda visualizar gráficos comparativos dos equipamentos que mais consomem recurso e fazer uma gestão mais eficiente do consumo (BOLZANI, 2004).

A Aspiração Central recebe informação de toda a sujeira coletada pelos dutos, e interligam a central às tomadas de aspiração. Essas tomadas são posicionadas em locais estratégicos da casa, de modo que, para utilizá-las, basta ligar as mangueiras próprias para esse fim a tomada que deseja usar. Normalmente as centrais de aspiração são instaladas na garagem ou área de serviço para evitar que a sujeira fique circulando no ambiente, deixar o ambiente mais silencioso, não ser preciso ficar arrastando fios e equipamento de um lado para o outro, como no método tradicional. Isso ainda ajuda na prevenção de doenças respiratórias.

A Detecção de intrusão, inundação, vazamento e incêndio permite adotar medidas que elevem o grau de segurança e integridade de uma residência. Algumas vulnerabilidades são enumeradas a seguir e o que a automação pode realizar para combatê-las:

- Incêndios/vazamento de gás: com o auxílio de sensores de temperatura, detectores de chama, gás e fumaça, os dispositivos inteligentes podem determinar se uma situação indica a possibilidade de um incêndio, caso positivo, o sistema se encarrega de tomar as decisões definidas durante a sua programação, como fechar dutos de gás, parar o sistema de HVAC, cortar energia, abrir portas e janelas, disparar sirene e até enviar mensagem de alerta via linha telefônica ou internet, dentre outras.
- Inundação: para se evitar problemas causados por vazamentos ou inundações é possível adicionar detectores de inundação ao sistema de AR. Esses detectores normalmente são instalados próximos aos locais onde a probabilidade de vazamento é maior, como pias, banheiras, máquinas de lavar roupa etc., e podem ser programados para fechar o registro e enviar uma mensagem ao usuário.
- Intrusão: com o auxílio de sensores de vibração, microondas e infravermelho ativo pode-se detectar a intrusão ou evasão de qualquer indivíduo dentro de uma determinada área de abrangência. Essa solução é bastante utilizada para inibir tentativas de intrusão bem como

fornecer informações que auxiliem as equipes de segurança na investigação de possível rota de fuga, pois esses dispositivos podem fornecer a posição exata da área invadida.

Portas e cortinas automatizadas: o controle de portas e cortinas é bastante interessante, em conjunto com os outros sistemas, como iluminação e HVAC, podem ser integrados aos “cenários”, que nada mais são que perfis criados pelo usuário para situações específicas, como assistir filmes, festejar etc. Ao toque de um botão, toda a configuração é carregada, o ar-condicionado liga na temperatura preferida, as portas se fecham para melhor rendimento do ar-condicionado, as cortinas também são fechadas enquanto o *Home Theater* se encarrega de exibir o filme selecionado.

As Centrais de automação são o cérebro do sistema de automação e sua configuração pode ser realizada a partir de um computador, via software. É responsável pelo controle e gerenciamento dos dispositivos de AR a ela ligados e recebe as informações dos módulos de entrada e saída. Novos dispositivos podem ser adicionados ao sistema gradualmente o que o torna bastante escalável (AURESIDE 2010).

Setor de Multimídia

Entretenimento é um dos primeiros pensamentos quando se fala em multimídia e a AR permite tornar a experiência com os dispositivos mais atrativa. A seção a seguir apresenta considerações sobre os recursos que a automação desse setor oferece.

Distribuição de vídeo: a distribuição de vídeo pode ser realizada em banda base, com apenas um canal por cabo, ou em banda modulada, que permitem vários canais por cabo. A distribuição em banda base é utilizada para pequenas distâncias, como ligar DVD as saídas S-vídeo, HDMI etc., e em banda modulada é utilizada pelas operadoras de TV a cabo. É possível agregar os sinais das câmeras de segurança ao sistema de TV comum de forma que em qualquer TV da casa seja possível visualizar as imagens do sistema de CFTV. Para isso, é necessária a utilização de moduladores (BOLZANI, 2004).

A Distribuição de Áudio pode ocorrer de duas maneiras, através de alguma fonte de áudio, como receivers, tocadores de DVDs etc., ligada aos diversos auto-falantes espalhados pela casa ou através de centrais multimídias. A principal diferença é que na primeira situação todos os auto-falantes receberão a mesma programação ou seja, a mesma música será tocada em todos os cômodos da casa (BOLZANI, 2004). No caso de se usar centrais multimídias, é possível escutar programas diferentes através de um sistema de “multizonas”, em que cada “zona” tem seu próprio controle de volume e seleção de conteúdo.

Vídeo sob Demanda (VoD- *Video on Demand*) é uma espécie de locadora digital que envia ao usuário o filme escolhido através da internet. Esse sistema permite que o usuário assista ao programa escolhido na hora que ele desejar e sem sair de casa. A melhor comparação para o entendimento do seu funcionamento é o YouTube, onde se utiliza Streaming para assistir ao filme. Isso possibilita que você assista o filme na medida que é carregado, pare, retroceda, avance; enfim, assista quantas vezes quiser pois os arquivos ficam

armazenados em servidores. Algumas empresas no Brasil que prestam esse serviço são Saraiva Digital, Blopix, FOX on Demand e NetMovies Live (CAMARGO, 2010).

Home Theater possibilita a integração de todos os comandos de áudio e vídeo, como DVD, TV etc., de forma simples e prática. Com apenas um toque, possibilita ativar toda estrutura necessária para o divertimento do usuário. É possível ainda a integração com outros sistemas, como cortinas, luzes etc., para criar o ambiente ideal para uma seção de *Home Theater*. Pode-se, por exemplo, configurar para que o som do *home theater* abaixe ao toque da campainha ou do telefone e ainda ver na tela da TV quem está na porta e ainda comandar sua abertura sem a necessidade de sair do sofá (BOLZANI, 2004).

As Centrais Multimídia são dispositivos que possibilitam a distribuição de A/V (áudio e vídeo) multizona, ou seja, é possível que em cada ambiente da casa reproduza uma música ou vídeo diferente e com controles independentes. Alguns dispositivos já estão equipados com leitor Blu-ray, e podem armazenar até 15 TB de informações entre vídeos, músicas e fotos (SMS 2010).

Os Painéis de Controle são dispositivos que centralizam as funcionalidades e comandos de vários dispositivos em apenas um controle central. É como se os controles utilizados para cada equipamento, como TV, Home Theater etc., se transformassem em um único e versátil controle.

Setor de Dados

O compartilhamento de informações e recursos é cada vez mais comum nos ambientes residenciais. O aumento da quantidade de informações, serviços e dispositivos exige mecanismos cada vez mais robustos, flexíveis e confiáveis. Dentre as aplicações desse setor destacou-se:

O Compartilhamento do acesso, com a popularização da internet banda larga e a queda dos preços de computadores, notebooks e roteadores, é cada vez mais comum residências com vários equipamentos, como computadores, celulares etc., com acesso a internet. A possibilidade de pagar apenas por um acesso e poder distribuí-lo para todos os equipamentos da residência torna ainda mais interessante o investimento, tendo em vista que a internet também é utilizada como porta de entrada para o controle remoto de dispositivos automatizados.

O Compartilhamento de Dados e Periféricos é possível, através de uma infraestrutura com ou sem fio, que equipamentos e informações sejam compartilhados. Pode-se, por exemplo, adquirir apenas uma impressora de melhor qualidade e torná-la disponível para que todos a utilizem a partir de qualquer computador criando assim uma rede doméstica de comunicação.

A Telefonia ou a transferência de chamadas para outros ambientes ou para um sistema de gravação de mensagens, acesso às várias linhas da casa a partir de qualquer aparelho, viva-voz, definição de toques para cada membro da residência são alguns dos benefícios de um sistema de telefonia integrado ao sistema de AR bem planejado.

Os Jogos estão cada vez mais sofisticados, com uma estrutura de rede que permita uma comunicação estável e confiável, a residência pode se transformar em uma “Lan House”, com a vantagem da economia, pois estará utilizando

uma estrutura já existente além do conforto e segurança que o lar proporciona.

Protocolos

Segundo (TANENBAUM, 2003), “um protocolo é um acordo entre as partes que se comunicam, estabelecendo como se dará a comunicação”. Em (BOLZANI, 2004), protocolo é definido como “um conjunto de padrões de comunicação”. Resumindo, protocolos são regras e convenções utilizadas para que dispositivos heterogêneos consigam se comunicar.

Dentre os protocolos envolvidos na AR, existem os que foram desenvolvidos especificamente para automação e os que foram adaptados de outros setores, alguns de código aberto e outros proprietários.

Apresenta-se, a seguir, as descrições dos principais protocolos utilizados na AR: X-10, CEBus, LONWorks, BACNET, HomePHA, Ethernet, IEEE 802.11, Z-Wave e ZigBee.

X-10

O sistema X-10 PLC (*Power Line Carrier*) é o protocolo mais antigo e popular de automação residencial. Foi desenvolvido em 1978 pela empresa escocesa Pico Electronics e passou a ser comercializado a partir de 1979, tendo sua patente expirada em 1997, o que permitiu que diversas empresas passassem a desenvolver produtos X-10 (TEZA, 2002). Trata-se de um protocolo de comunicação de mão única (apenas envia), que utiliza a rede elétrica convencional como meio de comunicação. Os dados são 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 (X10, 2010). Os dispositivos X-10 são bastante limitados, a taxa de transmissão máxima é de 60bps e suas funções restritas a liga/desliga e controle da intensidade de luzes. Como a rede elétrica pode ocasionar alguns comportamentos erráticos dos componentes, seja por problemas de ruído, falta de energia ou descargas eletromagnéticas, não é recomendado para aplicações que exijam maior nível de segurança (BOLZANI, 2004).

CEBus

O CEBus (*Consumer Electronics Bus*) consiste num protocolo complexo e muito poderoso. As suas raízes datam de 1984, tendo sofrido uma constante evolução até ter sido objeto de normalização (ANSI/EIA-600) em 1995. Trata-se de um protocolo que segue o modelo OSI contemplando os níveis físico, lógico, rede e de aplicação, pois não existem os níveis de transporte, sessão e apresentação. É um protocolo muito ambicioso, o que se nota pelos meios de comunicação suportados: rede elétrica, par trançado, cabo coaxial, infravermelhos, rádio frequência e fibra óptica. Em alguns destes meios está contemplada a coexistência com sinais de

voz e imagem. O acesso ao meio físico usa a técnica CSMA/CD CR (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection and Collision Resolution*) (BOLZANI, 2004).

LONWorks

Desenvolvida na década de 90 pela empresa Echelon, foi normatizada pela EIA 709.1 em 1995. Trata-se de um sistema híbrido, robusto e flexível, fato que pode ser comprovado pela quantidade de mídias suportadas, como cabo UTP, coaxial, fibra óptica, rádio frequência e energia elétrica. A comunicação entre os dispositivos é realizada através do protocolo Lontalk, que é um protocolo ponto-a-ponto que dispõe de serviços como autenticação, prioridade, detecção de erros entre outros. É dotado de um chip, chamado Neuron, que é o cérebro do sistema. Cada chip possui três processadores de 8 bits cada, memória on-board (RAM, ROM e EEPROM), pelo menos 11 pinos de I/O e o protocolo Lontalk, além de detector de erros da memória EEPROM e sistema de auto-teste. O sistema completo é composto pelo protocolo Lontalk, o software de integração Lonmaker, que permite gerenciar as redes Lonworks, o LNSDDE Server (*Lonworks Network Service Dynamic Data Exchange Server*), que possibilita interação com o Windows, o *Network Operation System*, sistema operacional que serve de base para os itens supracitados e que conecta as redes Lonworks a internet. Contempla todas as camadas do modelo OSI (*Open Systems Interconnection*) e foi desenvolvido para aplicações que envolvam funções de sensoramento, monitoramento, controle e identificação. É baseado em pacotes e utiliza CSMA (*Carrier Sense Multiple Access*) p-persistente preditivo com um esquema de prioridades que garante o acesso preferencial ao meio para pacotes com prioridade alta (ECHELON, 2010).

BACNet

BACnet (*Building Automation and Control Network*) publicada pela ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) em 1995, foi aprovada como um padrão ISO 16484-5 em 2003. É um protocolo que surgiu da necessidade de um padrão não proprietário de comunicação para automação. Assim, esse protocolo não foi desenvolvido para concorrer com os demais protocolos e sim para cooperar, tanto que existe um documento que detalha seu funcionamento disponível para toda comunidade. Suporta os protocolos de modems (V.32 e V.42), IEEE 802.3, que é a versão standard do Ethernet, ARCnet, ponto-a-ponto PTP, e até o Lontalk, que é a tecnologia da Echelon. BACNet é utilizada principalmente para controle de sistemas de HVAC, iluminação, detecção e alarme de incêndio, elevadores e segurança. (BACNET, 2010)

HomePNA

O *Home Phoneline Networking Alliance* é um padrão que utiliza a rede telefônica para transmissão de dados a curtas distâncias. Busca permitir que os usuários criem uma rede doméstica, aproveitando a rede telefônica existente, principalmente em situações onde a passagem de cabos era inviável ou impossível. As principais versões deste padrão são 2.0, com taxa de transmissão de 10 Mbps, 3.0 a 128 Mbps e

3.1, a 320 Mbps. Essas duas últimas possuem suporte a qualidade de serviço, compartilhamento de acesso a internet e estão preparadas para atender a crescente demanda de novos serviços de voz e imagem como IPTV (*Internet Protocol television*) e VoIP via cabo de telefone ou coaxial. Utilizam arquitetura de rede distribuída, dispensando o uso hubs ou concentradores, as ligações de voz e serviços de acesso via ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) não sofrem interferências entre si pois utilizam frequências diferentes, a distância entre os pontos pode chegar a no máximo 330 metros com suporte para até 50 computadores em rede (HOMEPNA, 2010).

Ethernet

Ethernet é uma tecnologia de comunicação em rede local com meio de transmissão compartilhado, padronizado como padrão IEEE 802.3 (TANENBAUM, 2003). Em constante evolução, essa tecnologia permite taxas de transmissão que podem chegar a 10 Gbps. É amplamente utilizada em empresas e, mais recentemente, nas residências. Os padrões mais conhecidos e utilizados hoje são 10BaseT, com velocidade de até 10 Mbps, 100BaseTX, com velocidade de até 100 Mbps e 1000BaseT, com velocidade de até 1000 Mbps. Vários protocolos da AR utilizam Ethernet como meio de transporte. Algumas empresas desenvolvem adaptadores pensando na interoperabilidade com o padrão Ethernet, pois isso facilita a aceitação desses produtos no mercado (BOLZANI, 2004).

IEEE 802.11

É conhecida como rede Wi-Fi, foi criada no início dos anos 90. Com a evolução no desenvolvimento da tecnologia, que permitiu um aumento na taxa de transferência, passou a ser vista como promissora e a receber maior atenção de empresas como IBM, CISCO e 3COM (BOLZANI, 2004). Os padrões para 802.11 mais conhecidos são 802.11^a, que operam na frequência de 5.1 a 5.8 Ghz, e velocidade de 54 Mbps, 802.11b, que operam na frequência de 2.4 a 2.485 Ghz, e velocidade de 11 Mbps, e 802.11g, que operam na frequência de 2.4 a 2.485 Ghz, e velocidade de 54 Mbps. Os três padrões utilizam um protocolo de acesso ao meio conhecido como CSMA/CA (*Carrier sense multiple access with collision avoidance*), usam a mesma estrutura de quadros - camada de enlace - e podem funcionar em modo infraestrutura (utiliza pontos de acesso - APs) ou ad hoc, pois não utiliza pontos de acesso. (KUROSE; ROSS, 2006).

Existe ainda o padrão 802.11n que opera na faixa de frequência de 2.4 e/ou 5Ghz, com velocidade de até 600 Mbps, aprovado pelo IEEE, que pode dar novos rumos à comunicação sem fio.

Z-Wave

Considerada uma das tendências da AR, essa tecnologia foi desenvolvida por uma empresa dinamarquesa chamada Zensys. Trata-se de um protocolo de comunicação de mão dupla - envia e recebe - e completamente sem fios que opera em uma frequência de 908 Mhz, usa largura da banda estreita para enviar comandos de controle. Seus equipamentos são

flexíveis, econômicos quanto ao uso de energia e de fácil instalação, suportando até 232 dispositivos em topologia malha a uma distância de até 30m, o controle do sistema é descentralizado e cada dispositivo Z-Wave é dotado de um chip com processador e memória programável. Esse chip é o cérebro do sistema Z-Wave, tem a capacidade de definir qual a melhor rota para o envio de dados a outros dispositivos. Dessa forma os comandos são replicados entre os dispositivos até atingirem seu destino, aumentando o alcance da comunicação e o tempo de resposta dos dispositivos de acordo com o tempo de utilização do sistema, pois quanto mais utilizado mais rápida a resposta dos dispositivos. Cada chip possui seu próprio endereço na rede, evitando assim conflitos de endereços (DRITSAS, 2010). Os dispositivos Z-Wave podem ser utilizados para controle de iluminação, equipamentos eletrônicos, bombas de piscina, irrigação de jardim entre outros. Controles remotos ou painéis sensíveis ao toque podem ser utilizados como interface de configuração para o usuário (Z-WAVE, 2010).

Zigbee

Desenvolvida por um grupo de empresas lideradas pela Philips, é uma solução para redes sem fio de pequeno alcance (WPANs) que tem como principais características o baixo consumo de energia, topologia de rede em malha, baixa largura de banda, controle descentralizado. Essa tecnologia utiliza rádio frequência para transmissão dos dados, podendo chegar a 250kbps, na frequência de 2.4ghz, operando com 16 canais, 40kbps na frequência de 915Mhz operando com 10 canais e 20kbps na frequência de 868Mhz, operando com 1 canal. A distância varia de 70m a 400m (indoor/outdoor) (ZIGBEE, 2010) com suporte a 250 nós por rede. Quando a rede é montada, escolhe automaticamente o canal mais disponível e estabelece a comunicação naquele canal. A rede também tem a habilidade, sem intervenção do operador, de mudar de canal. 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 ZigBee Alliance. A principal desvantagem dessa tecnologia é que, 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. (BOLZANI, 2004)

III. PLANEJAMENTO DE UM SISTEMA DE AR

O planejamento de um sistema de automação residencial deve levar em conta, inicialmente, dois fatores: as vontades do usuário e o quanto ele deseja gastar. Uma forma de se levantar essas informações é através da aplicação de um questionário. Esse questionário vai direcionar o planejamento do sistema de automação e ajudar a definir os equipamentos ideais, os serviços e infraestrutura necessários, as tecnologias compatíveis a nível de interoperabilidade, a escalabilidade, que permite a possibilidade de expansão, a longevidade ou não obsolescência, entre outras que garantam desempenho, segurança, qualidade e durabilidade do sistema de AR.

Deve-se ainda verificar a situação da casa, se é uma residência em construção, reforma ou já construída. No caso

de residência pronta, deve-se avaliar ainda a necessidade de Retrofitting. Para um diagnóstico mais preciso quanto a melhor rota para o cabeamento, necessidade de projeto elétrico complementar, interferências, definição do local da sala técnica, quadros de distribuição entre outras, faz-se necessário ter em mãos a planta da casa. O projeto deve estar alinhado com as normas, padrões e especificações vigentes em cada área, como cabeamento estruturado, elétrica etc.

Outro fator importante a ser avaliado é o custo x benefício do projeto, levando-se em conta não apenas preço, mas a segurança das soluções adotadas, continuidade da tecnologia, facilidade de atualizações entre outros que contribuam para o êxito do projeto.

O sucesso na implantação de sistema de automação residencial depende de um projeto único que envolva: infraestrutura, integração da rede de dados, voz, imagem e multimídia, dispositivos e software de controle.

Conhecer as tecnologias é essencial para apresentar uma solução que proporcione ao usuário uma experiência prática e agradável no modo de interagir com sistema, ratificando a proposta de praticidade da AR.

IV. EXEMPLO DE UMA RESIDÊNCIA AUTOMATIZADA

Para exemplificar a automação de uma residência, foi utilizado o cenário de uma casa com três quartos, sendo uma suíte.

O planejamento desta residência exemplo foi dividido seguindo conceitos já abordados em seções anteriores e ficou da seguinte forma:

Setor de Controle: esse setor contemplará controle de iluminação e aspiração central. Para isso se procedeu da seguinte forma: nos quartos foram instalados dimerizadores no lugar dos interruptores convencionais, que vão possibilitar controlar a intensidade de iluminação, inclusive por controle remoto. Na área de serviço foi instalada a central de aspiração que vai evitar a circulação de poeira dentro da casa e reduzir a poluição sonora, foram dimensionadas tomadas de aspiração para todos os cômodos.

Setor de Multimídia: esse setor cuidará da distribuição de A/V e CFTV. Uma central multimídia será responsável pela distribuição de áudio e vídeo por zonas, os ambientes terão autonomia na execução de A/V, podendo acessar o conteúdo da central a qualquer momento. A TV a cabo também terá autonomia, as TVs podem executar canais diferentes ao mesmo tempo. Duas câmeras de vídeo acompanham as atividades das crianças. Com isso não há necessidade da mãe ou babá entrar no recinto muitas vezes atrapalhando o descanso das crianças, as imagens podem ser acessadas a qualquer momento e de qualquer lugar, essas imagens podem ainda ser acessadas remotamente por qualquer dispositivo com acesso a internet, como celular, notebooks etc.

Setor de Dados: ficará encarregado do compartilhamento de acesso a internet com e sem fio, impressoras, gravadores de dvds etc. A internet banda larga dará acesso a emails, sites, jogos, voz sobre ip, entre outros, enquanto o compartilhamento dos dispositivos vai permitir um aproveitamento mais abrangente e maior disponibilidade dos recursos. Uma central telefônica, também conhecida como PABX (*Private Automatic Branch eXchange*), será utilizado

Módulo de Telefonia: um módulo de telefonia de 8 portas receberá o sinal da operadora, passando pelo PABX e distribuindo os ramais pela residência através de cabos UTP (par trançado) categoria 6, terminando em tomadas RJ45 fêmeas. Das tomadas ao telefone pode-se utilizar cabos de telefone comum com conectores RJ11. Dimensionaram-se dois pontos de telefonia para cada quarto, dois para sala e dois para cozinha.

Módulo de Dados: um módulo de dados de 8 portas receberá o sinal do ativo de rede (*switch*) que, por sua vez recebe o sinal de internet de um Modem ADSL roteado e distribui para tomadas de dados da residência, formando uma rede local residencial com acesso a internet compartilhada. O módulo é apenas uma “extensão” do *switch*, sendo considerado um passivo de rede (*patch panel*) cuja finalidade principal é proteger o ativo de rede (*switch*) e dar maior flexibilidade as manobras de cabo (*patch cord*). A interligação do módulo de dados até as tomadas utiliza cabo UTP categoria 6 e tomadas RJ45 fêmea, a ligação das tomadas ao computador e câmeras é feita por um cabo UTP categoria 6 com conectores RJ45 macho pré-fabricado também conhecido como *patch cord*. Foram alocados dois pontos para cada quarto, um para computadores ou periféricos e outro para as câmeras, exceto no quarto de casal que ao invés da câmera será instalado um ponto de acesso sem fio. A sala e cozinha também foram contempladas com dois pontos cada, podendo atender, tecnologias como IPTV e eletrodomésticos com IP, por exemplo, a geladeira.

Módulo de Vídeo: um módulo de vídeo para quatro ambientes vai receber e distribuir o sinal de TV a cabo através de cabo coaxial de 75 ohms, padrão de conexão RG-6 finalizando em uma tomada F. Os quartos e sala receberam uma tomada cada. Existe a possibilidade de se utilizar cabos UTP categoria 5e ou 6 e BALUNs (conversores) para a distribuição do sinal de CATV, porém devido ao elevado custo dos BALUNs e distância limitada a segmentos de no máximo 20m, optou-se pelo cabo coaxial.

Módulo de Áudio: um módulo de áudio para 6 ambientes receberá o sinal da central multimídia e distribuirá pela residência. A distribuição ocorrerá através de cabo UTP categoria 6 e terá, obrigatoriamente, que passar pela tomada de ajuste de volume para então chegar as caixas acústicas. A obrigatoriedade de se passar pela tomada de ajuste de volume deve-se ao fato dessa tomada ser responsável por realizar o casamento de impedância do som com as caixas acústicas, garantindo assim o bom funcionamento do sistema. Os quartos e a cozinha foram equipados com uma caixa acústica cada, já a sala recebeu duas caixas acústicas, todas com controle próprio de volume.

Todos os pontos foram identificados, tanto na CDM quanto nas etiquetas de identificação nos espelhos das tomadas. A documentação contendo a planta da casa e a localização dos pontos foi afixada na porta da CDM, qualquer modificação na rede deverá ser anotada de forma a manter a documentação atualizada.

V. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O principal objetivo deste artigo foi apresentar os principais aspectos da AR, suas aplicações, protocolos envolvidos,

elementos básicos, arquiteturas e planejamento de um sistema de AR.

Automação Residencial ainda é um assunto pouco conhecido e estudado no meio acadêmico, mas contata-se que o mercado de AR vem crescendo. Segundo uma pesquisa da (AURESIDE, 2010) no período de 2007 - 2009 houve, aproximadamente, quarenta por cento de aumento nos projetos de automação residencial realizados no Brasil, que podem ser atribuído aos custos mais acessíveis e a segurança que as tecnologias proporcionam.

Verificou-se, durante a realização deste trabalho, uma quantidade enorme de serviços, protocolos, sistemas e tecnologias por trás da AR, um universo totalmente novo e diferente do imaginado quando da escolha do tema. Foi necessária a revisão de todos os conceitos, para então dar início ao trabalho e entender que a automação residencial visa oferecer conforto, praticidade e segurança, proporcionando melhor qualidade de vida e valorização do imóvel de forma econômica e sustentável.

Talvez por tratar-se de uma área ainda pouco explorada, não foi possível identificar nenhum trabalho relacionado a este, voltado à apresentação de propostas para a criação de uma infraestrutura de comunicação para ambiente residencial. (BOLZANI, 2004) apresenta uma visão geral da área, focando-se na estruturação dos diversos elementos que compõe um ambiente de AR. Em (TEZA, 2002), encontra-se uma abordagem complementar à apresentada por (BOLZANI, 2004), incluindo aspectos relacionados aos principais protocolos utilizados em Automação Residencial, destacando aspectos gerais sobre os mesmos.

A proposta apresentada trata da criação de uma infraestrutura de comunicação que viabilize a implantação de diversos conceitos relacionados à AR. Como resultado, tem-se um cenário em que todos os mecanismos de monitores e atuadores podem ser implementados, ligando-se a uma estrutura controladora central. Também através dessa infraestrutura, todos os elementos previstos na organização de um ambiente de AR, como central multimídia, CFTV (circuito fechado de TV), e controle de iluminação, podem ser implementados e atuar no controle do ambiente como um todo.

Ficou evidente a dificuldade em se definir um padrão que permita que diferentes equipamentos, de diferentes empresas e com diferentes protocolos e tecnologias interoperem de forma independente, pois, além de demandar muito tempo e ser bastante complexa a concepção de um padrão, apenas os novos dispositivos, desenvolvidos nesse padrão, funcionariam. Diante dessas limitações, um projeto de software completamente livre, conhecido por Projeto Hydra, trás um conceito onde um middleware (mediador), se encarrega de intermediar hardware e software, através de uma camada entre os dois (camada Hydra), que trata as informações, independente de tecnologias e equipamentos envolvidos. Como se trata de um projeto Open Source (código aberto), as possibilidades de se aprofundar no assunto são ilimitadas, ficando como sugestão para trabalhos futuros (HYDRA, 2010).

Pode-se concluir que a automação residencial é uma área com grande potencial de expansão, e que esse potencial precisa e pode ser melhor explorado. Para isso é preciso que

seus conceitos sejam mais difundidos, principalmente no meio acadêmico, e que sua importância seja compreendida como um mecanismo eficiente na busca por uma vida melhor.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. A tecnologia por trás da mágica. novembro 2009. Disponível em: <<http://quicaze.com/126/a-tecnologia-por-tras-da-magica/>>.
- AURESIDE. Associação Brasileira de Automação Residencial. agosto 2010. Disponível em: <www.aureside.org.br>.
- BACNET. Bacnet - Building Automation and Control Network. setembro 2010. Disponível em: <www.bacnet.org>.
- BOLZANI, C. A. M. Residências Inteligentes. [S.l.]: Livraria da Física, 2004.
- BOLZANI, C. A. M. Desmistificando a domótica. In: Revista Home Theater. [S.l.: s.n.], 2007.
- CAMARGO, C. P. de. Video on Demand. Setembro 2010. Disponível em: <<http://www.baixaki.com.br/info/2602-video-on-demand.htm>>.
- CASADOMO. Domótica - Introducción. Agosto 2010. Disponível em: <<http://www.casadomo.com/>>.
- DRITSAS, D. Beyond X-10 The Future of Home Automation. Setembro 2010. Disponível em: <<http://www.dealerscope.com/article/beyond-x-10-the-future-home-automation-14598/2>>.
- ECHELON. Introduction to the LonWorks® Platform. Setembro 2010. Disponível em: <<http://www.echelon.com/support/documentation/>>.
- GONZALES, J. O Futuro é Agora. Setembro 2010. Jornal O Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cursoautomacaoresidencial.com.br/artigos/o-futuro-e-agora/>>.
- HOMEPNA, H. P. N. A. Existing Wires Home Networking. Setembro 2010. Disponível em: <<http://www.homepna.org/>>.
- HYDRA, P. Projeto Hydra. agosto 2010. Disponível em: <<http://www.hydramiddleware.eu/news.php>>.
- KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. Rede de Computadores e a Internet: Uma abordagem top-down. [S.l.]: Pearson Addison Wsley, 2006.
- SMS, C. P. SMS - Automação Residencial - Digital Home - Expolux 2010. Abril 2010. Disponível em: <www.dhsms.com.br>.
- TANENBAUM, A. S. Rede de Computadores. [S.l.]: Editora Campus, 2003.
- TEZA, V. R. Alguns Aspectos sobre a Automação Residencial - Domótica. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.
- WORTMEYER, C.; FREITAS, F.; CARDOSO, L. Automação residencial: Busca de tecnologias visando o conforto, a economia, a praticidade e a segurança do usuário. In: II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia SEGeT2005. [S.l.: s.n.], 2005.
- X10. X10 Powerline Carrier (PLC) Technology. agosto 2010. Disponível em: <<http://www.x10.com/support/technology1.htm>>.
- Z-WAVE. Z-Wave. Setembro 2010. Disponível em: <www.zwave.com.br>.
- ZIGBEE. ZigBee Home Automation - Features. Setembro 2010. Disponível em: <<http://www.zigbee.org/Markets/ZigBeeHomeAutomation/Features.aspx>>.