



RICARDO BUNEMER

Domótica Assistiva Utilizando Sistemas Integrados de Supervisão e Controle

82/2014

CAMPINAS

2014

i



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

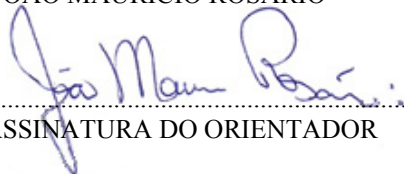
RICARDO BUNEMER

Domótica Assistiva Utilizando Sistemas Integrados de Supervisão e Controle

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica, na Área de Mecânica dos Sólidos e Projeto Mecânico.

Orientador: Prof. Dr. João Maurício Rosário

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À
VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO
DEFENDIDA PELO ALUNO RICARDO
BUNEMER, E ORIENTADA PELO PROF.
DR. JOÃO MAURÍCIO ROSÁRIO


.....
ASSINATURA DO ORIENTADOR

CAMPINAS

2014
iii

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

B883d Bunemer, Ricardo, 1949
Domótica assistiva utilizando sistemas integrados de
supervisão e controle /
Ricardo Bunemer. – Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador: João Maurício Rosário.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Edifícios inteligentes. 2. Edifícios - Automação. 3.
Cibernética. 4. Controladores programáveis. 5. Controle
automático. I. Rosário, João Maurício, 1959-. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Mecânica. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Assistive domotics using integrated systems of supervision and control.

Palavras-chave em inglês:

Intelligent buildings

Buildings - Automation

Cybernetic

Programmable controllers

Automatic control

Área de concentração: Mecânica dos Sólidos e Projeto Mecânico

Titulação: Mestre em Engenharia Mecânica

Banca examinadora:

João Maurício Rosário [Orientador]

Marcos Antonio Porta Saramago

Leonimer Flavio de Melo

Data de defesa: 30-07-2014

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Mecânica

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE PROJETO MECÂNICO**

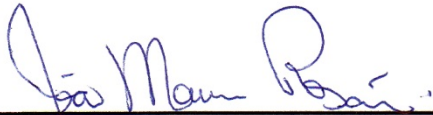
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO

**Domótica Assistiva Utilizando Sistemas
Integrados de Supervisão e Controle**

Autor: Ricardo Bunemer

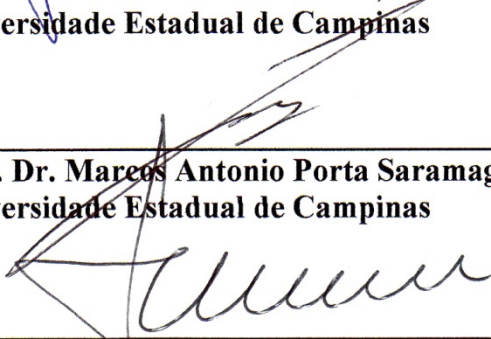
Orientador: Prof. Dr. João Maurício Rosário

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Dissertação:



Prof. Dr. João Maurício Rosário, Presidente
Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Marcos Antonio Porta Saramago
Universidade Estadual de Campinas



Prof. Dr. Leonimer Flavio de Melo
Universidade Estadual de Londrina

Campinas, 30 de Julho de 2014

Dedicatória

Dedico este trabalho a minha família por todo o apoio, incentivo, exemplo de desenvolvimento pessoal e profissional que proporcionaram uma visão de produção baseada em muito trabalho e dedicação.

A todos os meus professores e, em especial, ao meu orientador, pois sem eles nada disso teria acontecido, afora o grande cabedal de conhecimentos que, nesta altura da minha caminhada, consegui amealhar, significando para mim um tesouro inestimável, que me acompanhará pelo restante da minha vida.

Agradecimentos

Ao meu orientador Professor Doutor João Maurício Rosário, pela amizade, confiança, dedicação e por acreditar no desenvolvimento desse trabalho.

Ao Programa e Colegas de Pós Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas pelo apoio e incentivo.

A todos os profissionais que participaram desta pesquisa e que de uma maneira ou outra contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos os meus amigos fraternais, cuja paciência e compreensão sempre me acompanharam durante esta jornada, particularmente os irmãos Paulo Laureano e Pedro Marcos Garcia, que muito me orientaram nesse período e que me proporcionaram uma visão de produção baseada em muito trabalho e dedicação. Aos demais, embora sem citá-los nominalmente, fica meu pleito de gratidão por todo o apoio, incentivo e paciência que tiveram para comigo.

Por fim, quero agradecer ao Grande Arquiteto do Universo, pai de todas as coisas, em última análise o grande responsável por qualquer objetivo alcançado, e também aos meus pais espirituais, que embora não estejam presentes, zelam por mim desde o Plano Superior em que se encontram.

Resumo

Visando melhorar a qualidade de vida dos idosos e portadores de necessidades especiais no seu ambiente doméstico, a Domótica Assistiva destina-se a obter sistemas adequados que possam lhes permitir viver em seu próprio ambiente de casa em plena liberdade, com o monitoramento automático constante de suas ações e suas condições físicas e com a oportunidade de contato direto com os fornecedores de serviços e assistência. Tornou-se desse modo em uma área da Engenharia que envolve a integração de diferentes conhecimentos, e sua utilização vêm se tornando cada vez mais frequente com soluções tecnológicas baseadas na busca do conforto, segurança, entretenimento e acessibilidade que se tornam disponíveis a um grande número de usuários. O objetivo principal deste trabalho é demonstrar a viabilidade técnica e econômica da utilização de ferramentas tradicionais de integração de sistemas automatizados na área da Domótica. A partir da integração dos sistemas independentes e modulares, acarretando melhoria da qualidade de vida através da sistematização e planejamento de recursos, otimização de tempos, segurança, racionalização de serviços, qualidade, utilização do espaço, e uso eficiente de energia e recursos naturais. A validação dos conceitos é apresentada através de duas aplicações que mostram as vantagens e benefícios dos conceitos apresentados, estruturação do problema, especificação de sensores e atuadores, sistema de supervisão e controle remoto (*weblab*) e integração de soluções em Domótica.

Palavras-chave: Automação Predial; Domótica; Tecnologia Assistiva; Modelagem e Integração de Sistemas.

Abstract

To improve the quality of life of elderly and people with special needs in their home environment, the Assistive Domotics aims to get appropriate systems that can allow them to live in their own home environment in complete freedom, with the constant automatic monitoring of their actions and their physical and with the opportunity for direct contact with service providers and service conditions. Became thus in an area of engineering that involves the integration of different knowledge and its use are becoming increasingly frequent with technology-based solutions in search of safety, comfort, entertainment and accessibility that become available to a large number users. The main objective of this work is to demonstrate the technical and economic feasibility of using traditional tools of integration of automated systems in the area of Home Automation. From the integration of independent and modular systems, resulting in improved quality of life through systematic planning and resource optimization, time, security, rationalization of services, quality, space utilization, and efficient use of energy and natural resources. The validation of the concepts is presented through two applications that show the advantages and benefits of the concepts presented, structuring the problem, specification of sensors and actuators, the supervision system and remote control (weblab) and integration solutions in Domotics.

Keywords: Building Automation; Domotics; Home Automation; Assistive Technology; Modeling and systems integration.

Lista de Ilustrações

Figura 1 – Relação de Dependência	11
Figura 2 – Primórdios da Automação Residencial	12
Figura 3 - Casa Inteligente.....	22
Figura 4- Especificação para Implantação do Supervisório	24
Figura 5 – Sistema de Segurança e Iluminação (Fonte: Internet – Google).....	26
Figura 6 – Modelos de Controle (Fonte: Internet – Google).....	28
Figura 7 – Placas de um Sistema De Aquecimento Solar	32
Figura 8 - Sistema de Aspiração Centralizado (Fonte: Prosolar Ltda).....	33
Figura 9 - Controle Remoto Universal Suas Aplicações (Fonte: Google)	35
Figura 10 – Sistemas de Gestão de Água	36
Figura 11 - Veículos Adaptados	41
Figura 12 - Dispositivos de Auxílio a Deficientes Auditivos e de Linguagem (Fontes: Prodeaf e http://brasilmedia.com/tipos-de-deficiencia-auditiva.html)	52
Figura 13 - Modelos de Cadeira de Rodas	54
Figura 14 – Órteses, Próteses e Exoesqueletos (Fontes: http://research.vuse.vanderbilt.edu/cim/research_orthosis.html)	54
Figura 15 - Sistema “Sit & Puff”	55
Figura 16 - Teclados Especiais.....	56
Figura 17 - Urna Eletrônica Utilizando Software de Acessibilidade	58
Figura 18 - Teclado em Braille.....	61
Figura 19 - Interfaces para Comunicação (Fonte: Google)	63
Figura 20 – Cosmobot	65
Figura 21 - Robot Wakamaru para Auxílio a Pessoas Idosas.....	65
Figura 22 - Inter-Relacionamento entre os Projetos e a Coordenação	69
Figura 23 - Etapas da Metodologia Proposta	71
Figura 24 - Planta Residencial Proposta (Casema)	74

Figura 25 - Definição de Tecnologia e Equipamentos a Serem Instalados	75
Figura 26 - Imagem de Determinados Equipamentos de Comunicação	76
Figura 27 - Imagem da Planta Automação	78
Figura 28 - Esquema de Funcionamento de um CLP	79
Figura 29 - Exemplo de Aplicação Grafcet	80
Figura 30 - Linguagem Gráfica Ladder	81
Figura 31 - Topologia Lógica do Eib (Eib . Information Kit; Goossens, M., 1998)	85
Figura 32 - Trama Batibus (Allen, B. & Dillon, B., 1997)	88
Figura 33 - Pacote Ehs (Allen, B. & Dillon, B., 1997)	90
Figura 34 - Topologia da Rede Smart House (Strassberg, D., 1995).	92
Figura 35 - Exemplo da Topologia Cebus (Webb, W., 1999).	94
Figura 36 - Tela de Interface de um Supervisório.	101
Figura 37 - Sistemas de Controle Integrados – (Bolzani, 2004).	109
Figura 38 – Etapas da Metodologia Proposta a Serem Empregadas	111
Figura 39 - Planta do Setor Administrativo do DPM	113
Figura 40 – Níveis de Automação	114
Figura 41 – Nível de Automação	115
Figura 42 – Controle de Iluminação (Implementado)	116
Figura 43 – Controle Remoto	117
Figura 44 – Controle e Monitoramento (Implementado na Simulação)	118
Figura 45 – Modelagem Ladder	121
Figura 46 - Implantação no CLP	122
Figura 47 - Maleta Koyo Utilizada para Testar o Programa Implementado.	122
Figura 48 - Modelagem do Sistema	123
Figura 49 - Tela de Supervisão	124
Figura 50 - Simulador Dinâmico Desenvolvido em Laboratório	125
Figura 51 - Planta do Andar Tipo e Fachada do Edifício	126
Figura 52 - Modelagem do Sistema Proposto	127
Figura 53 - Nível de Comunicação e Supervisório	128

Figura 54 - Programa de Atividades.....	128
Figura 55 - Modelagem e Programação Propostas.....	128
Figura 56 - Soluções Físicas.....	129
Figura 57 – Tela de Controle do Ambiente (Implementada).....	129
Figura 58 - Tela do Supervisório.....	130
Figura 59 – Controle de Venezianas	130
Figura 60 - Controle de Iluminação.....	131
Figura 61 – Modelo de Tela de Supervisão a Ser Implementada.....	134

Lista de Tabelas

TABELA 1 - IMPACTOS GERADOS PELA INTERNET (MATTOS, 2004)	18
TABELA 2 - REDUÇÃO DE ENERGIA COM APLICAÇÃO DE SENSORES – (IFOX)	30
TABELA 3 - SIMBOLOGIA DAS DEFICIÊNCIAS - FONTE: MAYER-JOHNSON, 2009. ...	45
TABELA 4 - PECULIARIDADES DOS SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO (TEZA, 2002)	72
TABELA 5 - COMPONENTES DE ENTRADA	118
TABELA 6 - COMPONENTES DE SAÍDA	119
TABELA 7 - COMPONENTES AUXILIARES	119
TABELA 8 - ESTÁGIOS.....	120
TABELA 9 - ESPECIFICAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO DO SUPERVISÓRIO	123

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADSL	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line;</i>
AR	<i>Automação Residencial</i>
AsBEA	<i>Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura</i>
ASHAE	<i>American Society for Heating, Refrigeration & Air-conditioning Engineers – Associação Americana de Aquecimento, Refrigeração e Ar-Condicionado</i>
AURESIDE	<i>Associação Brasileira de Automação Residencial</i>
CABA	<i>Continental Automated Buildings Association – Associação Continental de Edifícios Automatizados</i>
CAD	<i>Computer Aided Design – Desenho Auxiliar por Computador</i>
CAL	<i>Linguagem de comunicação</i>
CEBus	<i>Consumer Electronics Bus</i>
CFTV	<i>Circuito fechado de TV</i>
CIM	<i>Computer Integrated Manufacturing</i>
CLP	<i>Controladores Lógicos Programáveis</i>
DVD	<i>Digital Video Disc</i>
EAP	<i>Extensible Authentication Protocol</i>
EHS	<i>European Home Systems</i>
EHSA	<i>European Home System Association</i>
EIA	<i>Electronics Industries Association</i>
EIB	<i>European Installation Bus</i>
EIT	<i>Enhanced Installation Tool</i>
ETE	<i>EIB Tool Environment</i>
ETS	<i>EIB Tool Software</i>
HBS	<i>Home Bus System</i>
HLT	<i>Home Linking Technology</i>
HomeAVI	<i>Home Audio Video Interoperability</i>
HomePNA	<i>Home Application programming Interface</i>
HomePNA	<i>Home Phone Networking Alliance</i>
HomePNA	<i>Home Phone Networking Alliance</i>

HTML	<i>Linguagem de Marcação de Hipertexto</i>
HVAC	<i>Heating, Ventilation and Air Conditioning</i>
IBM	<i>International Business Machines</i>
IEEE	<i>International Eletrical and Eletronic Enginer</i>
IHM	<i>Interface Homem Máquina</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
LON	<i>Local Operating Network</i>
NAHB	<i>National Association of Home Builders</i>
PDP	<i>Plasma Display Panel</i>
PLC	<i>Power Line Communication</i>
PnP	<i>Plug and Play</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
RTU's	<i>Unidades Remotas</i>
SIT	<i>Simple Installation Tool</i>
TI	<i>Tecnologia da Informação</i>
TP	<i>Cabo Par Trançado</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UPC	<i>Código de produto Universal</i>
UpnP	<i>Universal Plug and Play</i>
UPS	<i>Unninterruptible Power Supply</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>
X-10	<i>Protocolo de Comunicação</i>
XML	<i>Linguagem de Marcação Extensível</i>

Glossário

APLICATIVOS	<i>Programas de computador; softwares;</i>
CABISTA	<i>Denominação informal dada ao profissional que executa a passagem de cabos na edificação;</i>
DOWLOAD	<i>Fazer um dowload significa baixar um arquivo de um servidor descarregando-o para o computador;</i>
FREWARE	<i>Qualquer software oferecido gratuitamente na rede ou nas publicações especializadas em suportes como CD_ROM. A palavra inglesa “free” significa livre. Esses programas não expiram seu prazo de uso;</i>
INTERNET	<i>Internet – sigla para Inter Networking (entre redes de comunicação), é uma rede de comunicação internacional. Que permite a transferência de dados entre os usuários e sistemas, que se encontram a ela conectados;</i>
JAVA	<i>Programação em Java – linguagem de programação para aplicativos baseados na rede que funciona nas paginas www da internet;</i>
MAILING	<i>Mailing – propaganda de produtos;</i>
OUTDOOR	<i>Externo. Normalmente produtos que ficam expostos as intempéries;</i>
PLANÍLHAS	<i>É um conjunto de linhas e colunas. A planilha eletrônica permite a construção e gravação em meios magnéticos, além da recuperação e alteração de dados com velocidade, confiabilidade e eficiência;</i>
SHAREWARE	<i>É um método comercial que possibilita a distribuição gratuita, por um tempo determinado, de um software, para que o usuário possa testá-lo. Ao final deste período de testes, o usuário é solicitado a registrar (comprar) o produto ou desinstalá-lo;</i>
SISTEMA HI-END	<i>Sistemas com maior grau de tecnologia;</i>
SOFTWARE	<i>Aplicativos, programas de computador;</i>
START-UP	<i>Programação e configuração de equipamentos e projeto;</i>
VOIP	<i>Voice over internet protocol = protocolo de transferência de voz em forma digital na internet, sem uso de linha telefônicas comuns;</i>
WEBSITE	<i>Web significa rede e site, em inglês, quer dizer lugar. Ter um website significa ter um endereço com conteúdo na rede que pode ser acessado por visitantes;</i>
WI-FI	<i>Wireless fidelity – termo comercial criado pela Wireless Internet Compatibility Alliance;</i>
WIRELESS	<i>Rede sem fio.</i>

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. – <i>Justificativa</i>	1
1.2. – <i>Origem da Automação Predial</i>	2
1.3. – <i>Impactos na Indústria da Construção</i>	3
1.4. – <i>Objetivo Geral</i>	4
1.5. – <i>Objetivos Específicos</i>	4
1.6. – <i>Procedimentos Metodológicos</i>	5
1.7. – <i>Estrutura do Trabalho</i>	6
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1. – <i>Histórico da Domótica</i>	9
2.2. – <i>Tecnologias Domóticas</i>	16
2.3. – <i>Domótica Assistiva</i>	38
2.4. – <i>Domótica e Meio Ambiente – Domótica Sustentável</i>	66
3 - PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA DOMÓTICA	71
3.1. – <i>Análise do Espaço a ser Automatizado</i>	74
3.2. – <i>Definição da Tecnologia e Equipamentos a serem Instalados</i>	76
3.3. – <i>Especificações do Sistema de Automação</i>	76
3.4. – <i>Definição dos Elementos Funcionais</i>	78
3.5. – <i>Modelagem e programação</i>	80
3.6. – <i>Controle e supervisão</i>	82

3.7.	– <i>Determinação da Rede de Comunicação</i>	103
3.8.	– <i>Considerações</i>	107
4	- ESTUDO DE CASO.....	111
4.1.	<i>Caso I - "Supervisão e Gerenciamento Automatizado de um Setor Administrativo"...</i>	112
4.2.	<i>- Caso II – Mudança Automatizada de Espaço Residencial</i>	126
5	- CONCLUSÕES.....	133
5.1.	<i>Objetivos Alcançados</i>	133
5.2.	– <i>Perspectivas Futuras</i>	134
	Referências	139

1. INTRODUÇÃO

1.1. – Justificativa

Visando melhorar a qualidade de vida dos idosos e portadores de necessidades especiais no seu ambiente doméstico, a Domótica Assistiva destina-se a obter sistemas adequados que possam lhes permitir viver em seu próprio ambiente de casa em plena liberdade, com o monitoramento automático constante de suas ações e suas condições físicas e com a oportunidade de contato direto com os fornecedores e prestadores de serviços e assistência. Ao longo dos últimos anos tem havido um aumento considerável na demanda por tecnologias projetadas para gerenciar a autonomia pessoal no ambiente de vida (autonomia no domicílio).

O desenvolvimento de modelos eficazes de intervenção na área da tecnologia assistiva exige a entrada de uma vasta gama de habilidades interdisciplinares e na busca de novas soluções de apoio com base em tecnologias inovadoras voltadas para a recuperação da autonomia e segurança no lar, através de sistemas de CFTV no que diz respeito à privacidade pessoal e da utilização de sensores ligados em pontos estratégicos para monitorar o ambiente em 360° e a decisão de avaliação apropriada.

Com a evolução nos últimos anos dos meios de telecomunicações, avanço tecnológico dos sistemas de automação, e tecnologia de informação no mundo, grandes mudanças vêm ocorrendo na sociedade. As mudanças nos hábitos da população urbana têm influenciado as mudanças do estilo de vida, gerando demandas de novos equipamentos e serviços, e um dos setores mais atingidos é o segmento da Domótica, que vem absorvendo novas tecnologias disponíveis no mercado, no sentido de atender a esse crescente grau de exigência dos consumidores e as novas necessidades de seus lares.

Esse novo cenário econômico-produtivo tem tornado o mercado da construção de edifícios mais competitivo. A Automação Predial tem sido usada por empreendimentos do setor de construção como estratégia para agregar valor ao projeto e ao produto. Nesse capítulo

introdutório é apresentada inicialmente a evolução histórica da tecnologia de Automação Predial e seus conceitos, descrevendo as principais contribuições e tecnologias existentes que têm contribuído para o panorama de mudanças tão dinâmico e significativo nesse setor, permitindo assim a descrição detalhada dos principais tópicos abordados nessa dissertação.

1.2. – Origem da Automação Predial

No final dos anos 70, para resolver os problemas de qualidades dos espaços habitacionais, surgem nos EUA os primeiros sistemas de edifícios a serem eletronicamente controlados.

Nos anos 80, surgem os termos *SMART HOUSE*, *INTELLIGENT HOUSE* ou *DOMÓTICA*. Aparecem sistemas de automação de segurança, iluminação e intrusão justificados pela tendência de economia de energia.

Na década de 90, a tendência foi integrar os diferentes sistemas (segurança, condicionamento ambiental, etc.) que compõem uma residência, com o objetivo de melhorar a produtividade e o conforto das pessoas.

Atualmente, a evolução tecnológica dos diferentes sistemas de automação aliada às novas tecnologias de comunicação em rede, tem estimulado a indústria de construção a incorporar soluções inovadoras de Automação Predial em seus novos empreendimentos levantando a um crescimento deste setor em cerca de 20% ao ano e já é possível encontrar algumas construtoras que oferecem em seus empreendimentos a base dessa tecnologia. (AURESIDE, 2006).

Pelo fato da AP (Automação Predial) ser um tema relativamente novo, não existe ainda um conjunto de protocolos, equipamentos e dispositivos padronizados. No entanto algumas entidades internacionais como a OSGI (*Open Serviços Gateway Initiative*) e a HAVI (*home Áudio Vídeo Interoperability*), a CABA (*Continental Automated Buildings Association*) entre outras, e nacionais como AURESIDE (Associação Brasileira de Automação Residencial), vêm organizando e intensificando as interações entre as grandes empresas de informática, eletroeletrônicos, softwares e de controle, visando padronizar e fomentar a tecnologia domótica

Como tendência e oportunidades de mercado, o ambiente residencial ainda permanece praticamente inexplorado para implantação de sistemas de redes e sistemas de controle e quando existem, são implantadas de forma isolada, aumentando o custo dos equipamentos, manutenção e complexidade de controle.

1.3. – Impactos na Indústria da Construção

Os impactos causados pela introdução de edifícios inteligentes nas construções brasileiras abrangem:

i) **Aspectos sociais:** destacam a melhoria da qualidade de vida de diversas faixas e grupos sociais, principalmente de crianças, mulheres, idosos e portadores de necessidades especiais, segurança de seus usuários e otimização do tempo;

ii) **Aspectos ambientais:** incluem a eficiência energética da edificação, assim como a economia e controle da utilização dos recursos naturais, e aproveitamento e planejamento dos espaços construídos; e

iii) **Aspectos econômicos:** englobam a amortização do capital investido pela redução dos custos energéticos causados pela otimização dos sistemas, controle de manutenção e otimização do número de funcionários, racionalização e planejamento de consumo, e constante preocupação com a valorização do imóvel.

iv) **Domótica assistiva:** visa integrar os portadores de necessidades especiais, bem como idosos e crianças de um modo geral, à sociedade, facilitando-lhes suas atividades sociais, escolares e profissionais, com o emprego de equipamentos e aparelhos que lhes permitam o desempenho de atividades antes praticamente impossíveis, tais como dirigir, andar, ler, ouvir e mesmo executar trabalhos economicamente significativos.

v) **Integração de condomínios – casa comunicante:** como exigências técnicas de um sistema de domótica citam-se baixo custo com o *plug & play* (sistema de fácil instalação e

dispositivos baratos), flexibilidade (sistema modular e extensível), confiabilidade e fácil utilização. O sistema apresentado na pesquisa proposta contempla estes requisitos (alguns parcialmente), por se tratar de um sistema estruturado de forma modular, utilizando recursos padrão, tanto para software quanto para hardware.

1.4. – Objetivo Geral

Atualmente, são utilizados nos edifícios mecanismos isolados de automação. O compromisso deste trabalho é apresentar uma proposta de metodologia de sistema integrado de supervisão e controle para automação residencial. Através dos estudos de casos, é apresentado todo o processo metodológico para aplicação dos sistemas integrados, a partir da utilização de equipamentos eletrônicos comerciais, as etapas de modelagem para controle e supervisão de um sistema automatizado e as redes de comunicação existentes e utilizadas nas aplicações.

Neste trabalho de pesquisa são apresentadas propostas de metodologia para ao emprego da Domótica, que considere a integração de sistemas automatizados independentes, contribuindo assim para a melhoria da qualidade de vida, pela redução do trabalho doméstico, racionalização dos espaços, utilização eficiente de recursos energéticos e outros recursos naturais, e preocupação com o meio ambiente.

1.5. – Objetivos Específicos

Dentre os principais objetivos específicos deste trabalho de pesquisa podemos relacionar os seguintes:

- Utilizar conceitos de tecnologias de Domótica com ênfase na integração
- Direcionar as aplicações de Domótica para sistemas integrados;
- Buscar soluções simples e de baixo custo de instalação;
- Identificar as tecnologias mais adequadas;

- Proposta de metodologia para elaboração de um projeto de Automação Predial;
- Descrever as etapas necessárias à elaboração da modelagem de um sistema domótico;
- Apresentar estudo de casos em aplicações industriais para a validação da metodologia apresentada.

1.6. – Procedimentos Metodológicos

Considerando a abrangência e complexidade do segmento de Automação Predial, e suas inúmeras aplicações, para desenvolvimento do presente trabalho utilizou-se o seguinte procedimento metodológico:

a) **Revisão Bibliográfica de Trabalhos Publicados:** pesquisa bibliográfica aprofundada de temas publicados em livros, revistas, artigos, congressos e *sites* da internet. Considerando que esta área é recente e complexa, e a ausência de artigos específicos, procurou-se referências nas áreas de Engenharia Civil, Engenharia Mecânica, Ciência da Computação e Arquitetura para que o resultado final tivesse expressividade e integração entre as áreas identificadas e necessárias ao processo de elaboração de projetos na área de Automação Predial.

b) **Revisão das Principais Tecnologias, Equipamentos e Aplicações na área:** com ênfase nas aplicações atualmente oferecidas pelas empresas de Automação Predial para o mercado, e o contexto atual das pesquisas e desenvolvimento dos produtos, levando-se em consideração o mercado e o usuário.

c) **Seleção do Material Bibliográfico:** processo de seleção e síntese de material bibliográfico e tecnológico, permitindo elaborar documento contextualizando a área de Automação Predial no mundo e no Brasil, apresentado no capítulo 3 dessa dissertação, com destaque a análise dos diversos protocolos de comunicação e produtos existentes e sua utilização no mercado.

d) **Participação em Eventos e Encontros:** foi possível identificar oportunidades e tendências para o desenvolvimento do tema, além de avaliar as diversas visões e interesses dos diversos profissionais diretamente comprometidos com a Automação Predial.

e) **Exemplos de Aplicações Industriais:** elaboração de aplicações industriais através de simulações, possibilitando demonstrar a viabilidade de implantação, a partir da utilização de sistemas integrados de controle e supervisão em aplicações prediais, apresentando metodologia que descreve todas as etapas, desde a concepção do projeto de automação até a aplicação e instalação de sistemas integrados de automação predial e com possibilidade de serem controlados remotamente através da internet.

1.7. – Estrutura do Trabalho

Esta dissertação de mestrado está subdividida em seis capítulos a seguir. Para maior compreensão do leitor são apresentados anexos indicados no decorrer da dissertação e destinados a informações complementares e mais específicas sobre os assuntos apresentados durante a leitura desse estudo.

O Capítulo 1 introduz o tema de Domótica, apresentando os principais objetivos desta dissertação de mestrado, procedimentos metodológicos e resultados delineados.

O Capítulo 2 concerne ao trabalho de revisão bibliográfica aprofundada, estando dividido em três partes, sendo a primeira aos conceitos de Automação Predial (Domótica), sua origem e história, panorama social atual, além de oportunidades e tendência desse mercado tão promissor. Na segunda parte, é exposta uma revisão de alguns trabalhos publicados sobre a Automação Predial, de autores de diferentes formações, universidades e estados. A Proposta é a análise de diferentes visões para que a conclusão desta pesquisa aborde e interesse a todos os envolvidos na aplicação dessa nova tendência, que é a integração dos sistemas de Automação Predial. Na terceira parte, são apresentadas algumas das tecnologias existentes no Brasil e suas aplicações já disponíveis em Automação Residencial.

O Capítulo 3 apresenta metodologias para elaboração de sistemas de Domótica, desde a concepção à implantação de um sistema automatizado; Análise e definição das reais necessidades do usuário; Elaboração do Projeto de Automação Proposto; Descrição dos Sistemas Automatizados; Especificação dos Equipamentos e Tecnologia Utilizados; Detalhamento das etapas de modelagem; Criação de interface para controle e supervisão do sistema.

O Capítulo 4 aborda a implantação de duas aplicações de sistemas integrados de automação: um com inspeção virtual aplicado a um laboratório; e a segunda a automação residencial aplicada a uma unidade habitacional (apartamento) criada para este estudo. A proposta é apresentar diferentes aplicações de sistemas domóticos e em diferentes situações e ambientes, que serão controlados através de sistemas de supervisão e controle com possibilidade de interatividade através da internet.

No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões deste trabalho de pesquisa, e principais resultados obtidos e perspectivas futuras.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tendo em vista a complexidade da área estudada e ausência de artigos específicos e científicos, procurou-se encontrar referências em diversas áreas e profissionais envolvidos com a Domótica. Esse capítulo está dividido em três partes, sendo a primeira dedicada aos conceitos de Domótica, sua origem e história, panorama social atual, além de oportunidades e tendência desse mercado tão promissor. Na segunda parte, é exposta uma revisão de alguns trabalhos publicados sobre o assunto, sendo a proposta a análise de diferentes visões de diferentes profissionais para que a conclusão dessa pesquisa aborde e interesse a todos os envolvidos na aplicação dessa nova tendência, que é a integração dos Sistemas Domóticos e conectividade com o ambiente predial. Na terceira parte, são apresentadas algumas das tecnologias existentes no Brasil e suas aplicações já disponíveis em Automação Residencial.

2.1. – Histórico da Domótica

2.1.1 – Conceitos

Domótica é todo o aparelho eletrônico técnico, a construção física, automação, informática e telecomunicações utilizadas em edifícios, mais ou menos "interoperáveis" e centralizar o controle de sistemas diferentes e subsistemas da casa e de negócios (aquecimento, persianas, portas de garagem, portões de entrada, instalações elétricas, etc.). Domótica é fornecer soluções técnicas para atender às necessidades de conforto (gestão de energia, aprimoramento de iluminação e aquecimento), segurança (alarme) e de comunicação (controles remotos, vídeo ou sinais de áudio, etc.) que podem ser encontrados em casas, hotéis, locais públicos, etc.

O conceito de Domótica apareceu na década de 1980, com termos como *Smart House* e *Intelligent Building*. Segundo TEZA (2002), “a Automação Predial é um processo pelo qual dispositivos automáticos, eletrônicos e inteligentes, responsáveis pelo controle e gerenciamento dos afazeres, são utilizados para prover maior segurança e comodidade no espaço”.

Já o conceito de *Domótica Inteligente* para MOTA (2003), se resume ao gerenciamento automático de recursos (temperatura, energia, etc.).

A Domótica Inteligente deve, por sua vez, analisar os dados obtidos pelos sensores, de modo a adaptar suas regras de automação ao comportamento dos usuários do sistema automatizado. Isto se faz necessário, pois o comportamento dos seres humanos muda ao longo do tempo, bem como cada indivíduo possui sua própria preferência. Uns gostam de temperaturas mais quentes do que outros, ou mesmo outros gostam de menor luminosidade.

NEVES (2002) define que *“Telemática é a convergência das tecnologias de telecomunicações, informática e mídias que dará suporte às funções de automação do edifício”*. De acordo com a função desempenhada pela edificação, a Telemática pode ser subdividida em Birótica e Domótica. A Birótica é o emprego da automação dentro de escritórios, onde os usuários podem ter acesso a qualquer tipo de informação, criando modelo de trabalho corporativo. Já a Domótica é a ciência que estuda a Automação Predial.

BALZANI (2004) comenta que *“Cada nova tecnologia traz acoplada um novo vocabulário”*. Para o autor, as características fundamentais em um sistema inteligente são: capacidade para integrar todos os sistemas, atuação em condições variadas, memória, noção temporal, fácil relação com o usuário, facilidade de programação e autocorreção.

Segundo José Cândido FORTI, ex-presidente da AURESIDE (Associação Brasileira de Automação Predial) *“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 Jackson (seriado da TV dos anos 70), começa a se difundir nos empreendimentos residenciais de alto padrão, transformando o conceito de casa do futuro em casa do presente”*.

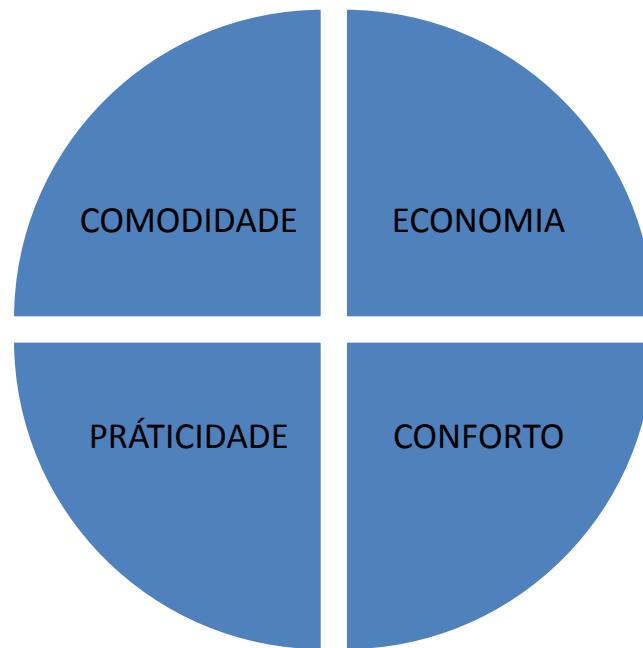


Figura 1 – Relação de Dependência

2.1.2 – **Desenvolvimento**

A Revolução Industrial alavancada no século XVIII propiciou ainda mais a Automação no mundo, surgida a partir do processo de mecanização, que utilizamos até hoje em muitos processos produtivos.

Desta forma, pode-se automatizar a indústria, comércio e residência, mas para este presente estudo será abordada a Automação Predial (comércio e residência), com a apresentação das evoluções de tecnologia, social e econômica.

Já no início do século passado, havia sistemas de automação baseados em dispositivos mecânicos e eletromecânicos, que permitiam certas comodidades aos usuários. Como exemplo, podemos citar os dispositivos de chamada à distância, empregado em moradias.



Figura 2 – Primórdios da Automação Residencial

Nos anos 1970, os problemas habitacionais relacionados à qualidade dos espaços alavancaram a utilização de alguns sistemas HVAC, primeiros a serem controlados eletronicamente, nos EUA, por volta de 1981.

Nos anos 80, aparecem os primeiros termos como *Smart House*, *Intelligent House* ou *Domótica*, visando à tendência a economia de energia. Surgem os sistemas de automação de segurança, iluminação e intrusão, mostrando coordenação entre componentes do mesmo sistema. A “**Casa Comunicação**”, com a chegada da TV a cabo, antenas satélites, e outros serviços de telecomunicação.

Nos anos 1990, a tendência foi a de integrar os diferentes sistemas (segurança, condicionamento ambiental, etc.) que compõem uma residência, com o objetivo de melhorar a produtividade e o conforto das pessoas. Conhecida como “**Casa Sistema**”, onde todos os elementos começam a se inter-relacionar tanto internamente como com o exterior.

Atualmente, o segmento de Automação Predial cresce cerca de 20% ao ano e já podemos encontrar construtoras que oferecem a base dessa tecnologia. A evolução tecnológica dos diferentes sistemas domésticos, aliados ao crescimento explosivo da internet e os resultados dos

investimentos em infraestrutura de comunicações, tem estimulado a indústria de construção civil a incorporar soluções inovadoras de automação residencial em seus novos empreendimentos. (AURESIDE, 2006).

No futuro, "**Casa Humana**", onde o sistema casa consegue entender a voz e a linguagem corporal dos habitantes e reage com os mesmos, mudando a iluminação, por exemplo, com sistema autônomo e todo integrado, sendo controlado por intranet e internet se conveniente, segundo MATTAR (2007).

2.1.3 – **Panorama Social**

Já na segunda metade do século XX, novas tendências comportamentais foram percebidas em todo o mundo com relação ao estilo de vida contemporâneo e seus reflexos no ambiente construído (LOUREIRO & AMORIM, 2005). A sociedade urbana é definida como sendo multifacetada, formada por uma diversidade de novos arranjos familiares (famílias uniparentais, casais do mesmo sexo, casais sem filhos, envelhecimento da população), além das mudanças comportamentais e objetivas fundadas pela busca da qualidade de vida, preocupação dos recursos naturais do planeta e a nova necessidade da população de estar próxima às tecnologias de informações, como a internet.

2.1.4 – **Oportunidades e Riscos**

Não se pode hoje planejar a construção de um espaço sem fazer um projeto de integração prévio dos recursos tecnológicos disponíveis, definindo todo o cabeamento, infraestrutura, plataformas de automação e relação de equipamentos necessários.

Os espaços devem acompanhar as inovações e tecnologias da nova geração, atendendo as atuais necessidades dos usuários. Por outro lado, um dos principais problemas para podermos implantar esta solução é que não contamos com profissionais de perfil adequado a esta nova realidade, com formação e conhecimento para suprir as necessidades do mercado e dos usuários.

Na prática, esse trabalho hoje é conduzido de forma isolada para cada sistema predial, que, ao final da obra, necessita de inúmeras adaptações e ajustes, podendo comprometer totalmente o resultado final.

São dois os fatores considerados como destaque para o desenvolvimento do setor de Automação Predial e que contribuem para a procura dessa tecnologia. O primeiro é o ambiente residencial, que permanece praticamente inexplorado para a instalação de sistemas de redes e de controle; e o outro é a possibilidade de novas descobertas e inúmeras linhas de pesquisas que afloram do tema de Automação Predial.

Pelo fato da Domótica ser um tema relativamente novo, não existe ainda um conjunto de protocolos, equipamentos e dispositivos padronizados e unânimes. Muitos ainda são emprestados dos ambientes de automação industrial. No entanto, devido à demanda, algumas entidades internacionais como a CABA (*Continental Automated Buildings Association*), a OSGi (*Open Services Gateway Initiative*) e a HAVI (*Home Audio Video Interoperability*), apenas citando as principais entre dezenas de outras, e nacionais como a Aureside (*Associação Brasileira de Automação Residencial*), vêm organizando e intensificando as interações entre as grandes empresas de informática, eletroeletrônicos, softwares e de controle, visando padronizar e fomentar a tecnologia de Automação Predial.

2.1.5 – Contribuições e Funções

Segundo MATTAR (2007), como qualquer novidade, a Automação Predial inicialmente é percebida pelo usuário como um símbolo de *status* e modernidade. No momento seguinte, o conforto e a conveniência por elas proporcionados passam a ser decisivos. E por fim, ela se tornará uma necessidade vital e um fator de economia (toma-se como referência a evolução da telefonia celular).

O desenvolvimento dos sistemas de Automação Predial surge depois de seus similares na área industrial, devido a motivos econômicos e de escala de produção. No mercado brasileiro, os

primeiros sistemas automatizados de controle foram concebidos para aplicações especificamente industriais, ainda na década de 1970.

Consolidada a automação industrial, o comércio foi em seguida contemplado com sua automação, que até hoje vem evoluindo. Apesar da natural diversidade entre os sistemas automatizados, eles têm algumas características em comum e que estão descritas a seguir.

Na Automação Industrial, os conceitos de projeto são desenvolvidos a partir de estimativas sobre a utilização padrão de seus recursos. A infraestrutura necessária para a automação é criada desde a prancheta, ou seja, prevista nos orçamentos iniciais das obras e incorporadas durante a construção.

Sua operação pode ser complexa, pois implica grande número de usuários e muitas variáveis de controle. A necessidade de "supervisão" é crítica, por isso o monitoramento dos sistemas, acompanhado de relatórios de controle, auditorias entre outros, que são imprescindíveis.

Na Domótica, as soluções são muito pessoais e dirigidas; por exemplo, alguns usuários dariam ênfase aos sistemas de segurança se fossem residir numa casa isolada, mas esses mesmos clientes, ao optar por um condomínio fechado, poderiam abrir mão de alguns itens de segurança e, com o mesmo gasto, sofisticar o *home theater*. Com relação à infraestrutura (basicamente cabeamento e definição de equipamentos), infelizmente o projeto de residências ainda deixa muito a desejar. Segundo TEZA (2007), na maioria dos casos hoje vivenciados, as soluções de automação são desenvolvidas no decorrer da obra, quando não apenas ao seu final. Outro fator interessante a considerar é que, boa parte dos equipamentos de Automação Predial, não ficam obrigatoriamente incorporados ao imóvel, podendo ser levados pelo seu proprietário quando se mudar. A Domótica tem que se valer de interfaces amigáveis aos usuários.

A automação pode acontecer em vários níveis de sofisticação técnica, encontrando aplicações que vão desde um controle de parâmetros dimensionais de peças e ferramental, onde é necessária a utilização de sistemas computacionais sofisticados, que executam programas

especialistas, até o uso de sistemas sem inclusão de técnicas de controle sofisticadas, com a aplicação de uma lógica de automação.

A Domótica procura aplicar desenvolvimento em tecnologia de automação e tecnologia de informação, no sentido de proporcionar maior conforto ao usuário, considerando os três pilares básicos do desenvolvimento: o social, o ambiental e o econômico. As principais vantagens são:

- Repetitividade – processos mais uniformes e as características dos produtos podem ser mantidos;
- Flexibilidade – alteração mais rápida na produção;
- Racionalização do tempo – aproveitamento do tempo despendido para execução das tarefas programadas;
- Valorização do ser humano através da substituição dos trabalhos repetitivos, evitando exaustão física e psicológica, em trabalhos e ambientes agressivos.

2.2. – Tecnologias Domóticas

Após a leitura de todo o acervo bibliográfico, foi realizada uma seleção do material e as principais contribuições consideradas relevantes para o desenvolvimento e conclusão deste estudo. Foi elaborada a análise de diferentes visões profissionais para a área de Domótica (Engenharia Civil & Arquitetura, Controle & Automação, e Ciências da Computação), permitindo assim que este projeto de pesquisa seja abrangente, englobando diferentes pontos de vista direcionados a aplicações dessa nova tendência, que é a integração dos sistemas de Automação Predial ou Domótica, e conectividade com o ambiente construído.

A seguir, serão apresentadas as principais contribuições obtidas de visões dessas áreas, permitindo assim uma homogeneidade de definições de nomenclaturas, conceitos e métodos

desenvolvidos nesta dissertação. O objetivo é apresentar os envolvidos no processo de elaboração de um projeto de Automação Predial, suas preocupações e interesses para com o produto final.

2.2.1 - Revitalização Urbana e Predial

Para a área de Engenharia Civil e Arquitetura no setor de construção, o importante é que exista a necessidade da obra a ser adaptada à nova realidade da “população da informação”, que está conectada à internet e integrada cada vez mais às novas invenções e tecnologias disponíveis e acessíveis no mercado.

Para MATTAR (2007), o estudo da Domótica aborda as mudanças tecnológicas que, na contemporaneidade, estão modificando o estilo de vida de apenas uma pequena parcela da população brasileira (parcela com maior poder aquisitivo), mas em um breve período histórico, afetará um grupo cada vez maior de pessoas.

Essas mudanças têm gerado demandas de novos produtos para os empreendimentos imobiliários. Entretanto, devido ao crescente grau de exigência dos consumidores e a grande rapidez das mudanças sociais, existe a dificuldade atual de se identificar os anseios desse público-alvo e em se projetar novos produtos que o satisfaçam.

Identificada como principal contribuição, adquirida após as leituras de trabalhos publicados nas áreas de Engenharia Civil e Arquitetura, que os consumidores mudaram seus hábitos e os produtos da indústria da construção tendem a se transformar para atendê-los. Hoje, a Domótica é um diferencial competitivo, tendo como tendência sua popularização através do surgimento de novos produtos.

A conectividade não estará apenas restrita a equipamentos, sendo inserida no contexto residencial e de comércio, como forma de controle de determinadas funções (ex. controle de acesso, temperatura, etc.), acessibilidade (automação de determinados equipamentos) para atender a um usuário com necessidades cada vez mais especiais e exigentes. Abaixo

apresentamos na Tabela 1 os impactos gerados pela internet e que justificará o uso desses recursos nos ambientes construídos.

FATORES	IMPACTOS DA INTERNET
TEMPO	<i>Informações 24 horas por dia e todos os dias</i>
ACESSIBILIDADE	<i>Comunicação rápida e desburocratização</i>
MÍDIA DA INFORMAÇÃO	<i>Informações eletrônicas e com autenticação identificada pela fonte</i>
SIMULTANEIDADE	<i>Utilização de um mesmo meio de comunicação por mais pessoas e em diferentes locais</i>
RESTRIÇÃO TECNOLÓGICA	<i>Para entrar no mundo virtual é necessário um computador, modem, softwares, etc..</i>
RAPIDEZ DE ACESSO	<i>Informações rápidas e de diferentes bancos de dados (jornais, revistas, artigos)</i>
COMPRAS E CURSOS	<i>Menor deslocamento, agilidade no tempo de compra e redução de gastos de combustíveis.</i>

Tabela 1 - Impactos gerados pela internet (MATTOS, 2004)

2.2.2 - Controle de Recursos e Infraestrutura (fontes de energia, água, climatização)

Na área de Controle de Recursos e Infraestrutura (fontes de energia, água, climatização), encontramos inúmeros protocolos para automação predial já definidos e estruturados, podendo assim, ser adquiridos e instalados nos espaços desejados sem muita dificuldade.

É um método de controle, podendo ser manual ou automático, que traz como resultado: o conforto do operador; aumento de segurança; aprimoramento da qualidade; aumento da produtividade; melhoria no conhecimento sobre o processo; diminuição dos custos operacionais.

Segundo CANATO (2007), “*Domótica é uma ciência recente que, se ainda não está completamente consolidada, tornar-se-á em breve, seguramente, uma referência obrigatória no que respeita à construção das casas do futuro*”.

As principais áreas que se aplicam as técnicas de Domótica são:

- A gestão de aparelhos eléctricos, aparelhos de grades de programação e/ou macro (sequências de ações realizadas por aparelhos programados) definidos pelo usuário. Os dispositivos de acionamento também podem ser ligados a eventos (detectores de movimento, controles remotos, etc.);
- A gestão de energia, aquecimento (por exemplo, é possível gerir entradas naturais - calorias, quilocalorias, vento, luz, água - como uma função da capacidade térmica do edifício), o ar condicionado, ventilação, iluminação, e a abertura da aba de fecho (de acordo com a luz solar ou a hora do dia, por exemplo), água (o enchimento da banheira pode parar automaticamente com um sensor, as torneiras de lavatório podem abrir água com a aproximação das mãos, etc.). Também é possível recarregar certos aparelhos eléctricos (computadores, veículos eléctricos, etc.) com base na taxa horária (Smart Grid). Um medidor de rede pode ser integrado em uma rede inteligente e/ou conectado a um sistema de gerenciamento remoto. O controle/programação de aquecimento permite poupanças significativas;
- A segurança de bens e pessoas (alarme, detector de movimento, porteiro, código de segurança);
- A comunicação entre o dispositivo e o usuário através da "sonificação" (transmissão de sinais como som);
- O "conforto acústico" pode resultar da instalação de um conjunto de alto-falantes para distribuir e regular o seu volume;
- Situações de deficiência de compensação e dependência.

No contexto do segmento da construção do Plano Grenelle do meio ambiente e do PREBAT (Programme National de Recherche et d'Expérimentation sur l'Énergie dans les Bâtiments) um grupo de trabalho fez em 2011 propostas concretas para promover a inovação (tecnológica, organizacional, financeira, legislativa ou comercial, bem como a medição, verificação, energia desperdiçada, garantia e certificação) no setor da construção (um relatório intermediário foi lançado em meados de janeiro de 2001 com dezoito propostas com um incentivo para passar de uso realizável para o exigível em termos de desempenho global, que exige a envolver todas as partes interessadas sobre a energia, mas também a saúde, o conforto e o

ambiente). Uma plataforma geotérmica e edifícios inteligentes estão tendo espaço com o conjunto S2E2, BRGM e o Polo Tecnológico de Orléans.

2.2.3 - Controle de Ambientes (iluminação, som, imagem, temperatura), Lazer e Paisagismo

Usos de automação das TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação) podem ser muito intensivos no consumo de energia e materiais raros ou preciosos. Podem também procurar reduzir o seu viés ecológico ("ecoautomação") e seus usuários em um "ecodesign", facilitando melhor o consumo de energia de controle de habitação, a melhoria da eficiência energética das instalações, ou os sistemas automáticos de pilotagem para a produção de energia (por exemplo, combinação de painéis solares seguindo o sol, ventoinha só ativada para limitar o desgaste das peças, quando as condições de vento são ideais e/ou a bomba de calor ativado quando o diferencial de temperatura ideal, etc.).

Novas normas de construção exigem uma melhor gestão da energia. Na França, por exemplo, desde 2005 é obrigatório parar o aquecimento quando uma janela é aberta. Desde 1º de janeiro de 2013 a RT 2012 (a partir do Meio Ambiente Grenelle) começa a impor que os novos edifícios permitam visualização e medição do consumo de energia, pelo menos nos seguintes cinco itens: Ventilação, Aquecimento, iluminação e água quente sanitária, a fim de ajudar a garantir que o padrão de "50kW/m²/ano" não seja ultrapassado.

A Domótica pode - padrão ou personalizado – condicionar a iluminação e aquecimento de uma sala, ou o início de alguns dispositivos para a presença ou ausência de um ocupante. Um grupo japonês, Sekisui Chemical Group já vende "habitação com zero os custos de eletricidade e aquecimento". A Alemanha é também um pioneiro neste campo, com muitos modelos de casa passiva (Passivhaus), principalmente na região da Baviera.

Com o tempo, a Domótica tende a sair de casa. Ela coloca, por exemplo, em relação de unidades habitacionais entre si e com um edifício (ou seja, automação predial) e da cidade. Então

ela entra na “Urbática”¹ e/ou com um gerente/proprietário e/ou outras entidades que prestam esses serviços (água, energia, entrega de alimentos, de cuidados em casa ou remotos, lavar roupa, etc.) Se esses serviços são projetados principalmente para menos degradação ambiental, são às vezes chamados de "ecodomótica urbana”.

Na França, desde os anos 1990, a habitação social (HLM), utilizando ferramentas de monitoramento a distância de gestão técnica, administrativa e financeira para os seus edifícios através de "interface domótica de programas coletivos”.

O principal obstáculo foi a falta de interoperabilidade entre os equipamentos produzidos por diferentes fornecedores. Neste caso, as interfaces de programação, as interfaces de construção (IDI) devem se comunicar com as interfaces de habitação (IDL) e logo com SmartGrid e outras redes de comunicação (por exemplo, no contexto da "Internet de Energia", que fundou a Terceira Revolução Industrial, como proposto por Jeremy RIFKIN. Na França, a France Telecom abriu redes diferentes (PSTN, transfixar, Transpac, TRANSVEIL, a linha telefônica e a internet possivelmente cabo ISDN) para esta rede "inteligente". Elas tendem a se tornar suporte privilegiado de uma "meta-automação" interligados. Neste contexto, surgem questões éticas e técnicas de proteção da privacidade e dos dados pessoais.

2.2.4 – **Tecnologias de Comunicação: internas e externas**

Para a área de Ciência da Computação, a abordagem do tema tem como principal foco descrever as redes de comunicação existentes e mais utilizadas hoje no mercado de Automação Predial. Levanta os diversos tipos de protocolos de comunicação, diversos segmentos e aplicações passíveis de automação, bem como seu custo/benefício.

TEZA (2002) afirma perceber a inexistência de qualquer preocupação, apoio, estudo e desenvolvimento de protocolos ligados a esta área aqui no Brasil. As tecnologias existentes são provenientes dos famosos países mais ricos e desenvolvidos do mundo, tais como: EUA, Canadá, Japão e Alemanha.

¹ Urbática - Neologismo significando “a cidade inteligente”

Reforça-se na proposta deste trabalho a utilização do protocolo **UPnP** – *Universal Plug & Play* para aplicação em Domótica, devido a facilidade, flexibilidade, estrutura já existente para apoio e desenvolvimento das soluções e seus custos.

Este protocolo já está embutido nos sistemas operacionais MS-Windows a partir da versão ME e funciona sobre o protocolo TCP/IP, utilizando HTML e XML, podendo inclusive comunicar-se com outros protocolos ou tecnologias de Automação Residencial, tais como: **HAVi**, **CEBus**, **LonWorks**, **EIB** e **X-10**, que podem fazer parte da rede **UPnP**, através da utilização de pontes (*bridges*) ou conversores (*proxys*). Pode utilizar qualquer meio físico compatível, tais como: Radiofrequência (RF e Wireless), linha telefônica, rede elétrica, Infravermelho (IrDA), Ethernet e FireWire (IEEE 1394).

2.2.5 – Assistência à vida quotidiana – Casa Comunicante

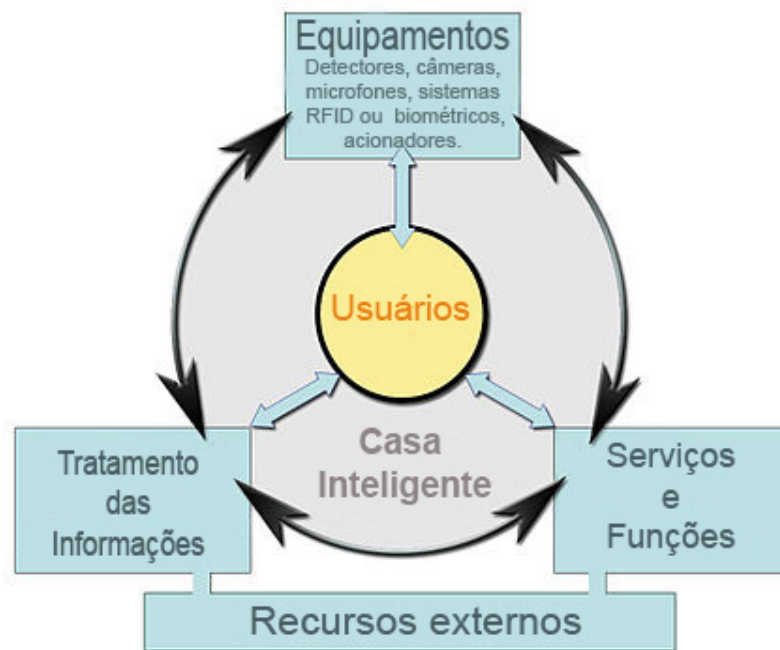


Figura 3 - Casa Inteligente

A Domótica é uma tecnologia recente que permite a gestão de todos os recursos habitacionais e comerciais a serviço de seu usuário; por exemplo, soluções para automação de

residências, que antes eram coisas de filmes de ficção científica, já são realidade. Conhecer todas as possibilidades é difícil, porém a imaginação é o limite. “*É um universo quase infinito*”, comenta o engenheiro José Roberto MURATORI, presidente da Associação Brasileira de Automação Residencial (AURESIDE). Tudo depende da criatividade, conhecimento técnico e identificação do custo e benefício do investimento, que deve melhorar a vida de quem tem limitações; por exemplo, com tecnologia de comando de voz, deficientes e idosos podem se tornar mais independentes.

Trata-se, contudo de uma ciência recente que, se ainda não está completamente consolidada, tornar-se-á em breve uma referência obrigatória, no que refere à construção de casas do futuro e resultam cada vez mais, da contribuição conjunta de profissionais de áreas tão diferentes como a construção, arquitetura e eletrônica.

Com a alteração dos padrões de vida, a Domótica encontra outras áreas onde pode ser útil, aumentando o número de pessoas a serem atendidas; despreocupação para quem deseja viajar constantemente ou mais autonomia a pessoas com necessidades especiais são apenas alguns exemplos. Dotar as casas com soluções tecnológicas que permitam a independência relativamente a terceiros, é um benefício que não é mensurável e não se pode descurar.

Permitir que as tarefas domésticas fossem executadas de uma forma simples e acessível a pessoas idosas, com problemas de mobilidade ou deficiências físicas, vem oferecer um maior conforto e melhorar o seu nível de vida, promovendo maior independência. Pequenos gestos do cotidiano, tais como controlar a iluminação, acionar aparelhos, a partir de uma diferente localização dentro ou fora do ambiente no qual a tecnologia está instalada, assim como acionar mecanismo de alerta quando um imprevisto surgir ou a segurança dessas pessoas estiverem postas em causa.

A **Figura** abaixo ilustra alguns equipamentos que podem ser utilizados na automação residencial:

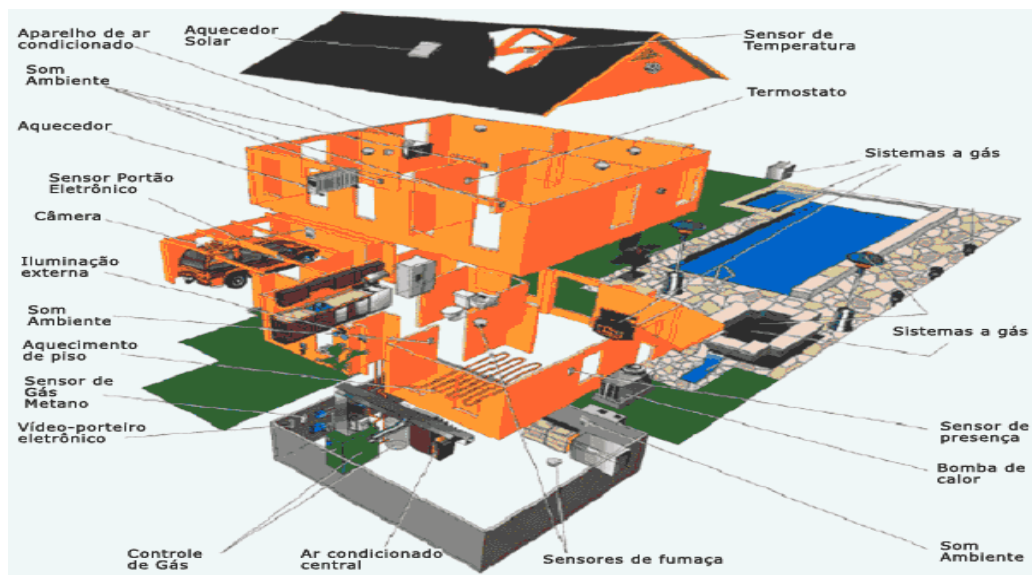


Figura 4- especificação para implantação do supervisório

A seguir, serão abordadas e descritas algumas das tecnologias já disponíveis e acessíveis no comércio. A Automação Predial está em franca expansão, e ainda é motivo de estudos com adição incessante de melhorias, novas ideias ou novas técnicas de aperfeiçoamento dos produtos já existentes. Porém, podemos alavancar alguns dos principais sistemas de AP que estão em evidência e estão efetivamente sendo estudados e utilizados em diversas regiões do Mundo são:

- Segurança: alarmes e monitoramento; circuito fechado de TV; controle de acesso; reconhecimento facial; alarme de vazamentos de gás, fumaça e incêndio e check-up humano remoto.
- Entretenimento: *Home Theater*; áudio e vídeo distribuídos; TV por assinatura e internet; telas gráficas para armazenamento de imagens e documentação pessoais.
- Controle de Iluminação: controle do acendimento de luzes com programação, sensores de presenças promovendo a economia de energia e uso racional desse recurso natural.
- *Home Office*: telefonia; redes domésticas que possibilitam reuniões virtuais através de redes remotas promovendo agilidade e maior conforto do usuário em seu local de trabalho.
- Ar condicionado e Aquecimento: controle de temperatura do Ambiente.

- Eletrodomésticos Inteligentes: forno; geladeira; maquina de lavar inteligentes; cafeteiras, chuveiros e torneiras.
- Serviços Inteligentes: portas e cortinas automáticas; centrais de vácuo - aspiração de pó e reconhecimento de voz; elevadores inteligentes.
- Funcionalidades Auxiliares: energia solar; estações climáticas; irrigação de jardins e hortas.

Para maior entendimento do funcionamento de equipamentos prediais que podem ser automatizados, serão apresentados abaixo os exemplos mais comercializados no setor de construção e que já estão disponíveis no mercado:

2.2.5.1 – Sistema de Circuito Fechado de TV

Este sistema 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 de uma edificação. Este sistema utiliza câmeras e monitores, que podem variar bastante em valor, complexidade do sistema e resultado obtido, encontrando-se desde 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.

Câmeras externas (principalmente) podem ser dotadas de detector de movimento, para acioná-las e iniciar gravação em videocassete e até emitir bips de aviso. Pode-se levar também em consideração o modo de visualização e gravação, Preto-&-Branco ou Colorido.



âmera Infra Digital até 45 m



Detector de presença



Side bar CATV



Sensor de presença externo articulado



Portão automático com sensor de acionamento



Iluminação Externa

Figura 5 – Sistema de Segurança e Iluminação (Fonte: Internet – Google)

Após a escolha, as câmeras devem ser posicionadas corretamente com o objetivo de cobrir a maior área possível com boa visão focal e que geralmente está entre dois a seis metros. Deve-se evitar o posicionamento próximo aos pontos de luz artificial 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 (ou seja, TV a cabo, satélite ou antena), tornando possível aos usuários terem a imagem gerada pelo CFTV em qualquer uma das TV's, 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). Com relação ao cabeamento, são necessários 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 modelos apropriados, o usuário pode acessar as imagens através de um PC, por linha discada, a uma velocidade em torno de cinco quadros por segundo (através da digitalização das imagens geradas analogicamente das câmeras). Ou ainda um método mais sofisticado, utilizando câmeras Webcams profissionais, que são conectadas diretamente por cabo par trançado à rede LAN (câmeras inteligentes com IP próprios) e que podemos ter várias unidades conectadas a um HUB, interagindo normalmente com um PC (servindo de *gateway*) e que pode disponibilizar estas imagens para o *Home Theater* ou para a internet.

2.2.5.2 – Sistema de Controle de Iluminação

Sistemas inteligentes de iluminação podem acentuar os detalhes arquitetônicos de uma sala ou criar um clima especial, seja ele para reuniões ou festivo. Ligando e desligando automaticamente, podem proteger um ambiente 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, ambos custam entre trinta e cinco a quarenta e dois reais no Brasil.

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 e desligar, aumentar e diminuir intensidade e temporizar o acendimento do equipamento.



Modelos de Sensores de presença



Luminária de segurança



Controle para acionar lâmpadas

Figura 6 – Modelos de Controle (Fonte: Internet – Google)

Existem também sofisticados sistemas de controle que operam através de cabeamento dedicado e servem para um único ou multiambientes. Gerenciados por controladores inteligentes (*dimer* multicircuito GrafikEye da Lutron, por exemplo) que podem responder a uma variedade de sinais, desde um sensor de presença até a ativação de um DVD, 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 radiofrequência (RF) e podem ser instalados e expandidos com mais facilidade.

A utilização dos sensores de presença permite fazer com que a iluminação se acenda automaticamente quando alguém entrar em um recinto, e se apague algum tempo após a pessoa deixar o ambiente.

Os sensores são ideais para serem usados na garagem, cozinha, despensa, hall, corredores e áreas de serviço, evitando que a lâmpada permaneça acesa quando não há pessoas presentes, o que acarreta um considerável potencial de economia de energia elétrica de até 60%. São indicados para uso em salas, escadas, corredores, garagens e mais locais onde existir movimentação de pessoas. Este dispositivo detecta automaticamente a radiação infravermelha, emitida pelo corpo humano, acionando automaticamente uma carga elétrica.

Na Tabela 2, abaixo, é apresentada a economia de energia gerada pela utilização desses sensores. Estes produtos “se pagam” em poucos meses, pois com ele sua economia de energia pode ser de até 60%, quando usado para fins de iluminação.

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

Tabela 2 - Redução de energia com aplicação de sensores – (IFOX)

2.2.5.3 – Home Office

A vida moderna do ser humano tem tornado necessária a criação e implantação 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.

Uma estatística americana, realizada no final de 2006, constata que aproximadamente 28% da população trabalham em tempo total ou parcial em casa, aproximadamente 34% têm mais de um PC em casa, e cerca de 2 milhões têm rede doméstica já instalada.

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 (já que a maioria dos usuários está familiarizada com o PC e a interface gráfica). A adoção de redes domésticas possibilita o compartilhamento de impressoras, modems e outros periféricos e ainda possibilita 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, levando 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 se popularizam rapidamente.

2.2.5.4 – Energia Solar

Para que uma edificação, seja uma residência ou um prédio comercial ou residencial, funcione de maneira independente e quase autossuficiente (pelo menos por um tempo pré-determinado), é necessária uma fonte de energia gerada que seja renovável, limpa, barata e que não agrida o meio ambiente. Para obtenção de energia solar, é necessário instalar coletores no telhado, baterias para guardar a energia, tubulação adicional e cabeamento condizente.

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 aquece diretamente a água e custa entre R\$ 3.400,00 a R\$ 7.100,00 e traz retorno mais rápido, entre 5 a 10 anos. Este sistema 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 ele 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. Sistemas irradiantes de calor no piso distribuem água quente através de canos instalados debaixo do piso e são considerados um dos meios mais confortáveis de aquecimento. Uma área de coletor de aproximadamente 20 m² pode aquecer até 100 m².



Figura 7 – Placas de um Sistema de Aquecimento Solar

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. Estes painéis são feitos de semicondutores, normalmente de silicônio. 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. Como exemplo, um conjunto de 10 painéis de 100 W (aproximadamente 1,50 x 0,60 m cada um) pode abastecer tranquilamente seis lâmpadas fluorescentes, um ventilador, um rádio, uma TV e DVD, uma geladeira, uma torradeira e uma

lava-roupas. 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. Um sistema como o descrito de 1000 W tem um custo aproximado de R\$ 23.000,00.

A título de informação, o Programa Minha Casa Minha Vida estimula o emprego de energia solar nas residências de interesse social e mesmo as empresas de energia são obrigadas a fornecer a custo zero certo número de equipamentos para esses empreendimentos.

2.2.5.5 – Central de Vácuo – Aspiração de Pó Central

A limpeza pode ser feita sem precisar empurrar, puxar ou carregar equipamentos pesados nem trocar filtros de pó. Uma Central de Aspiração é o coração do sistema, podendo ser instalada em um depósito ou na área de serviço, locais que tornam seu funcionamento imperceptível nas áreas internas. Assim, o nível de ruído emitido é insignificante, não incomoda e a limpeza é feita em qualquer lugar ou horário, enquanto que o aspirador convencional, quando ligado, torna impossível ouvir música, assistir à TV ou falar ao telefone. A central fica ligada a várias tomadas de aspiração, através de uma rede de tubos PVC instalados, durante a fase de construção, no interior das paredes, em cima dos forros ou sob o piso, ao mesmo tempo em que é dimensionada e construída a rede de água e eletricidade.

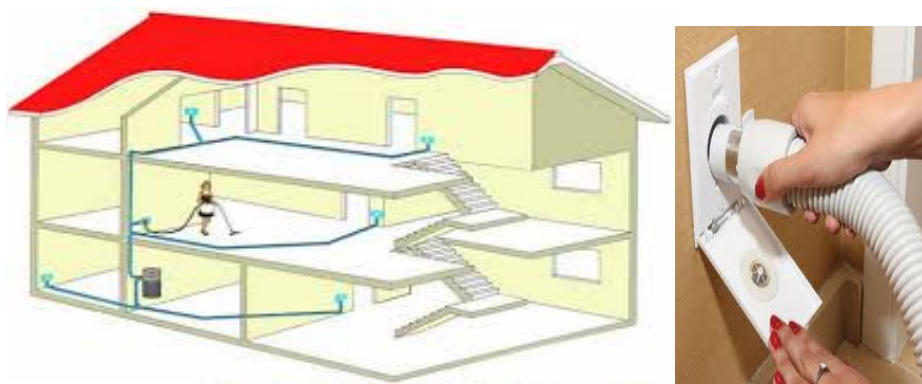


Figura 8 - Sistema de aspiração centralizado (Fonte: Prosolar Ltda)

O pó, a sujeira, os ácaros e outras bactérias são fortemente aspirados para o depósito de lixo localizado na central instalada fora de casa, podendo ser removido e esvaziado de duas a três

vezes por ano. Este sistema é totalmente aprovado e recomendado por médicos alergologistas, a utilização do sistema retira 100% do pó, sem recirculá-lo dentro de uma residência ou estabelecimento comercial, evitando doenças respiratórias e alergias causadas pela poluição. O preço da central de aspiração começa em R\$ 4.000,00, e um sistema de porte médio completamente instalado, já com a tubulação de PVC, deve custar aproximadamente R\$ 8.000,00 para um ambiente de até 300 m² de área construída.

2.2.5.6 – Reconhecimento de Voz

A possibilidade de utilizar sistemas de reconhecimento de voz na Automação Predial 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 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.

2.2.5.7 – Sistema de Alarmes de Vazamento 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.

2.2.5.8 – Controle Remoto Universal Programável

Para integração de sistemas de *Home Theater*, podem-se usar centrais inteligentes micro processadas, porém, o custo destas centrais ainda é muito alto 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, e aqui estão representados pelos controles MARANTZ RC5000 e AMX. 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*.



Figura 9 - Controle Remoto Universal suas aplicações (Fonte: Google)

O RC5000 e o AMX eliminam a necessidade de múltiplos controles, pois os códigos de IR (infravermelho) de virtualmente qualquer marca de equipamento podem ser transferidos para estes equipamentos, além de vir pré-programado de fábrica para operar com um número bastante elevado de equipamentos. 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.

2.2.5.9 – Gestão de Água

Em uma edificação vale a importância de controlar o fluxo de água emitido, pela sua economia. A automação deste pode ser dividida por torneiras e sistema de irrigação descritos a seguir. As torneiras são controladas através de um sensor de presença ou por um botão temporizado que controla o tempo do fluxo.

Nota-se que sua utilização pode ser usada em todas as torneiras e as mesmas em duchas. Já o sistema de irrigação, consiste no acionamento de um botão para a liberação da água, este persiste durante um tempo e logo encerra a irrigação, dá-se um tempo de drenagem do solo e volta a repetir o processo.



Torneira com temporizador

Torneira com sensor de presença

Controle de vazão

Figura 10 – Sistemas de Gestão de Água

2.2.5.10 – Estação Climática Acionada por Energia Solar

Este equipamento monitora o clima e envia dados atualizados para um PC, onde estes dados podem ser analisados estatisticamente e formar uma base de dados. Tais informações

podem automaticamente acionar janelas, cortinas, luzes, condicionadores de ar, ventiladores, exaustores, umidificadores, regamento de jardins e hortas quando necessário, etc.

2.2.5.11 – Cortinas Automáticas

A motorização de cortinas e persianas proporciona uma grande conveniência, principalmente quando integrada aos controles de iluminação e aos sistemas de entretenimento (*Home Theaters*). Como principais características podemos citar a utilização de controles remotos sem fio (IR) e a possibilidade de instalar sensores de chuva e de sol, que acionam o fechamento e abertura das persianas conforme a iluminação e temperatura desejadas no ambiente a ser instalado este sistema.

2.2.6 – Interface Homem-Máquina

Um navegador da web simples pode ser a interface humana para todos esses aplicativos. Um aplicativo (App) no sistema operacional Android, Apple ou Windows (Windows 7 ou 8) é também comum. A interface homem-máquina também pode não contar com uma tela e um teclado, pode ser:

- voz (reconhecimento de fala e síntese de fala);
- superfícies “táteis” ou outras superfícies de toque.
- distintivo (proprietários RFID, NFC,);
- movimento da mão (pelo reconhecimento do gesto/formulário, digite Kinect);
- vários e até mesmo objetos incomuns (Karotz).

2.2.6.1 – Inteligência geral

O objetivo da casa comunicante é também minimizar o tempo que os seres humanos devem passar na frente da interface homem-máquina. Existem várias tecnologias para acionar automatizado (por programas voluntários, por meio de por meio de algoritmos avançados com aprendizagem dos estilos de vida, por numerosas técnicas algorítmicas, com aprendizagem supervisionada ou não).

2.2.6.2 – Encorajamento e Incentivo Público

Automação residencial através de portas, janelas e persianas, por exemplo, pode aumentar o impacto ecológico de um edifício e aumentar um pouco consumo de energia elétrica. Inversamente em um edifício de concepção ecológica e se está orientado para a gestão adequada de energia, mesmo acoplado com um sistema de produção autônoma de energia (energia solar térmica ou fotovoltaica, pequena turbina de vento), pode em vez disso, contribuir para a economia significativa de energia e ainda permitir um habitat de energia positiva. Por este motivo, alguns sistemas de automação residencial são incentivados pelo auxílio financeiro ou uma destribuição (Ex: na França com um crédito de imposto (15%) ou isenção a partir de 1º de janeiro de 2005, para a compra de um sistema domótico em uma residência principal com mais de 2 anos, com IVA de 7% se a instalação é feita por um profissional, sob certas condições especificado pela ADEME - Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (Agência do Meio Ambiente e Gestão de Energia) - e às vezes adicionais por parte de auxílio a regiões).

2.3. – Domótica Assistiva

2.3.1 – Descrição de Tecnologias e Aplicações Disponíveis

Assistimos no Brasil, de acordo com os dados do IBGE, a um aumento da expectativa de vida, bem como um aumento da renda média dos brasileiros. Soma-se a isso o constante déficit habitacional, que já perdura desde antes da criação do Banco Nacional da Habitação - BNH - na década de 1960.

Recentemente, as medidas governamentais conhecidas como Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) e projeto Minha Casa, Minha Vida, visam resolver os problemas crônicos do País, no que concerne a infraestrutura em geral e o problema habitacional, respectivamente.

Neste sentido, ambos os planos têm obtidos resultados desanimadores, decorrentes da inépcia administrativa e da falta de planejamento estratégico, tanto do governo federal, quanto das empresas que participam das operações. Entretanto, diga-se a favor das empresas que os operadores financeiros e técnicos do governo federal atrapalham e criam obstáculos ao bom

andamento dos trabalhos, através de uma burocracia incompatível com os objetivos sociais dos projetos.

Retornando ao nosso escopo, definimos como objetivo deste trabalho a apresentação de uma metodologia para a definição de uma concepção arquitetônica que objetive adequar os recursos da Domótica Assistiva às expectativas dos usuários que anseiam em ter sua moradia própria.

2.3.2 – Conceito de TA (Tecnologia Assistiva)

De acordo com ROSÁRIO (2011), TA é um termo abrangente utilizado para identificar todo o arsenal de Recursos e Serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência (apoio, adaptação e reabilitação) e consequentemente promover vida independente e inclusão. COOK & HUSSEY (1995) definem como *“uma ampla gama de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas encontrados pelos indivíduos com deficiências”*.

Após a contextualização da TA, apresentando seus objetivos, principais áreas de atuação, classificação, componentes e principais produtos tecnológicos, será desenvolvido um panorama descrevendo as principais tendências tecnológicas da TA, algumas delas, que já vem sendo utilizadas em outros países, e outras que deverão acontecer em um breve horizonte de tempo. Estas tendências tecnológicas estão relacionadas à:

- a) Dispositivos de recuperação de movimento e esforço;
- b) Robótica de Assistência;
- c) Domótica Assistiva;
- d) Integração de Tecnologias;
- e) Geração Biônica;
- f) Tecnologias do Futuro para a Saúde (CiberSaúde);
- g) Cadeia de um Produto ou Tecnologia em TA; e
- h) Centro Integrador de Soluções em TA.

2.3.3 – Contexto Atual

A TA deverá proporcionar uma maior independência das pessoas, permitindo que possam realizar tarefas que anteriormente eram incapazes de serem executadas, ou quando executadas, eram realizadas com enorme dificuldade, proporcionando conforto e melhoria, ou alteração de métodos de interação com a tecnologia necessária para realizar tais tarefas. Podem-se citar alguns exemplos de TA: as rampas de acesso às calçadas em ruas e avenidas para os cadeirantes, telefones e terminais de atendimento acessíveis com teclados especiais, letras grandes, *Braille*, e sistemas de reconhecimento de voz. Existem ainda muitas controvérsias nas intervenções cirúrgicas em TA, como por exemplo, no caso de implantes auriculares em crianças para recuperação auditiva.

2.3.4 – Objetivos da TA

Proporcionar à pessoa com deficiência maior independência, qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado, trabalho e integração com a família, amigos e sociedade.

2.3.5 – Principais Áreas de Atuação

Para a CIF (2002), *“a TA visa melhorar a funcionalidade de pessoas com deficiência, ou seja, deve ser entendida em um sentido mais abrangente do que habilidade em realizar uma tarefa de interesse”*.

De acordo com a Classificação Internacional de Funcionalidades (CIF), o modelo de intervenção para a funcionalidade deve ser biopsicossocial e diz respeito à avaliação e intervenção em:

- Funções e estruturas do corpo: deficiência;
- Atividades e participação: limitações de atividades e de participação; e
- Fatores contextuais: ambientais e pessoais.

As principais áreas de atuação da TA estão relacionadas à:

- a) Dispositivos de recuperação de movimento e esforço;
- b) Robótica de Assistência;
- c) Domótica Assistiva; e
- d) Tecnologias do Futuro para a Saúde designadas por CiberSaúde.

2.3.6 – Produtos de TA

Nos dias atuais, os principais produtos de TA podem ser considerados os seguintes:

- a) Produtos para a mobilidade (cadeiras de rodas com prescrição digitalizada, acessórios adaptativos para o posicionamento e prevenção de deformidades).
- b) Próteses e Órteses tanto para MMII (membros inferiores) e MMSS (membros superiores), produzidos com materiais de qualidade.
- c) Produtos para Comunicação Alternativa/Assistiva (TIC), entra aqui a prioridade no treinamento de RH.
- d) Produtos para adaptações no ambiente (garantia de Acessibilidade/ Design Universal).
- e) Produtos e serviços para o processo de reabilitação nos centros de atendimento.
- f) Adaptação dos meios de transporte público e privado.



Figura 11 - Veículos adaptados

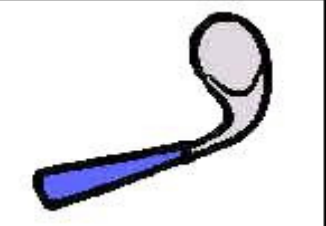




2.3.7 – Recursos e Serviços

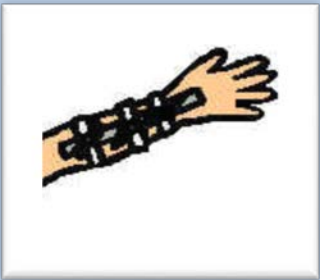



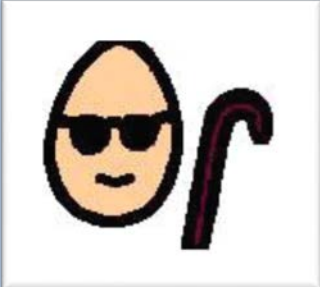
Os recursos de TA são todos e quaisquer itens, equipamentos ou parte deles, produtos ou sistemas fabricados em série, ou sob medida, utilizados para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais das PcD (*Pessoas com Deficiências*). Podem variar de uma simples bengala a um complexo sistema computadorizado. Estão incluídos brinquedos e roupas adaptadas, computadores, softwares e hardwares especiais, que contemplam questões de acessibilidade, dispositivos para adequação da postura sentada, recursos para mobilidade manual e elétrica, equipamentos de comunicação alternativa, chaves e acionadores especiais, aparelhos de escuta assistida, auxílios visuais, materiais protéticos e inúmeros outros itens confeccionados ou disponíveis comercialmente.

Os serviços de TA são definidos como aqueles que auxiliam diretamente uma pessoa com deficiência a selecionar, comprar ou usar os recursos definidos anteriormente. São aqueles prestados profissionalmente à pessoa com deficiência visando selecionar, obter ou usar um instrumento de TA. Como exemplo, podem-se citar avaliações, experimentação e treinamento de novos equipamentos. Os serviços de TA são normalmente interdisciplinares, envolvendo profissionais de diversas áreas, tais como Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Fonoaudiologia, Educação, Psicologia, Enfermagem, Medicina, Engenharia, Arquitetura, Design e Técnicos de muitas outras especialidades.

2.3.8 – Classificação

A classificação apresentada a seguir foi baseada nas diretrizes gerais propostas no *American with Disabilities Act* (ADA), que regula os direitos dos cidadãos com deficiência nos Estados Unidos. A importância das classificações no âmbito da TA se dá pela promoção da organização desta área de conhecimento e servirá ao estudo, pesquisa, desenvolvimento, promoção de políticas públicas, organização de serviços, catalogação e formação de banco de dados para identificação dos recursos mais apropriados ao atendimento de uma necessidade funcional do usuário final. A Tabela a seguir apresenta os principais dispositivos de TA e sua representação pictórica.

Item	Dispositivo	Descritivo	Imagem
1	Auxílios para a vida diária	Materiais e produtos para auxílio em tarefas rotineiras tais como comer, cozinhar, vestir-se, tomar banho e executar necessidades pessoais, manutenção da casa etc.	
2	Comunicação aumentativa (suplementar) e alternativa CAA (CSA)	Recursos, eletrônicos ou não, que permitem a comunicação expressiva e receptiva das pessoas sem a fala ou com limitações da mesma. São muito utilizadas as pranchas de comunicação com os símbolos PCS ou <i>Bliss</i> , além de vocalizadores e <i>softwares</i> dedicados para este fim.	
3	Recursos de acessibilidade ao computador	Equipamentos de entrada e saída (síntese de voz, <i>Braille</i>), auxílios alternativos de acesso (ponteiras de cabeça, de luz), teclados modificados ou alternativos, acionadores, <i>softwares</i> especiais (de reconhecimento de voz, etc.), que permitem as pessoas com deficiência a usarem o computador.	
4	Sistemas de Controle de ambiente	Sistemas eletrônicos que permitem as pessoas com limitações moto locomotoras, controlar remotamente aparelhos eletroeletrônicos, sistemas de segurança, entre outros, localizados em seu quarto, sala, escritório, casa e arredores.	
5	Projetos arquitetônicos para acessibilidade	Adaptações estruturais e reformas na casa e/ou ambiente de trabalho, através de rampas, elevadores, adaptações em banheiros, entre outras, que retiram ou reduzem as barreiras físicas, facilitando a locomoção da pessoa com deficiência.	

6	Órteses e Próteses	Troca ou ajuste de partes do corpo, faltantes ou de funcionamento comprometido, por membros artificiais ou outros recurso ortopédicos (talas, apoios, etc.). Incluem-se os protéticos para auxiliar nos <i>déficits</i> ou limitações cognitivas, como os gravadores de fita magnética ou digital que funcionam.	
7	Adequação Postural	Adaptações para cadeira de rodas ou outro sistema de sentar, visando o conforto e distribuição adequada da pressão na superfície da pele (almofadas especiais, assentos e encostos anatômicos), bem como posicionadores e contentores que propiciam maior estabilidade e postura adequada do corpo através do suporte e posicionamento de tronco, cabeça e membros.	 
8	Auxílios de mobilidade	Cadeiras de rodas manuais e motorizadas, bases móveis, andadores, <i>scooters</i> de 3 rodas e qualquer outro veículo utilizado na melhoria da mobilidade pessoal.	
9	Sistemas de Controle de ambiente	Auxílios para grupos específicos que inclui lupas e lentes, <i>Braille</i> para equipamentos com síntese de voz, grandes telas de impressão, sistema de TV com aumento para leitura de documentos, publicações etc.	



10	Auxílios para surdos ou com déficit auditivo	Auxílios que incluem vários equipamentos (infravermelho, FM), aparelhos para surdez, telefones com teclado teletipo (TTY), sistemas com alerta táctil-visual, entre outros.	
11	Adaptações em veículos	Acessórios e adaptações que possibilitam a condução do veículo, elevadores para cadeiras de rodas, camionetas modificadas e outros veículos automotores usados no transporte pessoal.	

Tabela 3 - Simbologia das deficiências - Fonte: MAYER-JOHNSON, 2009.

2.3.9 – Componentes da Classificação Internacional de Funcionalidade

A classificação apresentada a seguir foi proposta pela CIF.

a) **Definições Básicas:**

- i. **Funções do Corpo:** são as funções fisiológicas dos sistemas orgânicos (incluindo as funções psicológicas).
- ii. **Estruturas do Corpo:** são as partes anatômicas do corpo, tais como, órgãos, membros e seus componentes.
- iii. **Deficiências:** são problemas nas funções ou na estrutura do corpo, como um desvio importante ou uma perda.

b) **Atividades e Participações:**

- i. **Atividade** é a execução de uma tarefa ou ação por um indivíduo.
- ii. **Participação** é o envolvimento em uma situação da vida.
- iii. **Limitações de Atividades** são dificuldades que um indivíduo pode encontrar na execução de atividades.
- iv. **Restrições de Participação** são problemas que um indivíduo pode experimentar no envolvimento em situações reais da vida.

c) **Fatores Contextuais:**

Representam o histórico completo da vida e do estilo de vida de um indivíduo. Eles incluem dois fatores: ambientais e pessoais, que podem ter efeito em um indivíduo com uma determinada condição de saúde e sobre a saúde e os estados relacionados com o indivíduo.

- i. **Fatores Ambientais:** constituem o ambiente físico, social e atitude na qual as pessoas vivem e conduzem sua vida. Tais fatores são externos aos indivíduos e podem ter uma influência positiva ou negativa sobre o seu desempenho, enquanto membros da sociedade, sobre a capacidade do indivíduo para executar ações ou tarefas, ou sobre a função ou estrutura do corpo do indivíduo; e
- ii. **Fatores Pessoais:** são o histórico particular da vida e do estilo de vida de um indivíduo e englobam as características do indivíduo que não são parte de uma condição de saúde ou de um estado de saúde. Estes fatores podem incluir: sexo, raça, idade, outros estados de saúde, condição física, estilo de vida, hábitos, educação recebida, diferentes maneiras de enfrentar problemas, antecedentes sociais, nível de instrução, profissão, experiência passada e presente (eventos na vida passada e na atual), padrão geral de comportamento, caráter, características psicológicas individuais e outras características. Tais características podem desempenhar um papel na incapacidade em qualquer nível em sua totalidade ou parte delas.

d) **Modelos Conceituais**

Para compreender e explicar melhor o conceito de perda de capacidade ou de funcionalidade de uma pessoa, a Organização Mundial de Saúde (OMS) propõe diferentes modelos referentes à área médica, social, e biopsicossocial (CIF, 2003), descritos a seguir:

- i. **Modelo Médico:** considera a incapacidade como um problema da pessoa, causado diretamente pela doença, trauma ou outro problema de saúde, que requer assistência médica sob a forma de tratamento individual por profissionais. Os cuidados em relação à incapacidade têm por objetivo a cura ou a adaptação do indivíduo e mudança de comportamento. A assistência médica é considerada como a questão

- principal e, em nível político, a principal resposta é a modificação ou reforma da política de saúde;
- ii. **Modelo Social:** o modelo social de incapacidade, por sua vez, considera a questão principalmente como um problema criado pela sociedade e, basicamente, como uma questão de integração plena do indivíduo na sociedade. A incapacidade não é um atributo de um indivíduo, mas sim um conjunto complexo de condições, muitas das quais criadas pelo ambiente social. Assim, a solução do problema requer uma ação social e é de responsabilidade coletiva da sociedade fazer as modificações ambientais necessárias para a participação plena das pessoas com incapacidades em todas as áreas da vida social. Portanto, é uma questão de atitude ou ideológica, que requer mudanças sociais que, em nível político, se transformam em uma questão de direitos humanos. De acordo com este modelo, a incapacidade é uma questão política; e
 - iii. **Abordagem Biopsicossocial:** a CIF baseia-se em uma integração desses dois modelos opostos. Para obter a integração das várias perspectivas de funcionalidade é utilizada uma abordagem "biopsicossocial". Assim, a CIF tenta chegar a uma síntese que ofereça uma visão coerente das diferentes perspectivas de saúde: biológica, individual e social.

2.3.10 – Tipos de Tecnologia

A seguir são apresentados os principais tipos de TA, associados às pessoas com: Deficiência Visual, Deficiência Motora (mobilidade), Distúrbios de Linguagem, e Dificuldades de Aprendizagem.

a) Deficiência Visual

- i. **Amplificadores de tela:** estes dispositivos funcionam como uma lupa ampliando uma parte da tela, aumentando assim a legibilidade do conteúdo para alguns usuários. Alguns amplificadores permitem ao usuário efetuar o aumento ou diminuição de uma parte da tela (*zoom* para frente ou para trás). Os leitores de tela são programas de *software* que permitem representar o conteúdo da seguinte forma: verbal, gráfi-

- ca e em texto na tela. No caso de uma pessoa cega, que não precisa de um monitor, o leitor de tela é usado para verbalizar tudo o que aparece na tela, incluindo os nomes e descrições dos botões de controle, os menus, o texto e a pontuação. Essencialmente, um leitor de tela transforma uma interface gráfica de usuário (IGU – *Graphic User Interface - GUI*) em uma interface de áudio.
- ii. **Sistema de reconhecimento de voz:** estes sistemas, designados de programas de reconhecimento de voz, permitem que as pessoas realizem comandos e insiram dados através da voz, ao invés de utilizar um *mouse* ou teclado. Estes sistemas usam um microfone conectado ao computador e podem ser usados para criar documentos de texto, como cartas ou *e-mails*, navegar na internet e executar aplicativos a partir de comandos de voz. Também são usados no caso de pessoas com distúrbios de linguagem, ou dificuldades de aprendizagem, e com dificuldade de escrever ou ler um texto.
 - iii. **Sintetizadores de voz:** estes dispositivos recebem informações encaminhadas para uma tela na forma de letras, números e sinais de pontuação, reproduzindo a seguir a “voz” sintetizada através do computador (processo elaborado em *hardware* ou *software*). Trata-se de um processo de produção artificial da voz humana, através de um sistema informático converte texto em linguagem normal para voz, associando letras e palavras pré-programadas através da interpretação de uma representação linguística simbólica (como transcrição fonética) em voz. Com estes sintetizadores, os usuários cegos podem conhecer como e quais dados eles digitam. Esses dispositivos também são usados por pessoas que apresentem distúrbios de linguagem e dificuldades de aprendizagem, como por exemplo, aqueles que não podem se comunicar verbalmente.
 - iv. **Geração de informações em *Braille*:** este dispositivo permite produzir uma saída tátil das informações apresentadas na tela. Uma “célula” *Braille* é composta por uma sequência de pontos. O arranjo destes pontos e as diferentes combinações de células são utilizados em substituição das letras. Geralmente, este dispositivo mecânico gera os caracteres *Braille* em relevo arredondado em plástico ou em metal, permitindo que o usuário leia cada letra de uma linha com os seus dedos, atuali-

zando a informação ao completar a linha, para passar para a leitura da próxima linha, onde repetirá o processo.

- v. **Dispositivo gravado em Braille:** este dispositivo transfere o texto produzido pelo computador em uma saída *Braille* em alto relevo. Os programas de tradução em *Braille* converte o texto recebido ou produzido por programas de processamento de texto padrão em *Braille* e que podem ser impressos usando o dispositivo de gravação em relevo. Processadores de tratamento de texto vocal, que imprimem em letras grandes são programas computacionais que usam sintetizadores de voz para traduzir informações vocais em texto, podendo ainda imprimir em formato grande, permitindo ao usuário visualizar todo o texto em letras grandes, sem ampliar a tela. As pessoas com deficiência de aprendizagem utilizam muitas vezes os processadores de tratamento de textos especializados para obter ajuda de ortografia e gramática, e/ou obter a realimentação de voz necessária para melhorar a capacidade de escrita.

b) Deficiência Motora

- i. **Programa de visualização do teclado no monitor:** estes programas permitem exibir em um monitor uma imagem correspondente a um teclado padrão. Com isso, o usuário seleciona as teclas através de um mouse, tela sensível ao toque, *tracking ball*, *joystick*, interruptor ou dispositivo apontador eletrônico. Muitas vezes, estes teclados estão equipados com uma opção de digitalização. Esta opção, quando ativada, permite que o sistema identifique as teclas individuais do teclado, e no caso do usuário deficiente, o mesmo pode selecionar através de um interruptor localizado próximo a uma parte acessível do seu corpo.
- ii. **Filtros de teclado:** estes tipos de filtros incluem auxílio a digitação, com reconhecimento de palavras e verificação ortográfica, reduzindo assim o número de teclas necessárias para digitar um texto. Eles permitem aos usuários acessar rapidamente as letras que deseja usar e evitar erros na utilização de teclas indesejadas. Os filtros de teclado e utilitários de verificação ortográfica e reconhecimento automático de

palavras/frases poderão, também, ser utilizados por pessoas com distúrbios de linguagem e dificuldades de aprendizagem.

- iii. **Monitores táteis:** estes dispositivos são colocados no monitor do computador (ou integrados aos mesmos) permitindo selecionar ou ativar funções diretamente através do toque na tela. Eles são imprescindíveis para usuários com dificuldades de mobilidade, porque oferecem um alvo mais acessível. É mais fácil para algumas pessoas selecionarem uma opção diretamente através de um simples toque no monitor, que usar um mouse ou teclado que exige maiores habilidades motoras por parte do usuário. Pessoas com dificuldades de mobilidade podem, também, fazer suas seleções utilizando uma tecnologia assistiva (como exemplo, uma vara na boca). Os monitores táteis, também, poderão ser usados por pessoas com distúrbios de linguagem ou dificuldades de aprendizagem que consideram este processo mais simples, direto e intuitivo que a partir do uso de um *mouse* ou teclado.
- iv. **Dispositivos de entrada de informações:** estes tipos de dispositivos permitem que as pessoas controlem seus computadores através de outros mecanismos que não sejam o teclado ou dispositivo apontador. Como exemplos de aplicação, podem-se destacar os seguintes:
 - **Teclados adaptados:** possuem teclas menores ou maiores do que as teclas padrão, incluindo, também, diferentes configurações de teclas, podendo ser utilizados com apenas u'a mão;
 - **Dispositivos apontadores eletrônicos:** são usados para controlar o cursor na tela a partir da utilização de tecnologias como: ultrassom, feixe infravermelho, movimentos oculares, impulsos nervosos, ou ondas cerebrais;
 - **Sistemas de aspiração-expiração:** estes tipos de sistemas são ativados através da respiração do usuário;
 - **Varetas:** estes dispositivos são utilizados para pressionar as teclas de um teclado (são normalmente utilizados na boca ou fixados na cabeça, ou no queixo);
 - **Joysticks:** este dispositivo é segurado com as mãos, pés, queixo, etc. e serve para controlar o cursor no monitor; e

- **Esferas de comando (*tracking ball*):** este dispositivo inclui bolas que podem ser operadas sobre um suporte, sendo utilizadas para mover o cursor no monitor.

c) **Distúrbios de Linguagem**

Distúrbio de linguagem é definido como um acometimento da linguagem onde não existe perda auditiva, alteração no desenvolvimento cognitivo e motor da fala, síndromes, distúrbios abrangentes do desenvolvimento, alterações neurossensoriais, lesões neurológicas adquiridas ou qualquer outra patologia que justifique essa dificuldade (BEFI-LOPES, 2004).

Para pessoas que apresentem problemas relacionados aos distúrbios de linguagem foram desenvolvidos utilitários de revisão que produzem a informação sob a forma de sinal de voz sintetizado, podendo ainda, combinar voz e representação visual de uma palavra, como por exemplo, colocando uma palavra em evidência durante a pronúncia da mesma, executada através de *software*. Estes utilitários permitem converter um texto para a tela a partir da voz, ajudando as pessoas com distúrbios de linguagem. Ao mesmo tempo, para as pessoas que apresentam dificuldade de aprendizado torna-se mais fácil usar o reconhecimento de voz para redigir textos. Assim, pessoas com distúrbios de linguagem poderão utilizar produtos de TA, tais como: filtros de teclado, programas de reconhecimento de voz, telas sensíveis ao toque, e sintetizador de voz.

- i. **Programas de ajuda à escrita:** estes programas permitem que o usuário selecione uma palavra de uma lista exibida na janela de ajuda. Esta lista, produzida pelo computador, fornece as palavras usando a primeira ou duas primeiras letras digitadas pelo utilizador. Assim, a palavra pode ser selecionada a partir de uma lista e inserida no texto, digitando um número, clicando o *mouse* ou varredura através de um dispositivo de seleção. Estes programas ajudam o usuário a aumentar a sua capacidade de vocabulário, propondo palavras a partir de letras digitadas.
- ii. **Programas para a compreensão da leitura:** estes programas visam criar ou melhorar as habilidades de leitura através de atividades, histórias, exercícios ou jogos pré-definidos. Eles podem auxiliar os usuários a praticarem o reconhecimento so-

noro de letras, aumentando a sua compreensão das palavras, adicionando gráficos, sons e, eventualmente, animações.

- iii. **Ferramentas de leitura e programas para pessoas com deficiência de aprendizagem:** estes produtos incluem *software* projetado para facilitar o acesso a documentos de texto para as pessoas que apresentem dificuldade de leitura. As opções oferecidas podem incluir a digitalização, formatação, navegação, ou reprodução vocal de um texto. Estes programas ajudam as pessoas que têm dificuldade de enxergar ou manipular documentos impressos, podendo, também, serem destinados a aqueles que estão em fase de alfabetização, ou que pretendem desenvolver novas habilidades literárias, tal como a aprendizagem do inglês como uma segunda língua, e também para aqueles que compreendem melhor um texto, quando o mesmo é lido e enfatizado.
- iv. **Ferramentas tecnológicas adicionais:** finalmente, as pessoas com deficiência de aprendizagem poderão utilizá-las, tais como um Sintetizador de Voz, Programas de Reconhecimento de Voz e Processadores de Tratamento de Texto Falado e Letras Grandes.



Figura 12 - Dispositivos de auxílio a deficientes auditivos e de linguagem (Fontes: ProDeaf e <http://brasilmedia.com/tipos-de-deficiencia-auditiva.html>)

2.3.11 - Exemplos de Produtos

Os principais produtos de TA disponível no mercado, onde a maioria desses equipamentos possui tecnologia nacional adquirida no decorrer dos últimos anos são destinados às pessoas com:

- a) Deficiência Motora;

- b) Dispositivos de Interface;
- c) Sistemas de Emergência Personalizados;
- d) Softwares de Acessibilidade;
- e) Assistência Médica e Hospitalar Residencial;
- f) Deficiência Visual;
- g) Comunicação Aumentativa e Alternativa; e
- h) Cognição.

a) Deficiência Motora

Deficiência motora é uma disfunção física ou motora, a qual poderá ser de caráter congênito ou adquirido; conseqüentemente esta disfunção irá afetar o indivíduo, no que diz respeito à mobilidade. Este tipo de deficiência pode decorrer de lesões neurológicas, neuromusculares, ortopédicas e ainda de má formação. Os principais produtos TA para portadores de algum tipo de deficiência motora serão descritos a seguir:

i. Cadeiras de Rodas:

São usadas pelas pessoas com dificuldades em caminhar, ou que são incapazes devido a uma doença (física ou fisiológica), lesão ou deficiência. Existem diversas variações para este dispositivo, podendo o mesmo ser impulsionado através de motores elétricos ou pelo ocupante sentado que gira as rodas traseiras com as mãos. Muitas vezes, ainda existe uma pessoa atrás do banco para empurrar a cadeira, como acontece nos hospitais com pessoas altamente debilitadas. As pessoas com dificuldades em sentar e caminhar devido a alguma deficiência, muitas vezes precisam usar uma maca móvel, com características semelhantes à cadeira de rodas. Um produto para movimentação de pessoas inovador, que representa uma nova geração de cadeira de rodas, é o dispositivo iBOT, inventado pelo americano Dean KAMEN, que já havia desenvolvido anteriormente um veículo móvel para movimentação autônoma de pessoas, o *Segway*. O iBOT possui a capacidade de atravessar muitos obstáculos devido a quatro sistemas de acionamento independentes, permitindo a movimentação de duas pequenas rodas e duas rodas com

rodízios (castor), ao contrário da cadeira de rodas tradicional, que possui uma grande roda de movimentação e duas rodinhas na frente, permitindo a movimentação eficiente do usuário. Este produto começou a ser industrializado a partir de 1995 pelas empresas Johnson & Johnson Independence Technology e DEKA Research and Development, e a mais nova versão do dispositivo, o iBOT 4000 custa cerca de US \$ 25.000.



Figura 13 - Modelos de Cadeira de Rodas

ii. Próteses, Órteses e Exoesqueletos

São dispositivos em constante evolução e são desenvolvidos para a recuperação de movimentos e esforços de pessoas devido a doenças, paralisias, amputações e outros males. São classificadas em próteses, órteses e exoesqueletos, podendo apresentar muitas variações e serem utilizadas para os membros superiores e inferiores.



Figura 14 – Órteses, Próteses e Exoesqueletos (Fontes:
http://research.vuse.vanderbilt.edu/cim/research_orthosis.html

b) Dispositivos de Interface com o Usuário

O termo interface refere-se ao conceito de interação entre um computador e outra entidade, estando normalmente associada a uma linguagem de entrada de dados para o usuário, uma saída de dados para a máquina e um protocolo de interação ou comunicação. Em TA esse conceito é estendido a todo o entorno que envolve o usuário, com a finalidade de permitir a redução de estresse através de acessórios ergonômicos com altura ajustável (mobiliário, apoio para os pés, pulsos e suporte no braço para garantir uma postura correta). Um sistema protetor de teclas do teclado deve ser utilizado para evitar a pressão sobre teclas não intencionais. Um dos maiores problemas ocorre em pacientes com deficiência que é o desconforto com a prótese utilizada. Em consequência, devem ser criadas as próteses mais confortáveis para utilização em função dos movimentos do braço na interação com o computador.

Outro problema crucial em TA, refere-se à utilização do teclado ou mouse, nem sempre adaptados às pessoas, e que poderão ser substituídos por dispositivos alternativos, como por exemplo: o teclado LOMAK, trackballs, joysticks, tabletes gráficos, touchpads, ou telas sensíveis ao toque, microfones com reconhecimento de voz, software, entradas sip-and-puff, chaves de acesso, e dispositivos de visão baseados em rastreadores oculares que permitem ao usuário o controle do mouse através dos olhos. A Figura abaixo mostra um exemplo de dispositivo sip-&-puff, utilizado na boca de pessoas deficientes para navegar em menus de programas computacionais.



Figura 15 - Sistema "sit & puff"

Alternativamente, a TA pode tentar melhorar a ergonomia de teclados e outros periféricos. Alguns destes produtos são relacionados a seguir:

- i. Teclados ergonômicos: permitem reduzir o desconforto e o estresse de digitação;
- ii. Teclados *Chorded*: possuem diversas teclas (um dígito por mão) para digitar por “acordes”, que produzem letras diferentes associadas a sons;
- iii. Teclados expandidos: com maiores dimensões, teclas mais espaçadas;
- iv. Teclados compactos e miniatura;
- v. *Layouts Dvorak* e alternativos: podem oferecer um *layout* mais ergonômico das teclas. Existem diferentes variantes para o *layout*;
- vi. Dispositivos de entrada também poderão ser modificados para se tornarem mais fáceis de enxergar e compreender;
- vii. Teclados com teclas minúsculas ou teclas grandes;
- viii. Teclado *PiTech*, com apenas cinco grandes teclas arredondadas, que é usado com um software especial para escrever;
- ix. Teclado letras grandes com cores de alto contraste (como o branco em preto, preto no branco e preto em marfim);
- x. Impressões adesivas para o teclado com cores de alto contraste (como o branco em preto, preto no branco, e preto no amarelo);
- xi. Pontos em relevo no teclado;
- xii. *Mouses* com rodas de rolagem facilitando a interface com o usuário; e
- xiii. *Footmouse*: *Mouse* operado através do pé.



Figura 16 - Teclados Especiais

c) Sistemas de Emergência Personalizados

O número de idosos no País tem crescido nos últimos anos e cada vez mais é aparente a necessidade das pessoas ficarem cada vez mais independentes em uma residência ou local de trabalho, onde estão submetidos a uma série de riscos e vulnerabilidades decorrentes do próprio ambiente. Devido a isso, torna-se imprescindível o desenvolvimento de **sistemas supervisórios personalizados**, permitindo que tanto os cuidadores como familiares, possam gerenciar de modo contínuo essas pessoas.

Esses equipamentos destinados principalmente para as pessoas idosas, similares a sistemas supervisórios industriais, são designados de Sistemas de Emergência Personalizados, mas podem também ser conhecidos nos Estados Unidos como *Personal Emergency Response Systems (PERS)*, e na Inglaterra e Europa como *Telecare*. Eles gerenciam sinais provenientes de sensores eletrônicos dispostos de modo interno e/ou externo no corpo de uma pessoa, enviando informações sob a forma de alarme, ou mensagem usando rede *wireless*.

Esses sistemas de alerta poderão ser personalizados para riscos específicos de cada pessoa, e quando o mesmo for acionado, uma mensagem é enviada ao cuidador responsável, ou a um centro de assistência que tomará as providências necessárias em caráter de urgência.

Como exemplo de aplicação, podem-se citar os detectores de queda, os termômetros (para evitar riscos de hipotermia de um paciente), sensores para prevenção de inundação, sensores de detecção que o gás está apagado (para pessoas com leve demência, que se esquecem de desligar a saída de gás de um fogão).

d) Softwares de acessibilidade

O acesso ao computador (também conhecido como computação acessível), independente da gravidade de sua deficiência ou incapacidade, torna-se cada vez mais

importante a acessibilidade a um sistema computacional e consequente interação homem-máquina. Incluem-se nesta categoria pessoas com tetraplegia, problemas que impedem o controle efetivo das mãos, perda dos membros superiores, paralisia cerebral, cegueira, baixa visão e outros transtornos. Para este fim, torna-se imprescindível o desenvolvimento de programas computacionais direcionados para pessoas que necessitam de ferramentas alternativas de acesso ao computador, que, por exemplo, tenham algum tipo de dificuldade na utilização do teclado, do *mouse*, ou mesmo do monitor.

Exemplos incluem a acessibilidade Web que possuem um conjunto de diretrizes, e portais projetados e disponíveis para as pessoas desenvolverem suas habilidades de leitura, e para redigir uma carta a partir de um teclado. Essas interfaces contêm ambientes gráficos melhorados, controles de estilo único, permitindo uma maior interatividade de pessoas com algum tipo de incapacidade.

Um exemplo deste tipo de dispositivo é o sistema eletrônico de votação (urna eletrônica) para pessoa com deficiência na destreza manual. A escolha do voto é realizada em um monitor sensível ao toque (*touchscreen*), através de dispositivo de toque colocado na cabeça do usuário. Neste exemplo é utilizado um dispositivo de interface com o usuário e um *software* de acessibilidade desenvolvido especificamente para este fim.



Figura 17 - Urna Eletrônica utilizando software de acessibilidade

e) Assistência Médica e Hospitalar Residencial

Uma forte tendência utilizada nos países mais desenvolvidos é a assistência médica e utilização de equipamentos hospitalares em uma residência com o objetivo de contribuir para a melhoria da qualidade de vida de uma pessoa. A maior parte destes equipamentos (*medicare*) é gratuita, fazendo parte do plano de seguro social obrigatório de cada cidadão. Dentre os principais equipamentos disponibilizados podem-se citar: tubos e equipamentos de oxigênio, nebulizadores, cateteres, camas hospitalares, cadeiras de rodas, ferramental necessário para realização de cirurgia robótica e outros.

No Brasil, o Ministério da Saúde, em novembro de 2011, lançou o programa “Melhor em Casa” destinado ao atendimento médico domiciliar de pacientes do Sistema Único de Saúde (SUS) que não precisarem de internação hospitalar, que poderão ser atendidos em casa, com médicos e equipamentos públicos disponibilizados para esse fim. Em princípio, os pacientes do programa receberão um leito hospitalar e equipamentos médicos para serem usados em casa. Quando esses equipamentos precisarem de energia elétrica, a residência terá isenção total na tarifa de eletricidade necessária para esses equipamentos. Essa iniciativa é direcionada principalmente para pacientes em pós-operatório, que poderão receber os cuidados médicos em casa.

f) Deficiência visual

Uma ampla gama de ferramentas e tecnologias permite que muitas pessoas com graves deficiências visuais possam viver de forma independente. Exemplos de Tecnologia Assistiva (TA) direcionadas a deficiência visual, incluem os recursos de reconhecimento tátil baseados em células *Braille*. Dentre as tecnologias utilizadas destacam-se as instalações materiais (*hardware*) e computacionais (*software*), descritas a seguir:

i. Hardware

- Bengalas brancas;

- Monitores grandes: podem ser utilizados para facilitar a leitura de textos eletrônicos;
- E-books: Amazon Kindle e computadores tablete como o iPad, oferecem um tradutor de texto para voz e recursos de ajuste do tamanho das fontes;
- Lâmpada de tarefas ajustável;
- Leitor de documentos bancários;
- Dispositivos para acompanhamento pontual da leitura (*Copyholder*);
- Dispositivos de visualização ampliada em tela ou *display* de materiais e objetos impressos;
- Registro de ideias e notas rápidas através de gravador dedicado;
- Sistema de reprodução de registro de áudio ditado com o auxílio de um pedal de pé;
- Produção de materiais através de toque: como por exemplo: diagramas e mapas, para impressão em papel térmico, a partir da aplicação de calor;
- Scanner utilizado em conjunto com um software de reconhecimento ótico de caracteres (*Optical Character Recognition - OCR*). O documento é impresso e digitalizado para o formato de texto eletrônico, sendo exibido em uma tela na forma de texto;
- Sistema de ajuda de leitura autônomo integrada a um scanner, com softwares *OCR* e de síntese de voz, disponíveis no mesmo computador (funcionamento conjunto);
- *Display Braille* eletrônico tátil colocado em um teclado do computador. Uma linha de células correspondente ao texto em Braille permite mover para cima e para baixo, representando assim, uma linha de texto na tela do computador;
- Anotador Eletrônico a partir da utilização de computador portátil ou tablete com teclado *QWERTY* e sintetizador de voz normal, ou em *Braille*;
- Reprodução de Braille em relevo através de impressora que perfura pontos no papel;
- Máquina elétrica de escrever em *Braille* (*Perkins Brailier*); e
- Dispositivos de rastreamento visual para aquisição de imagens.



Figura 18 - Teclado em Braille

ii. Software

- Interfaces gráficas personalizadas para o usuário, permitindo alterar as cores, quantidade de linhas, ícones de atalho, barras de rolagem de menus e outros;
- Interfaces para facilitar a leitura com possibilidade de aumento de tela;
- Aplicações de reconhecimento de voz;
- Sistemas de reconhecimento de texto, convertendo o mesmo em palavra impressa através de um scanner;
- Sistema tradutor Braille com corretor ortográfico e gramatical, convertendo a palavra impressa em Braille, em texto impresso ou lido através de impressora ou monitor;
- Conversor de texto para voz e voz para texto; e
- Conversor de texto para áudio para surdos.

g) Comunicação Aumentativa e Alternativa

O portal de Tecnologia Assistiva (ASSISTIVA, 2012) define Comunicação Aumentativa e Alternativa (do inglês, *Augmentative and Alternative Communication - AAC*) como um termo abrangente que engloba métodos de comunicação para aqueles com deficiências ou restrições a compreensão da linguagem escrita e falada.

Estes sistemas são diversos e dependem da capacidade do usuário. Eles podem ser tão básicos como imagens representativas de ações, tais como pedir comida, bebida, ou

outra coisa, como também podem ser dispositivos avançados, baseados em síntese de voz, capazes de armazenar centenas de frases e palavras.

Atualmente, uma grande diversidade de diagnósticos médicos poderá ser realizada, incluindo exames de paralisia cerebral, deficiência intelectual, autismo, e muitos outros. Eles permitem o diagnóstico do grau de deficiência de comunicação, possibilitando a realização de intervenções cirúrgicas, mesmo que específicas para cada caso.

A utilização da AAC começou no início dos anos 1950, com os sistemas para os usuários que perderam a capacidade de fala após realizar uma cirurgia (efeito de uma traqueostomia, por exemplo). Durante os anos 1960, o uso da linguagem manual de sinais aumentou, e no final dos anos 1980 foram criadas legislações próprias inclusive na área do Direito. A AAC é aplicada a uma ampla diversidade de distúrbios da fala, e estudos recentes mostram que a utilização destes recursos não impede o desenvolvimento da fala, e podem ainda resultar em um aumento, mesmo que modesto, da capacidade de fala.

Considerando habilidades específicas de compreensão da linguagem, aspectos sociorrelacionais, características pessoais que envolvem pontos fortes e fracos de aprendizagem, e padrões de desenvolvimento para tipos específicos de deficiência intelectual, a AAC pode ser utilizada para auxiliar a escrita e fala, a partir de gestos, sinais de mão, fotografias, imagens, desenhos, palavras e letras, utilizadas de maneira isolada ou combinadas, incorporando-se como uma ajuda temporária ou permanente à pessoa.

Evidentemente, torna-se imprescindível uma avaliação prévia de habilidades de um usuário e análise de requisitos necessários para proporcionar ao usuário método, abordagem de entrada, e vocabulário mais adequado. Esta avaliação requer a participação da família, particularmente através de uma intervenção precoce,

respeitando etnia e crenças familiares, sendo essencial que a família esteja centrada na abordagem do problema.

Na Figura abaixo, estão expostos diversas interfaces de comunicação, a saber: Prancha de comunicação impressa; vocalizadores de mensagens gravadas; prancha de comunicação gerada com o software Boardmaker SDP no equipamento EyeMax (símbolos são seleccionados pelo movimento ocular e a mensagem é ativada pelo piscar) e pranchas dinâmicas de comunicação no tablet.



Figura 19 - Interfaces para comunicação (Fonte: Google)

h) Cognição

Pode-se constatar que pessoas com autismo, desde a sua fase infantil, apresentam um processo de aprendizagem visual mais fácil do que através da informação auditiva. Ao utilizar a TA percebe-se que toda vez que se usam equipamentos destinados às crianças, que apresentam elevada quantidade de imagens, constata-se o aumento na quantidade de informações recebidas através da área de processamento visual. Conseqüentemente, os diversos tipos de tecnologia destinados ao aprendizado de crianças, devem ser incorporados em cada aspecto da vida diária de crianças com autismo, a fim de melhorar as capacidades funcionais das mesmas.

Pesquisas realizadas com oito crianças portadoras de autismo mostram que a utilização de TA para o reconhecimento de emoções, indicaram que os participantes apresentaram melhorias significativas no reconhecimento de voz, tanto para situações de emoções comuns como complexas, melhorando também seu aspecto visual. Como principais benefícios, constatou-se o aumento de compreensão, o entendimento crescente de tarefas, aumento das atividades e situações que exigiam habilidade, e aumento da capacidade de organização de ideias. Assim, o uso diário de programação visual individualizada vai aumentar as habilidades de organização, independência, bem como em todos os aspectos da história, facilitando-se assim a sua transição até a idade adulta.

Tecnologia Assistiva para Cognição (do inglês *Assistive Technology Cognition - ATC*) consiste na utilização da tecnologia para aumentar os processos cognitivos de apoio, tais como: atenção, memória, autorregulação, navegação, reconhecimento de emoções e gestão, planejamento e sequenciamento de atividades. As utilizações destas tecnologias vêm crescendo rapidamente, centrando-se na utilização da memória objetiva e cronogramas. Como exemplos, podem-se destacar:

- i. Utilização de um sistema SMS (*Safety Management System*) para usuários com avisos sobre reuniões (*Neuropager*);
- ii. Fornecimento de informações lembrando aos usuários o horário dos medicamentos, e oferecendo ajuda em momentos de dificuldades (*Wakamaru*);

- iii. Sistema de Assistência a idosos em casa, para assegurar o seu bem-estar e acompanhamento de saúde;
- iv. Sistema de terapia através do jogo motivacional destinado a incentivar a participação de crianças em programas de terapia (*Cosmobot*); e
- v. Interface de Uso Geral para Transtornos de Execução que é um sistema interativo de ajuda ao comprometimento de pessoas para a realização de suas tarefas habituais utilizando relatórios diários.



Figura 20 – Cosmobot



Figura 21 - Robot Wakamaru para auxílio a pessoas idosas

2.4. - Domótica e Meio Ambiente – Domótica Sustentável

2.4.1 – Histórico

Sustentabilidade é uma expressão obrigatória em todas as atividades profissionais, empresariais e humanas. É uma pauta mundial, alvo de estudos, congressos, certificações, enfim, uma ampla gama de iniciativas voltadas à disseminação de conceitos e práticas que propiciem o desenvolvimento com base nas três premissas básicas que definem sustentabilidade: o viés econômico, o social e o ambiental.

Em se tratando de setor imobiliário residencial, o real entendimento sobre o que é sustentabilidade ainda não está devidamente consolidado. Há empresas e profissionais que julgam suficiente adotar medidas como troca de lâmpadas e torneiras. No âmbito dos condomínios, há quem considere que basta reciclar o lixo (SECOVI, 2012).

A Construção Civil é uma atividade essencial para a sociedade. O setor compreende a construção de edifícios, obras de infraestrutura e serviços especializados (IBGE, 2007), configurando os espaços urbanos. A cidade tem se mostrado um modelo positivo de organização dos seres humanos, buscando atender a população, sendo esta a usuária do produto imobiliário. A ela são destinados os esforços de criar, construir e manter o espaço urbano. Ao mesmo tempo, sua demanda mantém ativo o crescimento e a transformação das cidades e de sua infraestrutura, dos espaços habitacionais e demais usos urbanos.

A esta relação sinérgica a sustentabilidade incrementa qualidade no aspecto social, econômico e ambiental. Pela escala de abrangência das atividades da construção civil, o impacto nas três dimensões da sustentabilidade é relevante no contexto nacional e internacional, e a incorporação de alterações na execução de atividades tem como resultado efeitos significativos (UNEP, 2010).

O setor imobiliário pertence à construção civil, porém, dados para definir seu grau de impacto raramente são disponibilizados. Abaixo apresentamos alguns dados do setor da construção civil mundial, nacional ou regional, conforme eles foram identificados pelas fontes.

Muitas informações não se referem especificamente ao setor imobiliário, pois faltam dados completos sobre a demanda de insumos e impactos de suas atividades. Por isso, o levantamento de informações não tem a intenção de refletir o exato impacto do setor, mas de oferecer uma escala.

Em números gerais, a construção civil mundial demanda 40% da energia e um terço dos recursos naturais; emite um terço dos gases de efeito estufa; consome 12% da água potável e produz 40% dos resíduos sólidos urbanos. No viés social e econômico, contrata mundialmente 10% da mão de obra e o conjunto das atividades de construção movimenta 10% do PIB global (UNEP, 2009).

No panorama brasileiro da construção, o consumo de água se aproxima de 16% (ANA APUD CETESB, 2010). O consumo de materiais é de 9,4 toneladas por habitante anualmente e a geração de resíduos sólidos atinge cerca de 500 Kg por habitante anualmente (JOHN, 2000). Para dados de empregos, a cadeia da construção produz 9,2% do PIB nacional e abriga nacionalmente 10 milhões de pessoas, sendo 69% relacionados ao setor da construção (FIESP, 2010).

Na análise do consumo energético, o setor residencial brasileiro absorve 10,8% do total de energia consumido no País e, apenas em eletricidade, demanda 22,3% da geração nacional (EPE/MME, 2010). A infraestrutura de abastecimento de água e coleta de esgoto em áreas urbanas é bastante variável ao longo do País: a média de atendimento nacional é de 94,7% para índice de abastecimento de água e 50,6% para coleta de esgoto. A região sudeste é dotada de melhores condições de saneamento nas áreas urbanizadas, com taxas de 97,6% e 72,1%, respectivamente (SNIS, 2008).

2.4.2 – Conceito

Há uma série de definições para o significado do termo sustentabilidade. Associado à ideia de atividades humanas e desenvolvimento da sociedade, é um conceito em constante construção. As frequentes alterações das práticas e atividades humanas, decorrentes das descobertas e

inovações, mantêm o caráter e o significado da sustentabilidade, mas transformam sua aplicação, adaptando-se às novas práticas e necessidades, hábitos e cultura da sociedade. Sua leitura mais usualmente utilizada está presente no “Tripé da Sustentabilidade”, que estabelece que o desenvolvimento prescindia de três dimensões: o social, o ambiental e o econômico. As três dimensões precisam necessariamente ser contempladas para que o desenvolvimento sustentável seja atingido, preferencialmente de forma equilibrada. Portanto, para que um empreendimento seja considerado sustentável, este deve ter produção e utilização que promova, na análise geral, um resultado socialmente justo, ambientalmente correto e economicamente viável e culturalmente aceito.

O conceito de preservação do meio ambiente surgiu nos anos 60, após décadas de acentuado crescimento industrial em vários países. Nessa época, o uso dos recursos naturais era praticado de maneira despreocupada com os reflexos e consequências que poderiam surtir, e dois fatos foram constatados: a impossibilidade de renovação dos recursos naturais frente à intensidade de sua exploração e a necessidade de adoção de uma visão sistêmica da natureza, considerando que atividades praticadas em um território podem afetar diretamente o meio natural de outro. Essas premissas demonstraram a necessidade de revisão das chamadas atividades humanas e sua relação com os ecossistemas e os recursos naturais.

Várias conferências internacionais foram organizadas para tratar da relação entre homem e ambiente. Foram marcos importantes: a elaboração do documento *Nosso Futuro Comum*, mais conhecido como Relatório Brundtland (1987), que traz a clássica definição de desenvolvimento sustentável, firmado como “*o desenvolvimento que atende às necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações terem suas próprias necessidades atendidas*” (UN, 2010); e a ECO-92, conferência realizada no Rio de Janeiro, na qual a interdependência entre ambiente e desenvolvimento foi colocada como ponto de debate.

A partir da ECO-92, os assuntos ganharam ramificações independentes, com desenvolvimento de atividades específicas, avanço do conhecimento e acordos entre nações. Entre os mais emblemáticos estão a Convenção sobre Biodiversidade (CBD, 2010) e a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (UNFCCC, 2010).

Nas últimas décadas, governos e organizações se mobilizaram conjuntamente para conceber, criar, organizar e implantar políticas de direcionamento das ações do homem sobre os ecossistemas, visando à manutenção do equilíbrio natural, à preservação da biodiversidade do planeta e à equitativa distribuição dos benefícios entre indivíduos.

2.4.3 – Proposta

Em função do acima exposto, devido ao grande significado que representa a questão da sustentabilidade com a finalidade de preservação do meio ambiente, a automação, supervisão e controle tendem a desempenhar papel de relevada importância na elaboração dos projetos habitacionais.

Hoje, para se obter sucesso em um empreendimento, é necessária uma sinergia entre os diversos profissionais que elaboram os projetos e entre eles e os executores (construtores e instaladores). Desta forma, um empreendimento moderno deverá atender o esquema de trabalho proposto a seguir, na Figura abaixo.

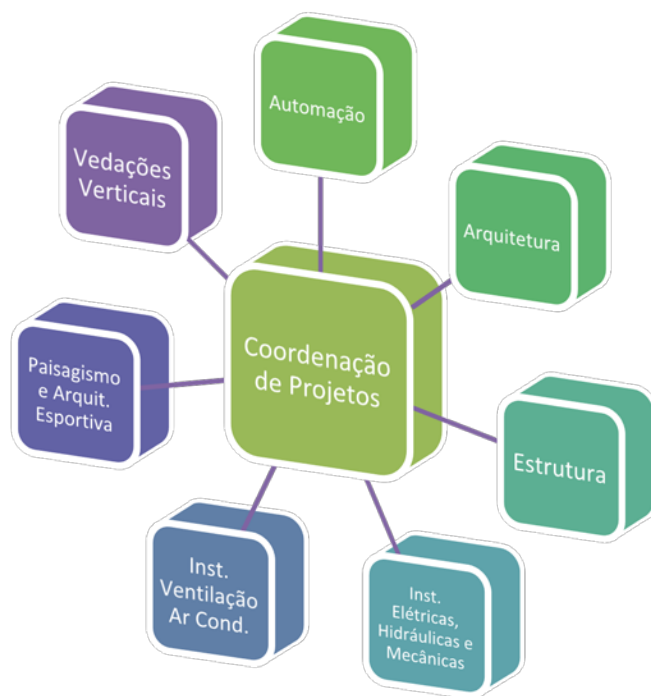


Figura 22 - Inter-relacionamento entre os projetos e a coordenação

A par da situação exposta, a AURESIDE (2014), levando em consideração o panorama abaixo:

- Crescimento dos investimentos em edificações eficientes e sustentáveis, tanto para imóveis novos como retrofits;
- Custos de operação e manutenção crescentes - necessidade imediata de implantar sistemas de supervisão, gestão e controle automatizados;
- Mudanças iminentes na política energética devem forçar alterações nas relações de consumo entre condomínios e concessionárias de energia.

E, assumindo determinadas premissas, a saber:

- Novos projetos devem considerar o uso de tecnologias modernas e já disponíveis, mas ainda pouco difundidas;
- A operação e manutenção das edificações devem ser revistas em função das novas necessidades dos usuários objetivando a segurança, conforto, usabilidade e economia;
- A quantidade e a capacitação do pessoal envolvido nestas atividades ainda são insuficientes para atender as mudanças previstas;
- As informações a respeito são dispersas e carecem de visão integrada.

Propõe diversas atividades com o objetivo de divulgar, capacitar e incentivar a utilização de tecnologias inovadoras de automação para tornar toda e qualquer edificação mais eficiente, desde a sua concepção no projeto até sua operação e manutenção durante todo o seu ciclo de vida útil.

O emprego dos dispositivos citados anteriormente, sem dúvida, acarretará uma melhor performance energética, com a consequente economia em nível individual, como também coletivo e institucional.

3 - PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA DOMÓTICA

Este capítulo tem por finalidade apresentar uma proposta de metodologia para Automação Predial elaborada através da utilização de sistemas integrados indústrias com aplicações em sistemas prediais. A metodologia apresentada foi desenvolvida a definir um método para a modelagem de um projeto de automação a partir da utilização de equipamentos e tecnologias já existentes, disponíveis e acessíveis do mercado de automação. Tal método poderá ser utilizado por diferentes áreas de conhecimentos, pois foi elaborado para simplificar e integrar tais áreas (engenharia civil, controle e automação, e ciência da computação) importantes no processo de projeto, implantação e manutenção.



Figura 23 - Etapas da metodologia proposta

Vários são os objetivos da proposta de metodologia, tais como: redução do tempo de desenvolvimento do produto e dos custos; atendimento às necessidades e requisitos dos usuários internos e externos; aumento do valor e da qualidade do produto, redução das perdas e do número

de problemas causados pela separação entre o projeto de modelagem e a implantação da produção final.

Para atingir esses objetivos é proposto um conjunto de práticas que devem ser seguidas, tais como: planejar e controlar os processos, incorporar a visão de fluxo dos processos e redução de incertezas através da precisa documentação das etapas inerentes à produção da modelagem do sistema automatizado; realizar a troca de informações entre os envolvidos e linguagens profissionais.

A **Tabela** abaixo de TEZA (2002) demonstra as diferenças entre os sistemas de automação prediais formados pelos sistemas de automação industrial, comercial e residencial.

Característica	Automação Industrial e Comercial	Automação Residencial
Projeto	Criado um padrão para comercialização para atender uma gama abrangente de usuários e segmentos do mercado (consultórios médicos, advogados, consultores, etc.).	Conceitos personalizados de acordo com o usuário, seus desejos e necessidades (acessibilidade, controle e supervisão, segurança, lazer, etc.).
Infraestrutura	Previstas nos orçamentos iniciais da obra e incorporadas durante a construção. Grande parte dos equipamentos fica no empreendimento.	A grande maioria das aplicações ocorre no decorrer da obra, quando não apenas ao seu final. Grande parte dos equipamentos não fica incorporada ao imóvel, podendo ser levados pelo seu proprietário quando mudar.
Usabilidade/ Operação	Sua operação pode ser complexa, pois implica grande número de usuários e muitas variáveis de controle; rotinas entre outras funções a serem operados.	Utilização de interface amigável e fácil operação.
Supervisório / gerenciamento	Acompanhado de relatórios de controle devido à complexidade do sistema de supervisão.	Não são todas as aplicações que necessitam de sistemas de supervisão, podem ter operações mistas.

Tabela 4 - Peculiaridades dos sistemas de automação (Teza, 2002)

BOLZANI (2004) considera a diferença entre o projeto predial tradicional e o projeto com automação do produto: “*A implantação de um ambiente inteligente pressupõe o planejamento de temas que até hoje não se observam em construções prediais, como: organização dos sistemas de informática; sistemas de gerenciamento de ambientes; configurações das redes interna e externa de comunicações; integração de novos serviços de valor agregado; adaptação da rede aos vários usuários; conexão aos serviços públicos de telecomunicações; máxima flexibilidade nas mudanças e organização do espaço interno e externo, com a introdução de novos equipamentos e novos dispositivos*”.

O projeto de automação é desenvolvido por um novo profissional, que é geralmente denominado ***integrador de sistemas prediais***, responsável pelo projeto, instalação e gerenciamento dos sistemas automatizados. A profissão de “Integrador de Sistemas Prediais”, por ser muito recente, ainda não existe legalmente no Brasil. Mesmo sua nomenclatura, na bibliografia internacional e no Brasil, ainda apresenta variações como: integrador de sistemas (*system integrator*), integrador de Automação Predial e arquiteto eletrônico (*electronic architect*).

A formação técnica de seus profissionais provém de campos diversos, tais como engenharia(s), computação e arquitetura. Segundo BOLZANI (2004), “*Em muitos casos, o integrador de sistemas prediais iniciou sua carreira trabalhando em automação industrial ou em interligações de computadores em redes. A entrada no setor predial foi movida pela crescente expansão do mercado que, carente de projeto e mão de obra especializada, abria espaço apenas para tecnologia vinda do exterior e específica para o setor hoteleiro e de shopping centers. Os sistemas e equipamentos utilizados até então, provenientes do ambiente industrial, eram todos adaptados. Com o crescimento do mercado surgiram os sistemas dedicados e a necessidade da qualidade de um novo segmento de profissionais*”.

Para a proposta a ser apresentada de metodologia de modelagem de um projeto de Automação Predial, seguem as seguintes etapas determinadas por este estudo: analisar o espaço a ser automatizado; diagnosticar as necessidades do usuário; definir os elementos funcionais; determinar o sistema de automação; modelagem e programação; controle e supervisão.

Neste ponto será apresentada a implantação de toda teoria das ferramentas apresentadas anteriormente em uma residência automatizada.

Análise do ambiente urbano – necessidades usuário (curto, médio e longo prazo), ambiental e sustentabilidade, comunicação externa e interna e controle de recursos hídricos e energéticos.

3.1. - Análise do Espaço a ser Automatizado

Para a realização desta análise e como exemplo de implantação, foi utilizada uma planta residencial modelo na **Figura** abaixo, que se adequasse a uma parte da gama de possibilidades para uma implantação de Automação Predial, dos quais foram introduzidos: um sistema de controle de energia via iluminação e um sistema de segurança.

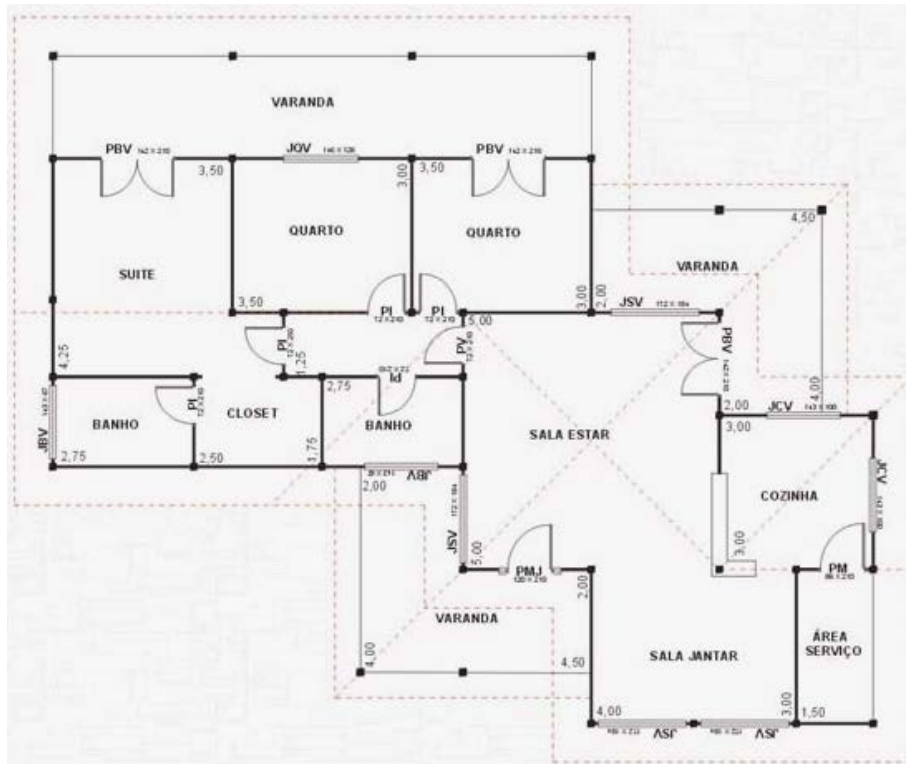


Figura 24 - Planta Residencial Proposta (Casema)

Para esta etapa, o importante é captar o máximo de informações sobre o espaço a ser automatizado, visando identificar o que existente no espaço já existente ou no espaço a ser

construído em relação às infraestruturas e suas funcionalidades como redes de tubulações elétricas, pontos de tomadas e interruptores, pontos de luz em função dos espaços, circulações e aberturas (janelas e portas) e os equipamentos eletrônicos.

3.1 - Diagnóstico das Necessidades dos Usuários

É realizado um levantamento de dados e informações do sistema a ser criado, visando atender às reais necessidades do usuário e controlador. Nesta etapa é definida a viabilidade da tecnologia a ser utilizada para a aplicação do sistema automatizado desejado.

Na **Figura** abaixo é apresentada uma situação onde o integrador oferece determinadas tecnologias e aplicações na tentativa de identificar qual o interesse do usuário na aquisição de um sistema automatizado e o que ele espera como produto final.



Figura 25 - Definição de Tecnologia e Equipamentos a serem Instalados

3.2. - Definição da Tecnologia e Equipamentos a serem Instalados

São definidas a quais equipamentos e descritas suas funções e aplicabilidade, sempre priorizando protocolos abertos e padronização que possibilitam benefícios tecnológicos, modulação e alteração de forma simplificada. Abaixo é apresentada uma ilustração (**Figura abaixo**) do funcionamento de um sistema de segurança e a relação entre os equipamentos.

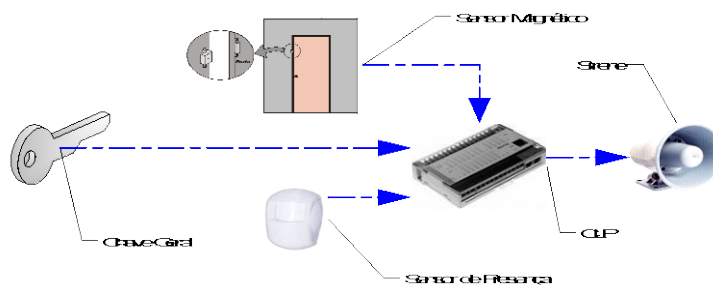


Figura 26 - Imagem de determinados equipamentos e comunicação

Nessa etapa são apresentados os custos do sistema e definido a viabilidade de implantação do empreendimento. É realizada uma análise de custos e benefícios gerados pelo sistema proposto e posteriormente definidos os equipamentos e sistemas a serem instalados.

3.3. - Especificações do Sistema de Automação

De acordo com TEZA (2002) “*Os sistemas envolvidos no processo de Automação Predial podem ser classificados em três níveis de interação, onde a complexidade é determinada a partir da definição do grau de integração dos sistemas de automação e a intensidade ao qual o usuário terá que interagir com o sistema*”.

Os níveis de Automação Predial são autônomos, integrados ou complexos:

Os sistemas autônomos são sistemas independentes, em que não há interação entre os dispositivos, e a ação em cada aparelho é dependente do liga/desliga. Para esses sistemas, geralmente é utilizado o protocolo com tecnologia conhecida como X-10, bastante popular nos

Estados Unidos, que utiliza cabeamento convencional e serve para pequenos espaços ou cômodos. O problema deste sistema é não ser muito estável e não proporcionar um feedback da informação que foi enviada, ou seja, o usuário não é informado se a ação que ordenou foi realizada ou não.

Os sistemas integrados são múltiplos sistemas projetados, todos integrados a um controlador-integrador. Utilizam equipamentos com controle remoto e central de automação. A limitação deste sistema está em que cada subsistema deve ainda funcionar unicamente na forma pretendida pelo seu fabricante. Basicamente, trata-se apenas de controle remoto estendido a diferentes locais (TEZA, 2002).

Os sistemas complexos ou prediais inteligentes são personalizados de acordo com as necessidades do usuário, podendo o arquiteto ou o integrador de sistemas delinear instruções específicas para modificar o uso do produto. O sistema é o seu próprio gerenciador, ao invés de apenas um controlador remoto, o qual necessita de infraestrutura adequada e a integração é realizada através de software e depende de comunicação de mão dupla e realimentação de status entre todos os subsistemas para um melhor desempenho (AURESIDE, 2006).

Nessa etapa é elaborada uma planta arquitetônica (obra nova ou reforma) que registra toda a infraestrutura existente e a ser utilizada para a instalação dos equipamentos necessários a aplicação do sistema de controle automatizado desejado. Abaixo, na **Figura** a seguir, é apresentada uma planta representando todo o projeto de implantação dos equipamentos para o funcionamento do sistema de automação residencial.

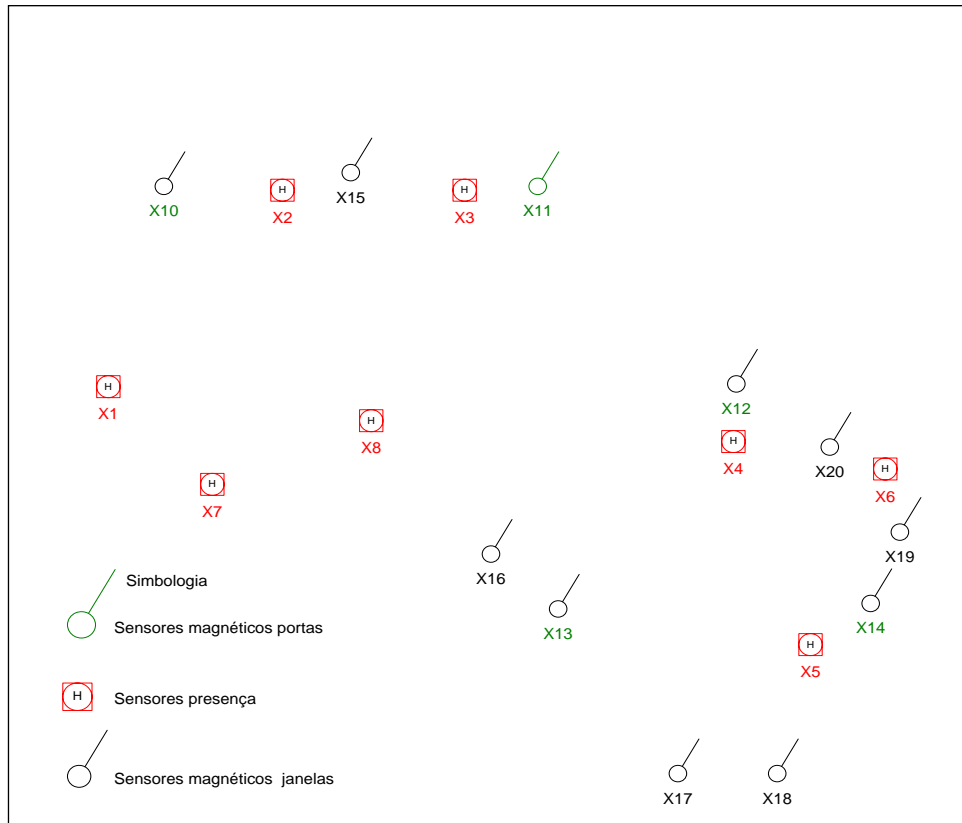


Figura 27 - Imagem da planta automação

3.4. - Definição dos Elementos Funcionais

São elementos funcionais de um sistema automático, sensores (componentes de entrada de sinais), atuadores (componentes de saída de sinais), transdutores, detectores, redes de comunicação e programação. Segundo CANATO (2007), os componentes dividem-se em componentes de entrada de sinais, componentes de saída de sinais e controladores, que serão descritos a seguir:

- Componentes de entrada de sinais são aqueles usados para monitorar uma ação ou um evento, como por exemplo, sensor de iluminação, sensor de ultrassom, sensor de presença, sensor magnético, sensor infravermelho passivo, sensor de umidade, teclado, interruptor e etc.

- Componentes de saída de sinais são aqueles usados para executar uma ação ou um evento, como por exemplo: motores, válvulas, lâmpadas e sirenes.
- Controladores são os responsáveis pelo controle e interface entre os sinais de entrada e saída, desenvolvendo a lógica estipulada de controle. Os controladores têm função de armazenar um programa e processá-lo através da varredura das entradas e saídas.

Para o presente estudo foi utilizado o controlador CLP (controlador lógico programável), que é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações industriais (conceito ABNT), que possua uma memória programável para armazenar instruções que implementam funções da lógica binária, permitindo a execução de comandos, controle e monitoração de máquinas, equipamentos, dispositivos e de processos de fabricação.

Considera-se cada sinal recebido pelo CP, a partir de dispositivos ou componentes externos (sensores), como um ponto de entrada para o CP. Ex.: microchaves, botões, termopares, relés, etc. Cada sinal produzido pelo CP para acionar dispositivos ou componentes do sistema de controle (atuadores) constitui um ponto de saída. Ex.: lâmpadas, solenoides, motores, etc. A lógica existente entre os pontos de entrada e de saída e que executa as funções desejadas, de acordo com o estado das entradas no CP, é o programa.



Figura 28 - Esquema de funcionamento de um CLP

Acima é descrito o funcionamento de um CLP – Controlador Lógico Programado, ao qual consideramos que entrada são informações captadas por uma ação executada por um sensor ou acionamento, que envia informações à unidade central de processamento que, de maneira programada, envia um comando, resposta transmitida como sinal de saída.

Por exemplo, o funcionamento de um sensor de presença em que temos como entrada a captação da movimentação de um objeto que entra na unidade central de processamento como um sinal que está programado para enviar um sinal a uma luz através da energia, provocando o seu acionamento como saída.

3.5. - Modelagem e programação

A modelagem é a área que trata da simulação de soluções para problemas científicos, analisando os fenômenos, desenvolvendo modelos matemáticos para sua descrição, e elaborando códigos computacionais para obtenção daquelas soluções. A modelagem utiliza um conjunto de métodos, ferramentas e formulações direcionadas a solução de problemas complexos, envolvendo grandes números de variáveis, volumosa massa de dados, processamento e manipulação de imagens. Desenvolvimento de modelos matemáticos e de métodos numéricos, bem como discretização e tratamento de meios contínuos estão no seu campo de abrangência (CANATO, 2007). A modelagem pode ser desenvolvida através de duas linguagens gráficas descritas a seguir:

SFC: “Sequential Function Chart” - Diagrama Funcional Sequencial: Também conhecida pelo nome de **GRAFCET**, divide o processo em um número definido de passos separados por transições. É o núcleo do IEC 61131-3, pois as outras linguagens são utilizadas apenas para descrever as ações realizadas a cada passo, bem como as lógicas combinatórias envolvidas.

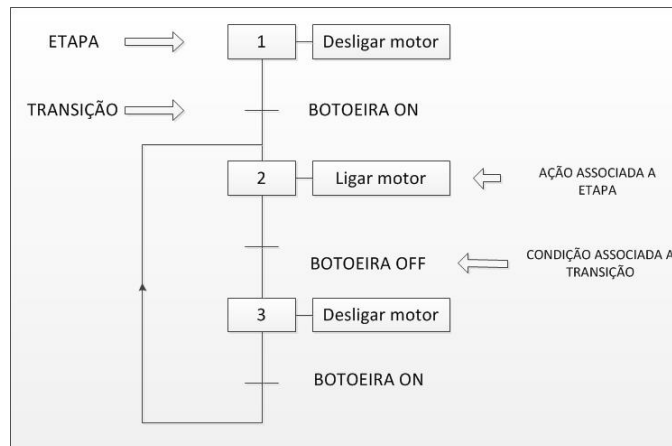


Figura 29 - Exemplo de aplicação **GRAFCET**

O **GRAFSET** é uma representação utilizada para a compreensão dos movimentos e funcionamentos dos sistemas. Os conceitos básicos desse sistema de controle discreto são extremamente claros e simples, considerando para seu desenvolvimento: a “etapa”, a “ação associada à etapa”, a “transição” e a “condição associada à transição” (MATTAR, 2007).

LD: “Diagram Ladder” - Diagrama Ladder: Trata-se de uma linguagem gráfica baseada em símbolos e esquemas elétricos, tais como relês, contatos e bobinas, proporcionando um entendimento intuitivo das funções de intertravamento, sendo muito bem aceita pelos profissionais da área de automação e controle de processos.

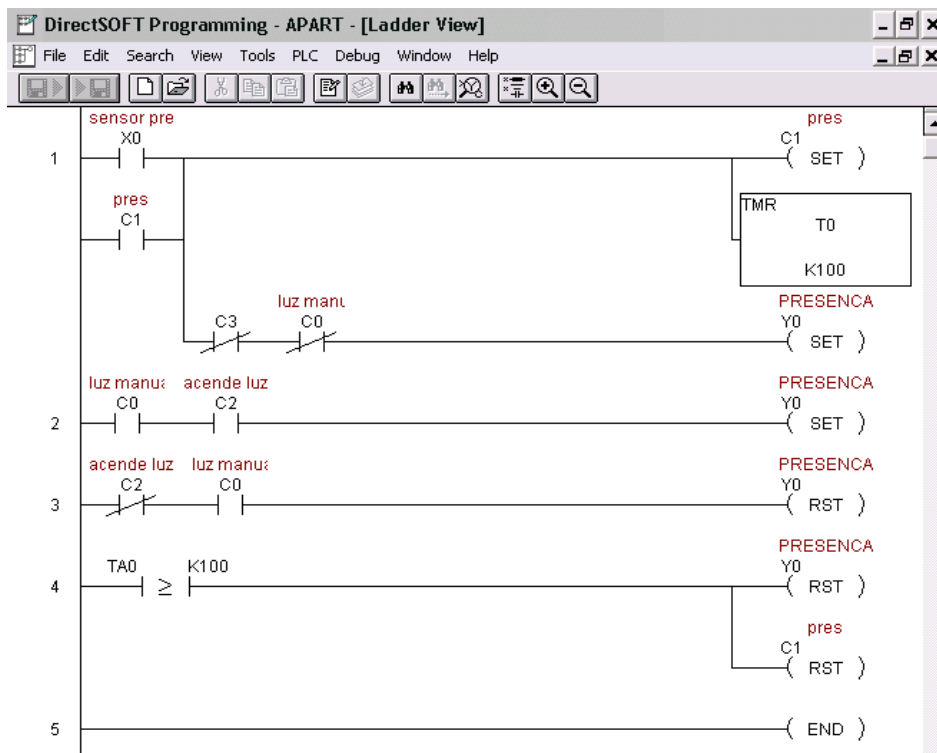


Figura 30 - Linguagem gráfica LADDER

Modelar é representar o mundo real de forma simplificada. Criamos modelos para obter uma melhor compreensão da entidade real a ser construída. Para cumprir com o objetivo, a UML é constituída de elementos, relacionamentos e diagramas. As interpretações do sistema podem ser feitas sob vários pontos de vista. Existem na UML nove diagramas, que podem ser classificados em diagramas estruturais (Classes, Objetos, Componentes e Distribuição) e diagramas

comportamentais (Casos de Uso, Sequência, Colaboração, Estados e Atividades) (MATTAR, 2007).

3.6. - Controle e supervisão

Existem disponíveis numerosas soluções comerciais para a escolha de um padrão de controle de Automação Predial, podendo ser encontrados sistemas desenvolvidos nos Estados Unidos, como o **X-10**, o **CEBus** (*Consumer Electronics Bus*), o **SMART HOUSE** e o **LonWorks**, ou sistemas inicialmente desenvolvidos na Europa, como **BatiBus**, o **EIB** (**European Installation Bus**) e o **EHS** (*European Home Systems*), ou sistemas desenvolvidos no terceiro bloco econômico, o Japão, tais como o **HBS** (*Home Bus System*) e o **TRON**.

A seguir, serão apresentados os protocolos de controle mais utilizados no mercado de automação, descrevendo suas características e principais funções:

X-10 - A linha de Automação Predial criada pela companhia **X-10** Ltd baseia-se em dois componentes básicos: controladores e módulos receptores. A comunicação entre estes dispositivos é feita pela rede elétrica - os primeiros enviam sinais (comandos), que são depois recebidos pelos segundos. Os módulos receptores são simples adaptadores que se ligam entre o dispositivo a controlar (por exemplo, um aparelho eletrodoméstico ou uma lâmpada) e a rede elétrica. Existem duas classes básicas de módulos receptores: os módulos de lâmpadas e os módulos de aplicativos. Os primeiros permitem ligar/desligar e efetuar o *dim/bright* (diminuição/aumento do nível de intensidade luminosa) das lâmpadas incandescentes. Os segundos usam um relé para ligar/desligar qualquer aplicativo que a eles se encontre conectado, pelo que permitem controlar motores, lâmpadas fluorescentes, etc.

Os controladores enviam comandos pela rede elétrica para os módulos a fim de controlar os dispositivos que lhes estão ligados. Tais controladores podem ser simples, isto é, possuir um número reduzido de comandos, ou então ser mais complexos, com relógio integrado e acesso telefônico. Em geral, qualquer controlador pode ser usado para controlar qualquer módulo. Além disso, os mesmos módulos podem ser controlados por mais do que um controlador.

A seleção de um módulo é feita recorrendo ao seu endereço. Os endereços **X-10** são constituídos por duas partes: código de casa (*House Code*) com 4 bits e código de unidade (*Unit Code*), também com 4 bits. A primeira corresponde a um determinado circuito de comando e tem 16 posições possíveis (de A a P), enquanto que a segunda corresponde a uma zona de um determinado circuito de comando e tem também 16 posições possíveis (de 1 a 16) (INGE, 1996). Assim, cada letra pode ter 16 zonas – endereços. Têm-se, então, no total $16 \times 16 = 256$ endereços possíveis.

O **X-10** é o protocolo mais antigo usado nas aplicações domóticas, sendo desenvolvido entre 1976 e 1978, com o objetivo de transmitir dados por linhas de baixa tensão (110V nos EUA e 230V na Europa) a muito baixa velocidade (60 bps no EUA e 50 bps na Europa) e com custos muito baixos. Ao usar as linhas elétricas da habitação, não se torna necessário ter novos cabos para ligar os dispositivos. O protocolo **X-10** é aberto, ou seja, qualquer fabricante pode produzir dispositivos **X-10** e oferecê-los ao público. Graças ao seu amadurecimento (mais de 20 anos no mercado) e à tecnologia implementada, os produtos **X-10** têm um preço muito competitivo. Também são produtos de fácil instalação.

Portanto, o **X-10** é de momento a tecnologia mais acessível para a realização de uma instalação domótica não muito complexa. O protocolo **X-10** usa uma modulação muito simples quando comparado com as que são usadas nos outros protocolos de controle por correntes portadoras. O Transmissor / Receptor do **X-10** depende do ciclo da onda senoidal de 50hz (60hz nos EUA) para introduzir no instante depois dela cruzar o zero um sinal muito curto numa frequência fixa.

Pode introduzir-se este sinal nos ciclos positivo ou negativo da onda senoidal. A codificação de um bit 1 ou de um bit 0 depende de como este sinal é emitido nos semiciclos. O 1 binário é representado por um impulso de 120 kHz durante 1 milissegundo e o 0 binário é representado pela ausência desse impulso de 120 kHz.

Num sistema trifásico, o impulso de 1 milissegundo é transmitido três vezes para que coincida com a passagem pelo zero das três fases. Como tal, o tempo de 1 bit coincide com os

20ms que dura o ciclo do sinal, de forma a que a velocidade binária de 50 bps é imposta pela frequência da rede elétrica que temos na Europa. Nos Estados Unidos a velocidade binária é 60 bps.

Os dispositivos bidirecionais têm a capacidade de responder e confirmar a realização correta de uma ordem (*feed-back*), a qual pode ser muito útil quando o sistema **X-10** estiver ligado a um programa de visualização que mostre os estados em que se encontra a instalação.

O **EIB (European Installation Bus)** é um sistema proprietário de Automação Predial, sendo possível a modificação dos endereços via software, e permite que as funções dos dispositivos sejam modificadas. Desta forma, um interruptor que, por sua vez, tem uma função, poderá receber outra função aplicada a outro dispositivo. A Siemens alemã desenvolveu um sistema de automação residencial baseada em **EIB**, batizada de InstaBus.

Utiliza como meio físico o UTP (Par Trançado) ou Telefônico para a transmissão de sinais e para alimentação de dispositivos em 24 Vdc. A instalação deste BUS segue a rede elétrica para os casos de dispositivos que necessitam de alimentação a 110 ou 220 Vac.

A velocidade de transmissão é de até 9600 bps com até 64 dispositivos por segmento estrela, árvore, anel ou barramento. Pode implementar o mesmo endereço a dois ou mais dispositivos inter-relacionados para uma mesma lógica e função.

O sistema **EIB (European Installation Bus)** é um sistema aberto e de alta confiabilidade, desenvolvido pela EIBA (*European Installation Bus Association*). Trata-se de um sistema operacional distribuído, baseado no modelo de referência OSI (*Open Systems Interconnection*), para controle de redes, otimizado para o controle de ambientes e edifícios. As novas exigências e o aumento do uso de sistemas de comando e de vigilância nos edifícios e habitações modernos podem ser considerados um dos principais responsáveis pelo surgimento do sistema **EIB**. O sistema **EIB** é um sistema distribuído ponto a ponto (cada dispositivo comunica diretamente com os restantes, o que se traduz por uma resposta mais rápida), que pode conter até 65536 dispositivos.

A topologia lógica, tal como é indicada na **Figura** abaixo, permite 256 dispositivos em cada linha. Um conjunto de 15 linhas mais uma linha principal (*main line*) constitui uma área. O agrupamento de 15 áreas junta com uma linha de *backbone* forma um domínio.

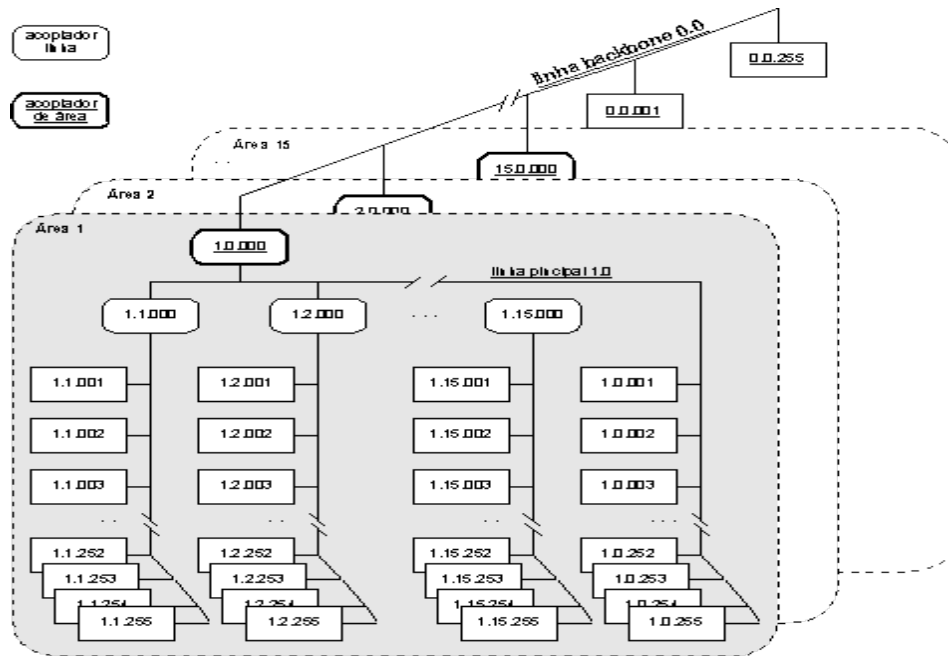


Figura 31 - Topologia lógica do **EIB** (**EIB**. Information Kit; Goossens, M., 1998)

Os acopladores permitem ligar linhas ou segmentos, por exemplo, num meio de transmissão por entrelaçado, ou diferentes meios de transmissão e podem atuar como: repetidores, *bridge*, encaminhadores, filtros (para otimização do tráfego), etc. A divisão em linhas e áreas evita a sobrecarga do sistema quando uma delas se encontra com muita densidade de tráfego. O sistema **EIB** pode ter como suporte os seguintes meios de transmissão:

- **EIB** .TP - par entrelaçado (9600 bit/s);
- **EIB** .PL - rede elétrica (1200/2400 bit/s);
- **EIB**.RF - radiofrequência (em 1998);
- **EIB**.net2 - (10 Mbit/s em Ethernet);
- **EIB**.IR - infravermelhos (em 1999);
- **EIB**.MMS - permite adicionar serviços multimídia dedicados.

O sistema é controlado por eventos. A sua espinha dorsal percorre todo o edifício ou habitação.

LonWorks é um sistema proprietário utilizado para Automação Predial, desenvolvido pela empresa norte-americana Echelon Corp. e que é apoiada por mais de 400 empresas em diversos setores ao redor do mundo. A peça fundamental do sistema é um chip chamado Neuron-Chip que possui integrado 3 processadores de 8 até 32 bits, sendo 2 deles dedicados a comunicação (um para o controle do acesso físico MAC, e outro dedicado ao protocolo proprietário LONTalk, que cobre todas as sete camadas OSI), e o terceiro chip fica dedicado à aplicação. Dessa forma o protocolo fica embutido no processador, reduzindo os custos e aumentando a velocidade e o desenvolvimento das aplicações. O Neuron-Chip é fabricado pela Cypress Semiconductor e pela Toshiba Corporation. A Motorola também possui um microprocessador chamado MC68360 com quatro controladores integrados de 32 bits e 64 k de memória, que possui a capacidade de acesso a todas as camadas do protocolo LonTalk e disponibiliza um gateway entre este protocolo e outros, tais como o TCP/IP.

Utiliza como meio físico o UTP (Par Trançado), Telefônico, Rede Elétrica (através de ondas portadoras), RF-Radio Frequência, IR-Infra Vermelho e Cabo Coaxial. A velocidade de transmissão depende do meio físico, chegando, no máximo, a 1,25 Mbps e endereçamento máximo de 3200 dispositivos.

A Echelon Corporation apresentou a tecnologia **LonWorks** no ano 1992 e desde então múltiplas empresas a têm usado para implementar redes de controle distribuídas e automatizadas. Apesar de estar desenhada para cobrir todos os requisitos da maioria das aplicações de controle, só tem tido êxito a sua implantação em edifícios administrativos, hotéis e indústrias. Devido ao seu custo, os dispositivos **LonWorks** não têm tido grande implantação nas casas, sobretudo porque existem outras tecnologias com prestações iguais e muito mais baratas. O êxito que o **LonWorks** tem obtido em aplicações profissionais nas quais importa muito mais a confiabilidade e a robustez que o preço em si, deve-se a que desde a origem oferecem uma solução com arquitetura descentralizada, extremo-a-extremo, que permite distribuir a inteligência entre os sensores e os atuadores instalados e que cobre desde o nível físico até ao nível de

aplicação a maioria dos projetos de redes de controle. Segundo a Echelon, o **LonWorks** é um sistema aberto a qualquer fabricante que queira usar esta tecnologia sem depender de sistemas

LonWorks , os perfis funcionais são especificados com um conjunto de objetos ou funções obrigatórios para além de um conjunto opcional. Aqui está a razão de que apesar de existirem milhares de produtos **LonWorks** nem todos têm a certificação LonMark.

BatiBus é um sistema proprietário de Automação Predial que se caracteriza principalmente pela pequena taxa de comunicação, sendo útil principalmente para o envio de mensagens de comandos e funções entre dispositivos proprietários, o que permite reduzir os custos e aumentar a flexibilidade da aplicação de controle distribuída.

Os dados podem existir sob duas formas: a mensagem explícita ou a variável de rede. As mensagens explícitas são a forma mais simples de enviar e receber dados entre duas aplicações residentes em dois Neuron Chip do mesmo segmento **LonWorks**. As variáveis de rede proporcionam um modelo estruturado para a troca automática de dados distribuídos num segmento **LonWorks**.

Temos de realçar que os perfis funcionais padronizam as funções, não os produtos de forma que permitem que diversos fabricantes ofereçam o mesmo produto ao nível funcional, as desde o ponto de vista do hardware não tenha nada a ver um desenho com outro. Os perfis de funcionamento LonMark asseguram a compatibilidade total entre produtos **LonWorks**.

Para não limitar o conjunto de funções ou objeto que os fabricantes podem instalar num nó Possui como destaque a pequena taxa de erro, equivalente a 10-10, e possui uma taxa de ocupação de 30 % da central controladora do sistema. Assim sendo, para uma mensagem média de 8 bytes e taxa de 1000 mensagens por minuto, implica num tempo de resposta médio de 200 ms (MARTE, 2000, V ENIE).

Utiliza como meio físico o UTP (Par Trançado) ou Telefônico para a transmissão de sinais e para alimentação de dispositivos em 15 Vdc, ou ainda um cabo blindado Batbus a 4 KV. A

velocidade de transmissão é de até 4800 bps com até 75 dispositivos por segmento estrela, árvore, anel ou barramento. O acesso ao meio é controlado por *CSMA/CD Carrier Sense Multiple Access Collision Detection*.

O **BatiBus** tem uma velocidade binária única de 4800 bps, a qual é mais que suficiente para a maioria das aplicações de controle distribuído. Utiliza um cabo blindado do tipo telefônico e admite as topologias em bus, estrela, anel ou árvore ou qualquer combinação destas. A única indicação a respeitar é não atribuir direções físicas idênticas a dois dispositivos da mesma instalação. Este protocolo é totalmente aberto, isto é, ao contrário do que sucede com o protocolo LonTalk do **LonWorks**, o protocolo do **BatiBus** pode ser implementado por qualquer empresa interessada em introduzi-lo nos seus produtos ou equipamentos.

Tipo da Mensagem	Tipo do destino/emissor	Endereço destino/emissor	dados	check
------------------	-------------------------	--------------------------	-------	-------

Figura 32 - Trama **BatiBus** (ALLEN, B. & DILLON, B., 1997)

Em nível de acesso, este protocolo usa a técnica *CSMA-CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)* semelhante à Ethernet, esta usa a *CSMA-CD*, mas evitando as colisões. Isto é, se dois dispositivos tentam acessar ao mesmo tempo ao Bus, ambos detectam que se está a fim de ter uma colisão, então só aquele que tiver mais prioridade continua a transmitir, e o outro termina a transmissão retomando-a no instante seguinte. Esta técnica é praticamente a mesma do **EIB** e também do Bus de comunicação do setor automobilístico, designado por CAN (*Controller Area Network*).

A filosofia é que todos os dispositivos **BatiBus** escutam tudo o que circula no bus, todos processam a informação recebida, mas somente aqueles que tiverem sido programados irão filtrar o telegrama, e o enviarão à aplicação existente em cada dispositivo. A direção física é atribuída tal como no **X-10** através de micro interruptores ou miniteclados.

Inicialmente projetado para interligar sensores inteligentes, atuadores e unidades terminais de controle, num edifício, o sistema **BatiBus** foi criado em 1988, na França, por MERLIN GERLIN, AIRELEC, EDF e LANDIS & GYR. Foi também o primeiro bus de campo a aparecer no mercado.

O suporte físico do **BatiBus** é um simples par entrelaçado, isolado ou não, dependendo do tipo de ambiente eletromagnético (os cabos autorizados são o **BatiBus**, vendido pela MERLIN GERLIN, ou outro par entrelaçado qualquer), que alimenta os sensores que lhe estão acoplados. Um único cabo **BatiBus** é suficiente para controlar todas as operações no mesmo edifício e permite alimentar dispositivos que não consumam mais de 3 mA.

O **BatiBus** pode usar qualquer topologia de rede: bus, estrela, token-ring, combinações destas, etc. A sua arquitetura flexível torna o sistema fácil de aumentar. O **BatiBus** usa um protocolo aberto, baseado em *CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)*, descrito nas normas francesas NFC 46620 e seções seguintes, nas normas europeias (CENELEC) e mundiais (ISO/IEC JTC 1 SC25), operando de uma forma distribuída sem um ponto de controlo central.

O campo tipo da mensagem descreve o conteúdo da trama, indicando se ela contém, por exemplo, uma medida de temperatura, o estado de entrada binária, o comando de uma saída binária, etc.; o segundo campo indica quais os tipos de dispositivos que transmitem / recebem a trama (sensor de temperatura, interruptores, etc.); o terceiro campo indica os endereços físicos dos dispositivos que transmitem / recebem a trama; o campo de dados contém os dados da trama (permite a transmissão de um máximo de 25 bytes por trama). Finalmente o campo *check* permite evitar os erros de comunicação.

EHS (European Home System) foi desenvolvido pela indústria europeia de microprocessadores, com o devido suporte da Comissão Europeia, criando uma tecnologia económica que iria permitir a implantação da domótica no mercado de construção. O resultado foi a especificação do EHS no ano de 1992. O modelo *OSI (Open Standard Interconnection)* foi a topologia escolhida. Desde o seu início ficaram envolvidas nesta tecnologia a maior parte dos

fabricantes de eletrodomésticos e de áudio e vídeo, empresas distribuidoras de eletricidade, água e gás, as operadoras de telecomunicações, fabricantes de microprocessadores e fabricantes de equipamento elétrico e eletrônico. O conceito base foi de criar um protocolo aberto que permita cobrir as necessidades de conectividade dos produtos de todos os fabricantes, “*utilities*” e fornecedores de serviços.

O objetivo principal do **EHS** é o de cobrir as necessidades da automação da maioria das habitações europeias cujos proprietários não podem se permitir ao uso de sistemas com maior potência, mas também muito mais caros (como o **EIB** ou o **LonWorks**) devido à necessidade de mão de obra especializada para a sua instalação. Por aqui já se está a definir o campo de aplicação do **EHS** – a área residencial.

A EHSA impulsionou o desenvolvimento de um circuito integrado que permitia transmitir dados por um canal série de modo assíncrono através da rede de baixa tensão das casas (correntes portadoras). Esta tecnologia, baseada na modulação *FSK (Frequency Shift Keying)*, suporta a velocidade de 2400 bps e também podem se utilizar cabos de pares, do tipo telefônico, como suporte de sinal. Atualmente, têm-se usado ou desenvolvido os seguintes meios físicos:

- PL-2400: Correntes Portadoras a 2400 bps;
- TP0: Cabo de 2 pares a 4800 bps (idêntico ao meio físico do **BatiBus**);
- TP1: Cabo de 2 pares/Coaxial a 9600 bps;
- TP2: Cabo de 2 pares a 64 Kbps;
- IR-1200: Infravermelho a 1200 bps;
- RF-1100: Radiofrequência a 1100 bps.



Figura 33 - Pacote EHS (Allen, B. & Dillon, B., 1997)

Konnex é uma iniciativa promovida por três associações Europeias: EIBA (*European Installation Bus Association*), BCI (*BatiBus Club International*) e EHSA (*European Home Systems Association*) com o objetivo de criar um único padrão Europeu para a Automação Predial. Os objetivos desta iniciativa, com o nome de “Convergência”, são:

- Criar um único padrão para a domótica e automação de edifícios que cubra todas as necessidades e requisitos das instalações profissionais e residenciais no âmbito europeu;
- Melhorar as prestações dos diversos meios físicos de comunicação, sobretudo na tecnologia de radiofrequência, fundamental para a efetiva consolidação da domótica;
- Introduzir novos modos de funcionamento que permitam aplicar uma filosofia Plug&Play a muitos dispositivos típicos de uma casa;
- Envolver as empresas fornecedoras de serviços como as de telecomunicações e de eletricidade, com o objetivo de desenvolver a telegestão nas casas;

Resumindo, partindo dos sistemas **EIB**, **EHS** e **BatiBus**, trata-se de criar um único padrão europeu que seja capaz de competir em qualidade, prestações e preços, com outros sistemas norte-americanos como o **LonWorks** ou **CEBus**. Pode afirmar-se que este novo padrão terá o melhor do **EIB**, do **EHS** e do **BatiBus** e que aumentará consideravelmente a oferta de produtos para o mercado residencial.

SMART HOUSE é um sistema desenvolvido pelo consórcio **SMART HOUSE Limited Partnership** para automação residencial, e compreende 5 subsistemas: controle/comunicação, telecomunicações, energia elétrica, rede coaxial e gás. O núcleo do **SMART HOUSE** é o subsistema de controle/comunicação, que transmite sinais a 50 kbps e inclui o controlador do sistema e fonte de 12 Vdc. O controlador gerencia a comunicação e fornece energia para até 30 pontos da rede, que por sua vez podem controlar até 30 nós. Este gerenciador é responsável pelo protocolo de comunicação, executa a lógica do sistema e gerencia o banco de dados com informações do sistema. O problema na utilização do padrão **SMART HOUSE** tem sido o seu custo, a necessidade de cabos especiais com poucos fornecedores (apenas três no mercado americano) e o fato de ser voltado para casas em fase de construção (devido ao fato da necessidade de cabeamento especial para a distribuição e controle dos dispositivos).

O *SMART HOUSE* definiu uma linguagem formal para o controle de dispositivos e para as mensagens de estado (figura abaixo).

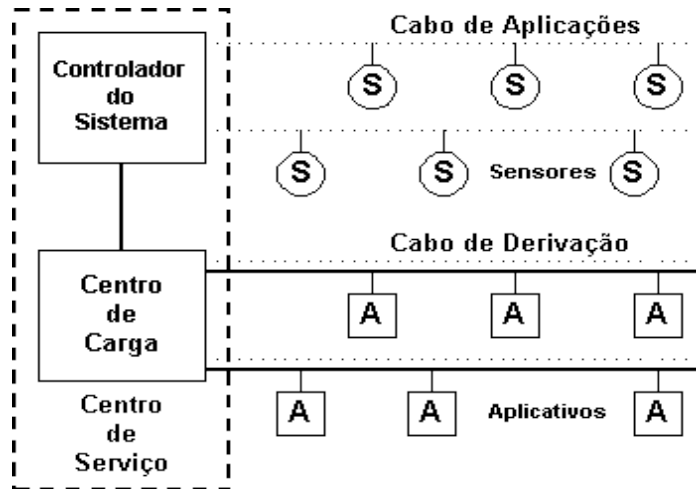


Figura 34 - Topologia da rede **SMART HOUSE** (STRASSBERG, D., 1995).

Definem-se três tipos de aplicações, subdivididas em três classes: simples, normal e complexa. As aplicações das três classes ligam-se ao sistema através de conectores que possuem três linhas de estado e uma linha de controle. As duas últimas classes requerem um circuito integrado que programa as camadas física e lógica do protocolo. As aplicações complexas exigem o uso adicional de um microprocessador. O custo elevado das instalações, decorrente da variedade de cabos empregados, que exigem muitas vezes o recurso de técnicos especializados, levou a *SMART HOUSE* à criação de um tipo de cabeamento único e de fácil aplicação, constituído por três grupos de cabos:

- Cabo de Derivação (Branch Cabling): Cabo de potência convencional + cabo digital de dados para minimizar a interferência mútua e reduzir custos. O cabo digital consiste em quatro pares de cabos entrelaçados;
- Cabo de Aplicações (Applications Cable): Cabo digital de dados + cabo de potência DC para os sensores;

- Cabo de Comunicações (Communications Cable): Cabo coaxial para vídeo + cabo telefônico.

A maior parte das mensagens é transmitida por sensores, aplicativos, tomadas e pelo controlador do sistema, num cabo de seis condutores. O subsistema de telecomunicação usa quatro pares entrelaçados e permite a acomodação de aplicativos telefônicos, digitais e analógicos, modems, decodificadores de multifrequência e dispositivos de voz. Em conjunto com o subsistema de controle/comunicações, o sistema de telecomunicações permite que se efetue o acesso por telefone às funções de segurança da construção e que se efetue o controle remoto dos dispositivos.

CEBus (*Consumer Electronic Bus*) foi criado pela EIA (Associação de Indústrias Eletrônicas) em 1984 e transformado em padrão internacional em 1995, tem como objetivo a padronização da utilização e industrialização de produtos de comunicação infravermelho usados em controle remotos, para evitar incompatibilidades e interferências, motivados principalmente pelos consumidores decorrente da ineficácia e confusão na utilização de controles para VCR, TVs e aparelhos em geral. O **CEBus** é um conjunto de especificações de uma arquitetura aberta que define protocolos para as comunicações de aparelhos através de linhas de força, par trançado de baixa voltagem, cabo coaxial, infravermelho, RF e fibra ótica. Além disso, o padrão **CEBus** não se limita aos controles *ON, OFF, DIM, BRIGHT, ALL LIGHTS ON, e ALL UNITS OFF*:

Possibilidade de Automação Predial em imóveis existentes através de reformas; permite dispositivos com as potencialidades que variam de simples ao complexo, incluindo um subconjunto mínimo de comandos; possuir uma boa relação de custo/benefício; utilização de diversas mídias de comunicação, e que aspectos de comunicação não sejam limitados pela mídia em uso; suporte a distribuição de serviços áudio e vídeo em banda-larga em uma variedade de formatos analógicos e digitais; comunicação distribuída, inteligente e descentralizada, de modo que não exista administração centralizada e sim autossuficiência na comunicação entre os dispositivos comunicáveis; *plug&play* - remoção ou adição de novos equipamentos a rede automatizada sem a necessidade de configurações ou administração complicada; forneça uma boa integração entre

dispositivos com mídias diferenciadas, porém compartilhadas; permitir a priorização de dispositivos e aplicações críticas nos serviços de comunicação perante outros menos importantes.

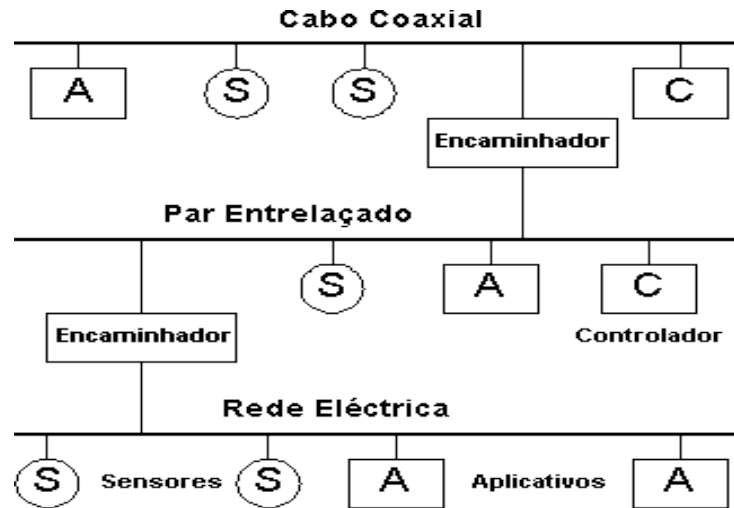


Figura 35 - Exemplo da topologia **CEBus** (WEBB, W., 1999).

O padrão **CEBus** consiste no que é conhecido como difusão de espectro modulado na linha de força. A difusão de espectro consiste em iniciar uma modulação em uma determinada frequência e ir alterando-a durante seu ciclo. No padrão **CEBus** cada pulso começa em 100 kHz, e vai subindo linearmente até 400 kHz durante 100 microssegundos.

A presença de pulso (chamado de estado "superior") e ausência de pulso (chamado de estado "inferior") criam dígitos similares, de modo que uma pausa entre eles não é necessária. É possível utilizar diversos tipos de mídias de comunicação no padrão **CEBus**, a seguir:

- Linha de Energia Eléctrica AC;
- Cabo Par-Trançado;
- Cabo Coaxial;
- IR Infravermelho;
- RF Ondas de Frequência de Rádio;
- FO - Fibra Ótica;

- Cabos para Áudio e Vídeo.

Com a escolha da mídia de transporte apropriada, alguns sistemas de Automação Predial poderão ser instalados sem necessidade de adição de cabeamento especial, utilizando a linha de energia elétrica AC para comunicação com equipamentos eletrodomésticos e a frequência de radio ou infravermelho para a comunicação com controle remoto. Assim, podemos utilizar as potencialidades pré-existentes nos equipamentos atuais, sem necessidade de substituição dos mesmos, necessitando apenas um equipamento controlador das diversas mídias e que aprenda os comandos de infravermelho e radio dos diversos equipamentos envolvidos na AP.

Bluetooth é o nome dado a um protocolo de rádio, baseado em saltos em frequência de curto alcance, que visa substituir os cabos de conexão existentes por uma conexão universal, sem fio, de maneira robusta, barata, e de baixo consumo.

A arquitetura do *Bluetooth* e suas características técnicas estão definidas nas especificações denominadas *Core* (Núcleo) e *Profiles* (Perfis). Enquanto a especificação do núcleo define como o sistema funciona (protocolos, camadas, especificações técnicas, etc.), o documento que define os perfis determina como os diversos elementos que compõe o sistema podem ser empregados para a realização das funções desejadas. Ao contrário de outros padrões, a especificação do *Bluetooth* compreende não apenas as camadas mais baixas da rede, mas também a camada da aplicação. Dentre os tipos de aplicação prevista, podem-se citar transferências de arquivos, rádios digitais, fones de ouvido sem fio, acesso a redes locais, entre outros. A especificação do Bluetooth define três classes de transmissores, a saber:

- Classe 1: potência máxima de transmissão de 100 mW, obtendo um alcance de até 100 metros;
- Classe 2: potência máxima de transmissão de 2,5 mW, para alcances de 10 metros;
- Classe 3: potência máxima de transmissão de 1 mW, para alcances até 10 metros.

A transmissão dos dados é realizada utilizando-se modulação *GFSK* (*Gaussian Frequency Shift Keying*), sendo o bit 1 representado por uma variação positiva da frequência, e o bit 0 por uma variação negativa da mesma.

Na parte mais baixa da pilha de protocolos está a camada de rádio, que corresponde à camada física do modelo OSI; esta camada lida com a transmissão de dados via RF e sua modulação. A camada a seguir, Baseband, ou banda base, descreve a especificação do Controlador de Enlace do *Bluetooth*, sendo responsável pelo protocolo de controle e por várias rotinas de enlace de baixo nível.

O LMP corresponde ao protocolo de gerenciamento de enlace (*Link Manager Protocol*), utilizado na configuração e controle dos mesmos. HCI representa a Interface de Controle do Host (*Host controller Interface*), provendo às camadas superiores a interface padrão de acesso ao Controlador e ao Gerenciador de Enlace. O próximo elemento, L2CAP, de *Logical Link Control and Adaptation Protocol* (Protocolo de Adaptação e Controle do Enlace Lógico), realiza a segmentação e montagem de pacotes, a multiplexação e demultiplexação dos mesmos, e lida ainda com os requisitos de qualidade de serviço. Acima dele, o protocolo RFCOMM emula uma porta serial convencional, permitindo que dispositivos já existentes possam ser facilmente incorporados ao sistema.

Por fim, o SDP (*Service Discovery Protocol*, ou protocolo de descoberta de serviço) permite que sejam descobertos quais os serviços disponíveis nos dispositivos *Bluetooth*, e quais as suas características.

ZigBee é um padrão de rede *wireless* desenvolvido para ter baixo custo e baixo consumo de energia. O baixo custo permite que a tecnologia seja difundida e altamente empregada no controle e monitoramento de aplicações sem fio, e o baixo consumo permite um longo tempo de uso com pequenas baterias.

A especificação **ZigBee** 1.0 foi ratificada em dezembro de 2004 e está disponível para membros do **ZigBee Alliance**, órgão responsável por este padrão. Mais recentemente o **ZigBee**

2007 foi postado em outubro de 2007, e o primeiro perfil de aplicação do **ZigBee**, Automação Predial, foi anunciado em novembro do mesmo ano.

O padrão **ZigBee** opera na faixa de rádio *ISM (Industrial, Scientific and Medical)*; 868 MHz na Europa, 915 Mhz em países como EUA e Austrália, e 2.4 GHz em diversos outros países. Esta tecnologia visa ser mais simples e mais barata que outras WPANs (*Wireless Personal Area Network*) como por exemplo o *Bluetooth*.

O protocolo **ZigBee** foi desenvolvido para aplicações que requerem baixa taxa de transferência de dados e baixo consumo de energia, podendo ser empregado no controle industrial, para coletar dados em aplicações médicas, Automação Predial ou residencial, entre outros. A rede resultante consumirá uma quantia muito baixa de energia, uma vez que os dispositivos individuais devem ter uma bateria com vida útil superior a dois anos para terem a certificação **ZigBee**.

LON (Local Operating Network) é uma tecnologia produzida pela *Echelon Corporation* e introduzida no início dos anos 90 (WACK, K., 1997B; ALLEN, B. & DILLON, B., 1997). Trata-se de uma tecnologia que tem como principais objetivos à criação e a implantação de redes de controle inter operacionais, facultando as ferramentas necessárias à construção de nós inteligentes, subsistemas e sistemas, bem como a sua instalação e manutenção (Lockraff, M., 1996).

Trata-se de uma tecnologia e não de um produto final, uma vez que é exclusivamente vendida à indústria e não aos utilizadores finais, sendo uma solução completa para redes de controlo distribuído. A alta confiabilidade demonstrada, assim como a possibilidade da sua ligação à internet, aliadas à facilidade de obtenção de todo o material hardware e software necessário ao suporte do seu desenvolvimento, instalação e gestão que levou a tecnologia.

A plataforma **LonWorks** pode ser instalada tendo como suporte uma grande variedade de meios de comunicação em rede elétrica, par entrelaçado, radiofrequência, infravermelhos, cabo coaxial, fibra óptica.

Para que tudo isto funcione, os sensores e atuadores possuem um endereço físico. Deve então se proceder a uma programação das configurações para decidir quais sensores comunicam com quais atuadores. Isto permite a criação de uma única função ou uma comunicação em grupo (criação de uma cena).

ETS (*EIB Tool Software*) - usada no projeto e na configuração do sistema. Nela, o utilizador lida com itens facilmente reconhecíveis e que representam produtos. Todos estes possuem interfaces mediante as quais podem ser ligados, por forma a constituírem aplicações distribuídas numa rede **EIB** ;

ETE (*EIB Tool Environment*) - plataforma aberta para desenvolvimento de software (disponibiliza API's normalizadas).

BACNet (*Building Automation and Control Networks*) é um sistema proprietário utilizado para Automação Predial desenvolvido pela empresa norte-americana ASHRAE baseado na mesma tecnologia **LonWorks** , utilizando as camadas de rede física, enlace, rede e aplicação. Este protocolo é desenvolvido pela *Andover Controls, Honeywell, Johnson Control, Landis & Gyr, Staefa e Trane Company*.

UPnP (*Universal Plug and Play*) o protocolo de Automação Predial **UPnP** foi criado em 1999 pelo Fórum **UPnP** e é formado atualmente por mais de 380 fabricantes e profissionais ligados a Automação Predial, computação, eletrodomésticos, redes, segurança e dispositivos móveis para definição e controle dos padrões **UPnP**. Este protocolo foi desenvolvido a partir do protocolo *PnP - Plug and Play* e foi concebido para suportar configuração totalmente automática tornando a rede invisível. Este protocolo já está embutido no sistema operacional *Microsoft Windows a partir da versão ME (Millenium Edition)*.

O **UPnP** baseia-se em padrões existentes de internet para possibilitar que PCs e dispositivos inteligentes em redes domésticas (como dispositivos de áudio, vídeo, internet e eletrodomésticos inteligentes) sejam conectados automaticamente entre si, sem maiores complicações.

O **UPnP** pode funcionar praticamente com qualquer tecnologia de interligação por rede com fio ou sem fio. Assim dispositivos **UPnP** podem ser conectados à rede incluindo radiofrequência (RF e Wireless), linha telefônica, rede elétrica, Infravermelho (IrDA), *Ethernet e FireWire* (IEEE 1394).

Desta forma, o **UPnP** serve como conciliador das tecnologias existentes, aplicando-as de forma conveniente. Por exemplo, seria incoerente a instalação de um cabo coaxial, par trançado ou de telefone, para o controle de uma lâmpada. Este protocolo nos impõe facilidade no uso e gerenciamento, de forma que imediatamente após a conexão de qualquer dispositivo **UPnP**, este equipamento é descoberto pelos gerenciadores ou ele mesmo procura pelos gerenciadores.

A busca de padrões e protocolos de comunicação para utilização em Automação Predial tem motivado fabricantes, prestadores de serviço e todos os envolvidos na área a criarem grupos de trabalho para discussão e criação de tais padrões, levando-se em conta todas as propostas possíveis. A seguir, descrevem-se sucintamente os principais grupos existentes:

HomePNA (*Home phoneline networking alliance*) - Aliança de Desenvolvedores de Rede Predial baseada em Linha Telefônica é uma associação corporativa sem fins lucrativos, fundada em junho de 1998 por 11 companhias (3Com, AMD, AT&T Wireless, Compaq, Conexant, Epigram, HP, IBM, Intel, Lucent Technologies and Tut Systems), hoje é composta por mais de 100 empresas do setor e líderes de mercado trabalhando em conjunto para assegurar a adoção de um padrão unificado para redes de linhas telefônicas e rapidamente trazer ao mercado uma variedade de soluções operacionais envolvendo estas redes. No início do segundo semestre de 2002, foram lançados no Brasil, diversos produtos com este protocolo. Como por exemplo, podemos citar as placas HPNA CN-100 e Switch CN-1412 da empresa CityNetec, que possibilitam a criação de uma rede de dados sob a linha telefônica atual e interna da residência ou empresa, a uma velocidade de 1 Mbps por porta, sem a necessidade de modificação da telefonia e funcionando simultaneamente com o telefone (voz e dados ao mesmo tempo).

Este protocolo facilitará a conexão de equipamentos em rede, que não dispõem de condições físicas e financeiras para a implantação de cabeamento estruturado ou aquisição de soluções onerosas de rede sem fio.

HomeAPI (*Home application programming interface*) - Interface de Programação para Aplicações Prediais se dedica a abordar, estabelecer padrões de serviços de software e programas para o mercado de Automação Predial, que possibilitem a utilização nas aplicações para que os usuários possam monitorar e controlar os equipamentos domésticos a partir de seus computadores domésticos ou remotos ou de outros equipamentos inteligentes. As principais empresas participantes são: *Compaq, Honeywell, Intel, Philips, Mitsubishi e Microsoft*.

Como não existem atualmente padrões de *software* API para acessar equipamentos domésticos nem para redes domésticas ou interfaces de *hardware* para PCs, este grupo de trabalho se uniu para definir e desenvolver APIs e outras infraestruturas de software para encorajar a criação de aplicações competitivas que interajam com equipamentos.

Home RF (*Wireless Communications Technologies*) - Comunicação Doméstica por Radiofrequência: a missão é habilitar a existência de uma grande variedade de equipamentos de consumo de operação múltipla pelo estabelecimento de especificações dirigidas a indústria para comunicações digitais por RF (radiofrequência) não licenciados para PC's e equipamentos domésticos.

HAVI - HomeAVI (*Home áudio vídeo interoperability*) - Interoperatividade de Áudio e Vídeo Predial: a principal especificação é ser ativamente promovida como o padrão de rede doméstica para a indústria de equipamentos de Áudio/Vídeo e de multimídia, foi criado em maio de 1998 por oito companhias: *Grundig, Hitachi, Matsushita, Philips, Sharp, Sony, Thomson e Toshiba*. Este padrão será necessário para que sejam conectados todos os equipamentos digitais de Áudio e Vídeo para criação de uma rede de entretenimento entre os diversos produtos e diversas marcas de equipamentos disponíveis no mercado.

Os componentes físicos de um sistema de supervisão podem ser resumidos, de forma simplificada, em sensores e atuadores, rede de comunicação, estações remotas e de monitoramento central.

Abaixo é apresentada a **Figura** retirada da tela de um computador e que representa uma linguagem gráfica, conhecido como interface que é a tela de um sistema supervisório. A interface é uma linguagem gráfica disponível em equipamento eletrônico (celular, palm, computador, telas entre outros) com a função de facilitar a comunicação entre homem e a máquina.



Figura 36 - Tela de interface de um supervisório.

Com o surgimento do PC, sumiram as mesas de controle e o PC passou a reinar como a plataforma preferida de supervisão e operação. Os *softwares* SCADA apareceram em diversos tamanhos, com diversos repertórios de funcionalidades. São chamados de sistemas supervisórios e tem por objetivo ilustrar o comportamento de um processo através de figuras e gráficos, tornando-se assim, uma interface objetiva entre um operador e o processo.

O *software* supervisório deve ser visto como o conjunto de programas gerados e configurados no software básico de supervisão, implementando as estratégias de controle e supervisão com telas gráficas de interface homem-máquina (IHM) que facilitam a visualização do contexto atual, a aquisição e tratamento de dados do processo e a gerência de relatórios e alarmes. A padronização dos canais de comunicação entre os CLPs e outros equipamentos inteligentes de automação tem adquirido grande importância, em vista da tendência de integração total dos níveis hierárquicos de automação, verificada após a introdução da filosofia CIM

(*Computer Integrated Manufacturing*). Para propiciar esta interatividade surgiram vários protocolos de comunicação, tais como: *BITBUS*, *PROFIBUS*, *ETHERNET*, etc.

Existem várias maneiras de se trocar informações com qualquer equipamento de aquisição de dados, tais como PLC's (Controladores Lógicos Programáveis), DAC's (Cartões de Aquisição de Dados), RTU's (Unidades Remotas), servidores OPC, controladores e outros tipos de equipamentos.

A forma mais comum e eficiente de se obter comunicação com equipamentos são as DLL's (*Dynamic Link Libraries*). As DLL's são os chamados *drivers* de comunicação, que são módulos com processamento independente (*threads*), responsáveis pela comunicação com um equipamento específico.

O objetivo destes softwares é ilustrar o comportamento de um processo através de figuras e gráficos, facilitando a integração entre o operador e o processo.

O software supervísório deve ser visto como o conjunto de programas gerados e configurados no software básico de supervisão, implantando as estratégias de controle e supervisão com telas gráficas de interface homem-máquina (IHM) que facilitam a visualização do contexto atual, a aquisição e tratamento de dados do processo e a gerência de relatórios e alarmes. A visualização de dados consiste na apresentação de telas geralmente acompanhadas por gráficos e animações, de modo a simular a evolução do estado dos dispositivos controlados na instalação dos edifícios. Os sistemas SCADA permitem visualizar, além dos dados recolhidos em tempo real, históricos de dados ao longo do tempo (TEZA, 2002)

Os alarmes são classificados por níveis de prioridade em função de sua gravidade, sendo os de maior prioridade aqueles relacionados com questões de segurança. O sistema SCADA também guarda arquivos de todos os alarmes gerados, para permitir uma análise detalhada posteriormente de suas causas. São responsáveis pelo monitoramento e rastreamento de informações de um processo produtivo ou instalação física. Tais informações são coletadas através de equipamentos

de aquisição de dados e em seguida manipuladas, analisadas, armazenadas e posteriormente apresentadas ao usuário.

Os componentes físicos de um sistema de supervisão podem ser resumidos, de forma simplificada, em sensores e atuadores, rede de comunicação, estações remotas e de monitoramento central. A interface é uma linguagem gráfica disponível em equipamento eletrônico (celular, palm, computador, telas entre outros) com função de facilitar a comunicação entre homem e a máquina.

3.7. – Determinação da Rede de Comunicação

Acredita-se que as redes prediais serão a ponte de integração e de convergência entre o PC e os demais equipamentos eletrônicos, fato que o usuário já está familiarizado, devido à adoção de redes domésticas que possibilitam o compartilhamento através do cabeamento convencional por rede elétrica, linha telefônica e sem fio, de impressoras, modems e outros periféricos (CANATO, 2007).

BOLZANI (2004) afirma que *“muitas empresas do setor de telecomunicações, automação, computadores e microprocessadores estão se organizando em fóruns e associações, para estabelecer uma tecnologia de redes e protocolos, a fim de suprir a necessidade do uso predial. A velocidade com que isso chegará às mãos dos usuários talvez seja o fato decisivo para torna-la um padrão mundial e abocanhar esse imenso mercado”*.

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 das conexões elétricas são a distância entre os PC's, a qualidade da fiação elétrica e a existência de picos súbitos na linha. Essa parece uma excelente ideia para os casos de utilização em prédios e residências já existentes, onde existe a dificuldade física e custos elevados em estruturar uma nova rede, utilizando-se a estrutura elétrica já disponível.

Uma consideração interessante apoia a tese da rede elétrica: a quantidade de pontos elétricos numa construção. 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, essa poderá ser uma opção econômica e tecnicamente viável em curto prazo. E, sem dúvida, tais 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. Outra barreira importante é a falta de um protocolo padronizado, de consenso e comum para os sistemas de rede elétrica. A pioneira no segmento de comunicações foram as linhas telefônicas, por isso, a ideia 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. Decorrente da necessidade de padronização na distribuição dos dados e largura de banda nas comunicações, devemos 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.

Esses 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 prediais que necessitem de suporte em fibra ótica, muitos técnicos recomendam esse cabeamento, visando seu uso num futuro bem próximo, para eletrodomésticos que exijam conexões ultrarrápidas. Adotar alguns conduítes vazios durante a construção também é uma medida prática interessante para absorver a necessidade futura de cabeamento.

Os cabos RG-6 e Categoria 5 são ideais para as condições atuais, pois os 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. Tal 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 os 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 sejam necessários. 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, do DVD ou do BluRay 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 Predial. Através dele poderão ser comandadas ações como acender e apagar luzes, armar o sistema de alarme, até fazer a programação de temperaturas para o sistema de aquecimento e ar condicionado.

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, os quais possibilitam 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 100 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 infraestrutura 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 infraestruturas de cabeamento.

Através dessa infraestrutura 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. Assim, hoje podemos acionar e controlar equipamentos a distância utilizando a internet, isto já é uma realidade e reflete uma tendência definitiva. Estamos com certeza visualizando apenas a "ponta do iceberg" e as possibilidades de novas aplicações se apresentam diariamente.

"Conectividade aumenta o poder nas redes" comenta Bob METCALFE, inventor da *Ethernet*, fundador da 3Com, e colunista da *InfoWorld*. É conhecida como a "*Lei de Metcalfe*" e diz que a rede cresce em valor com o quadrado do número de nós conectados. Pense na explosão de valor quando dezenas de bilhões de equipamentos estiverem conectadas a internet.

3.8. – Considerações

A rápida evolução das tecnologias vem acarretando grandes mudanças com relação ao processo de desenvolvimento de sistemas. No estágio em que estamos atualmente é inviável desenvolver projetos sem planejamento prévio. Problemas cada vez mais complexos para serem resolvidos em prazos curtos e que estejam dentro das possibilidades financeiras formam o contexto atual. Dentro dessa perspectiva, faz-se necessário o uso de uma linguagem padrão que permita modelar o sistema que está sendo desenvolvido. A modelagem é uma parte central de todas as atividades que resultam na implantação de um bom sistema de *software*.

Percebe-se a inexistência de qualquer preocupação, apoio, estudo e desenvolvimento de protocolos ligados a área de Domótica no Brasil. Incontestavelmente, as tecnologias existentes são provenientes dos famosos países mais ricos e desenvolvidos do mundo, tais como: EUA, Canadá, Japão e Alemanha. Esse mercado está em franca expansão, com incontestável ascendência e de forma muito veloz; e, mesmo no Brasil, será um mercado de bilhões de reais para os próximos 6 ou 7 anos (AURESIDE, 2006). As aplicações de automação nas residências são incontestáveis, principalmente em famílias com renda mensal superior a R\$ 12.000,00 e que englobará principalmente os quesitos de segurança, entretenimento, conveniência, conforto e comodidade. Com relação aos protocolos utilizados em Automação Predial, inicialmente pensava-se em apenas fazer tudo utilizando os cabos de energia elétrica, certamente por conveniência, custo e praticidade de implantação.

Um dos pontos principais no desenvolvimento de sistemas de automação para prédios inteligentes é a integração dos mesmos. Todos os sensores utilizados no sistema de intrusão podem ser utilizados também para controlar a iluminação dos compartimentos. De igual forma, todos os sensores de temperatura atuam permanentemente como detectores de incêndio. Assim, os sistemas de segurança de hoje em dia podem fazer mais do que pedir ajuda. Numa rede de comunicações de dados utilizada para tal fim, os mesmos sensores que detectam movimento, fogo ou líquidos podem ser utilizados para ativar um número variado de ações. Caso haja a necessidade, o sistema de segurança pode controlar o sistema de ar-condicionado e ventilação (desligando-os em caso de incêndio) e as portas, janelas, grades, e outros sistemas na residência. Ele também pode enviar sinais para ligar e desligar a iluminação de acordo com o estado dos detectores de movimento e auxiliar o funcionamento das câmeras de vigilância. Utiliza-se para isso um modelo de *software* adequado a esta realização, não implicando custos adicionais com equipamentos, uma vez que a rede física já está toda interligada.

Meta Sistemas	Monitoramento e Visualização	Auditoria e Otimização de Processos
Sistemas de Controle Principais	Deteção e Controle Mecânico	Energia Elétrica
	Rastreamento e Percepção	Identificação e Automação de Acessos
Sistemas de Segurança	Segurança Patrimonial	Deteção e Combate de Incêndios
Sistemas Secundários	HVAC	Multimídia
	Fluidos e Detritos	Iluminação
Sistemas de comunicações	Telefonia	Redes de Computadores

Figura 37 - Sistemas de Controle Integrados – (BOLZANI, 2004).

4 - ESTUDO DE CASO

Como proposta de implantação da utilização de sistemas de automação direcionados a Domótica, serão apresentados dois estudos de casos, desenvolvidos a partir de sistemas abertos e padronizados, que possibilitaram comunicação entre os diferentes sistemas e equipamentos utilizados.

Empregaremos as seguintes etapas do modelo proposto, a saber:



Figura 38 – Etapas da metodologia proposta a serem empregadas

A primeira aplicação, "Supervisão e Gerenciamento Automatizado de um Setor Administrativo", tem como objetivo demonstrar através de um simulador dinâmico criado, a integração dos sistemas de automação existente e seu controle do ambiente via supervisão.

A segunda aplicação, "Mudança Automatizada de Espaço Residencial", tem como objetivo demonstrar o controle de uma unidade de apartamento residencial através do controle automático e conectividade enumerando seus principais objetivos de acessibilidade para o usuário.

Será apresentado todo o processo de elaboração de um sistema integrado de Automação Predial e suas contribuições para o usuário final, economia de recursos naturais e desenvolvimento tecnológico. A Domótica está evoluindo rapidamente nos últimos anos e novos produtos, padrões e ferramentas são lançados no mercado. Portanto, o grande desafio não é apenas automatizar uma aplicação ou outra com algum dos equipamentos disponíveis, mas sim conseguir integrar todas as aplicações automatizadas, de modo a obter um controle total do ambiente, com mais eficácia e eficiência.

No segundo estudo, serão empregadas todas as etapas, pois no caso real de implantação da tecnologia domótica, de automação, controle e supervisão, todos os oito itens devem ser avaliados para se chegar ao objetivo.

4.1. Caso I - "Supervisão e Gerenciamento Automatizado de um Setor Administrativo"

O estudo de Caso I - Supervisão e Gerenciamento Automático de um Setor Administrativo - tem como objetivo geral a apresentação da implantação de toda a teoria de metodologia e conceitos propostos e expostos em capítulos anteriores, consolidados a partir da utilização de sistemas integrados de supervisão e controle industrial aplicados em Automação Predial.

Para esta implantação foi prioridade a utilização de um sistema integrado considerado complexo devido ao seu número elevado de equipamentos e ambientes a serem controlados. O objetivo específico é demonstrar as possibilidades de criação de um sistema de controle e supervisão predial a partir da implantação de um sistema automatizado de iluminação e monitoramento de acessos de pessoas em um ambiente administrativo, o setor administrativo do DPM - Departamento de Projeto Mecânico na UNICAMP.

Este estudo foi baseado na integração de sistemas em toda a programação e controle dos equipamentos automatizados, aplicando técnicas de projetos de automação. Utilizamos como

referência de projeto um espaço já existente e com possibilidade de aplicação “*in loco*” das soluções propostas no presente estudo.

Para melhor entendimento do sistema desenvolvido, na figura da página seguinte é apresentado o projeto arquitetônico do local a ser implantada a proposta em análise:

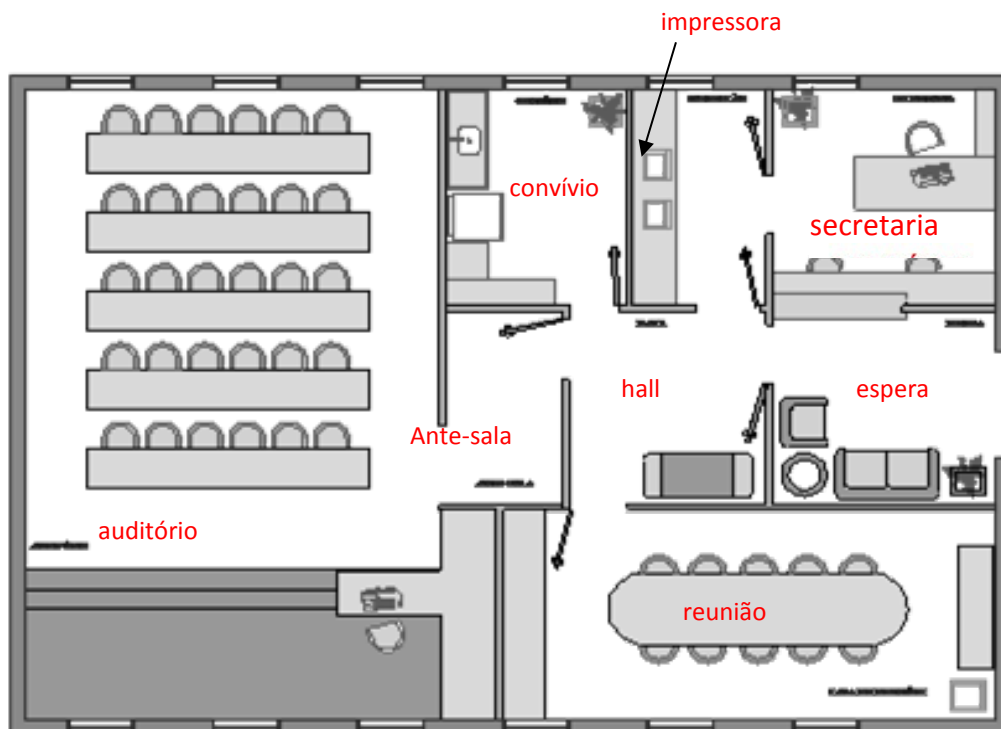


Figura 39 - Planta do Setor Administrativo do DPM

A proposta para o estudo de caso é a implantação de um sistema de controle e monitoramento de sistemas automáticos no espaço existente. O controle e monitoramento poderão ser realizados pela web ou telas instaladas no local. Os usuários poderão ser cadastrados no sistema, permitindo controlar o acesso de pessoas, tempo de permanência e presença nos espaços. A iluminação será controlada de forma manual ou automática, que permite assim promover o uso racional dos recursos naturais de energia elétrica, com o acionamento de lâmpadas em determinados horários do dia e ou presença de pessoas.

A automação proposta para o ambiente reúne os três níveis de Automação Predial existente no mercado em equipamentos:

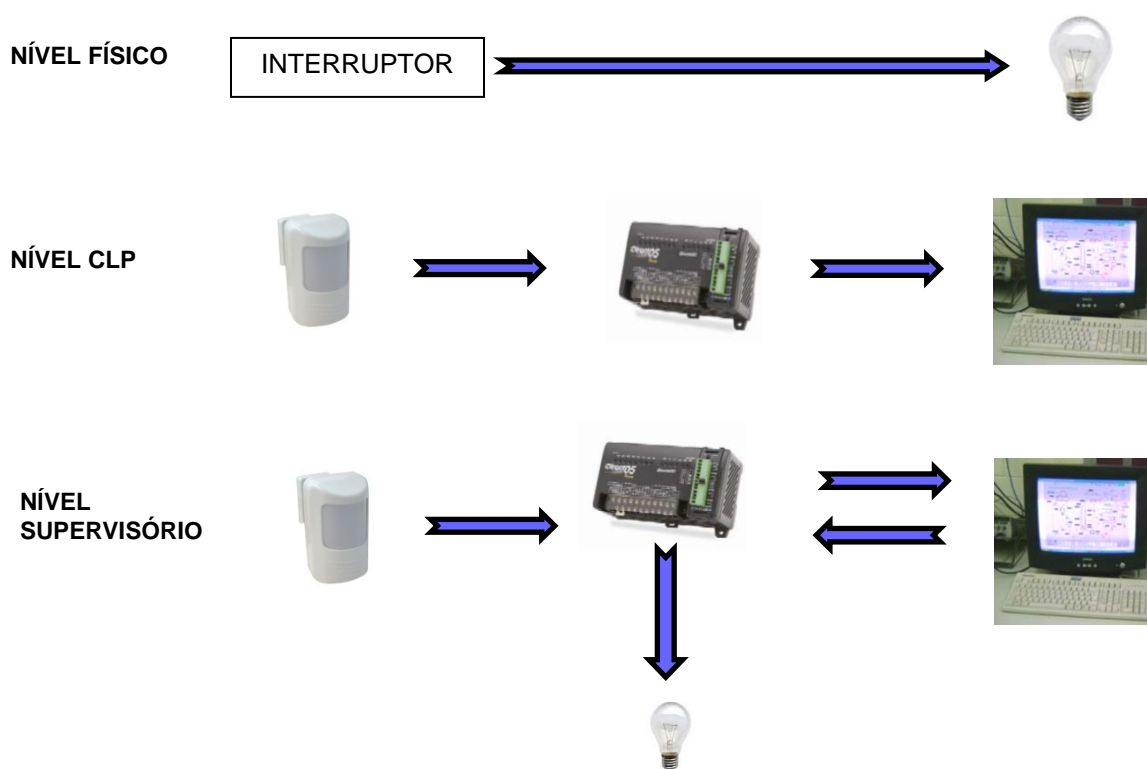


Figura 40 – Níveis de Automação

Os níveis apresentados anteriormente referem-se à característica do controle. No nível Físico o controle ocorre com a adoção do protocolo X10, mais conhecido como equipamentos Plug & Play que para o acionamento de seu funcionamento é apenas necessário um botão liga/desliga, alimentado pela rede elétrica convencional. No nível CLP, o acionamento do equipamento ocorre através de uma programação que enviará um sinal para os equipamentos para seu funcionamento de maneira automática e programada. No nível Supervisório, o controle poderá ser realizado por meio de um aplicativo demonstrado em uma tela de computador e que funciona como interface entre o homem e a máquina, possibilitando mudanças no acionamento e monitora o funcionamento do sistema desejado.

O sistema foi desenvolvido a partir da setorização dos ambientes existentes no setor administrativo e que serão descritos a seguir:

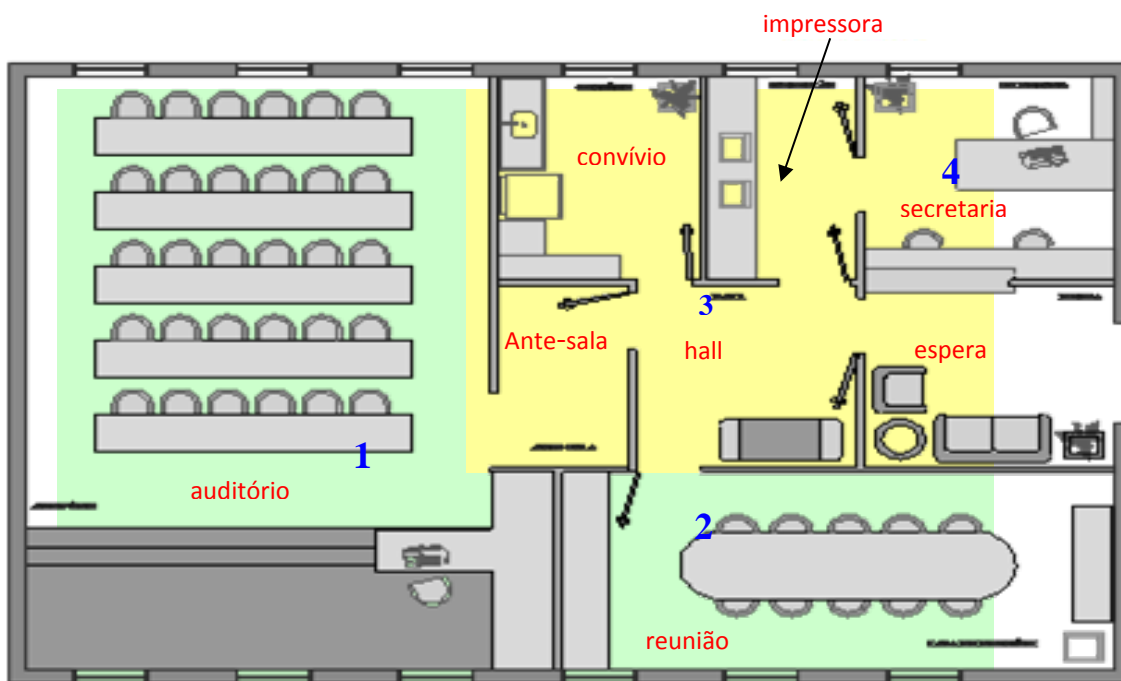


Figura 41 – Nível de Automação

Em amarelo, foi criado um sistema de controle de iluminação, a partir do acionamento de sensores de presença instalados em todos os ambientes e que estarão sendo controlados pela CLP de acordo com determinados horários e períodos, que serão descritos a seguir. Em verde, foi criado um controle através de uma chave física ou por meio do supervisório que permitirá o acionamento do controle da iluminação pelo usuário das salas de reunião e auditório quando estiverem sendo utilizadas.

A seguir, serão apresentadas as soluções físicas (equipamentos) que serão utilizados para o funcionamento do sistema desenvolvido para a implantação da aplicação:

1 e 2 - Equipamento de controle de iluminação:

Instalado na sala de reunião e auditório este equipamento tem como principal função o controle pelo usuário da iluminação secundária e principal, através do acionamento pelos botões representados pelas informações PRINCIPAL E SECUNDÁRIA apresentadas a seguir. A informação LIBERADO significa que o sistema foi liberado pela secretária para ser utilizado.



Figura 42 – Controle de Iluminação (implementado)

Nos ambientes: **Entrada, hall, Antessala, convívio, impressora e administração**, a iluminação destes ambientes tem seu funcionamento controlado por sensores de presença e de uma lógica que depende do período do dia. Durante o período da manhã (08:00 às 12:00) e tarde (14:00 às 18:00), a iluminação permanece sempre acesa. Fora destes períodos, a iluminação é ligada quando é detectada a presença de pessoas e desligada após certo tempo depois que todos saírem.

Nos ambientes **auditório e sala de reunião**, a iluminação deve ficar normalmente desligada. A mesma só será ligada quando houver pessoas no auditório. Também deve ser instalado um dispositivo físico que permita o controle da iluminação no ambiente que está dividida em iluminação principal e secundária. O funcionamento da iluminação dos espaços são mesmo independentes do período do dia, sendo a iluminação secundária a única controlada pelo sensor de presença. Quando detecta presença de pessoas e o sistema já está liberado pela secretaria, a iluminação secundária é acesa e assim permanece enquanto houver pessoas e por determinado tempo e com a condição de a iluminação principal não estiver ativa.

No **controle da porta de acesso** que separa a entrada das outras dependências deverá ser monitorada e o acesso será feito através de senha ou liberado pela secretária, quando a mesma se encontra na secretaria. Foi programado o controle de horários para os usuários cadastrados, via software supervisorio, durante o período da manhã e tarde. Esta porta está equipada com um sensor magnético que possibilita a visualização no computador da administração se a mesma encontra-se aberta ou fechada.



Figura 43 – Controle Remoto

4 – Proposta de uma tela de supervisorio

Para a demonstração abaixo, as luzes vermelhas indicam quais os ambientes que estão sendo utilizados e assim sua iluminação. Tais informações são recebidas por meio dos sensores de presença instalados nos ambientes e conectados a uma CLP que envia tal informação para esse aplicativo criado.



Figura 44 – Controle e Monitoramento (implementado na simulação)

Após análise individual de todas as dependências a serem automatizadas, podemos identificar agora todos os componentes de entrada e saída que serão necessários para a modelagem do sistema a ser automatizado:

Componentes de Entrada:

Variável	Especificação	Mnemônico
X0	Sensor Indutivo de Porta	Sensor_Porta
X2	Auditório (sensor de presença)	Auditório
X3	Reunião (sensor de presença)	Reunião
X4	Secretaria (sensor de presença)	Secretaria
X5	Espera (sensor de presença)	Espera
X6	Hall (sensor de presença)	Hall
X7	Convívio (sensor de presença)	Convívio

Tabela 5 - Componentes de entrada

Componentes de Saída:

Variável	Especificação	Mnemônico
Y0	Iluminação Secundária Auditório	IL_Auditório
Y1	Iluminação do Hall	IL_Hall
Y2	Iluminação do Convívio	IL_Convívio
Y3	Iluminação da Entrada	IL_Entrada
Y4	Iluminação Secundária Reunião	IL_Reunião
Y5	Iluminação Secretaria	IL_Secretaria
Y7	Trava de Acionamento da Porta	Trava_Porta
Y10	Iluminação na Caixa de Controle Auditório	Mesa Auditório
Y11	Iluminação na Caixa de Controle Reunião	Mesa Reunião

Tabela 6 - Componentes de saída

Componentes Auxiliares:

Variável	Especificação	Mnemônico
C0	Liga - desliga	LD
C1	Modo manual / Automático	Manual
C2	Modo manual / Automático	Automático
C10	08h - 12h	Manhã
C11	12h - 14h	Almoço
C12	14h - 18h	Tarde
C13	18h - 23h	Noite
C14	23h - 03h	Madrugada
C22	Auxiliar para controle Timer do Auditório	Aux_TA
C23	Auxiliar para controle Timer da Sala de Reunião	Aux_TR
C24	Auxiliar para controle Timer da Secretaria	Aux_TS
C25	Auxiliar para controle Timer da Espera	Aux_TE
C26	Auxiliar para controle Timer do Hall	Aux_TH
C27	Auxiliar para controle Timer do Convívio	Aux_TC
C30	Botão do Supervisor para Liberar Sala de Reunião	Acesso Reunião
C31	Botão do Supervisor para Liberar Auditório	Acesso Auditório
C32	Botão do Supervisor para Abrir Porta	Abrir Porta
C33	Indica Porta Aberta para Supervisor	Porta Aberta

Tabela 7 - Componentes Auxiliares

Estágios:

Variável	Especificação	Mnemônico
S0	START	Início
S1	Sistema em Modo Manual	Modo Manual
S2	Sistema em Modo Automático	Modo Automático
S3	08h – 12h	<u>Morning</u>
S4	12h – 14h	<u>Lunch</u>
S5	14h – 18h	Afternoon
S6	18h – 23h	Nigth
S7	23h – 08h	<u>Down</u>

Tabela 8 - Estágios

O sistema desenvolvido possui dois modos de funcionamento: Modo Manual e Modo Automático. Também possui um botão On-Off que permite a ativação ou interrupção do sistema. No **modo manual** a iluminação principal da Entrada, Hall, Antessala, Impressão, Convívio e Secretaria permanecerá sempre ligada. E as luzes de acesso liberado, que ficam na caixa de controle do Auditório e da Sala de Reuniões, também permanecerão ligadas. Já no **modo automático** foi desenvolvido um princípio de funcionamento específico pré-determinado de acordo com horários em diferentes períodos do dia:

- **08h-12h – Manhã:** iluminação principal da Entrada, Hall, Antessala, Impressão, Convívio e Administração sempre acesa. Iluminação secundária da Sala de Reuniões e do Auditório controladas por sensor de presença;

- **12h-14h – Almoço:** iluminação principal da Entrada, Hall, Antessala, Impressão, Convívio e Administração controlados por sensor de presença; a iluminação secundária da Sala de Reuniões e do Auditório também controlados por sensor de presença;

- **14h-18h – Tarde:** iluminação principal da Entrada, Hall, Antessala, Impressão, Convívio e Administração sempre acesa. Iluminação secundária da Sala de Reuniões e do Auditório controlados por sensor de presença;

- **18h-23h – Noite:** iluminação principal da Entrada, Hall, Antessala, Impressão, Convívio e Administração controlados por sensor de presença. Iluminação secundária da Sala de Reuniões e do Auditório também controlados por sensor de presença;

- **23h-08h – Madrugada:** iluminação principal da Entrada, Hall, Antessala, Impressão, Convívio e Administração controlados por sensor de presença. Iluminação secundária da Sala de Reuniões e do Auditório também controlados por sensor de presença;

Após definido o funcionamento do sistema, podemos programar a lógica de programação no CLP. Neste projeto utilizamos o CLP Koyo Direct Logic 05 e o software de programação DirectSOFT – Programming Version 2.4a. Para facilitar a programação definimos todas as variáveis utilizadas no programa apresentadas na tabela a seguir com todas as variáveis que foram utilizadas.

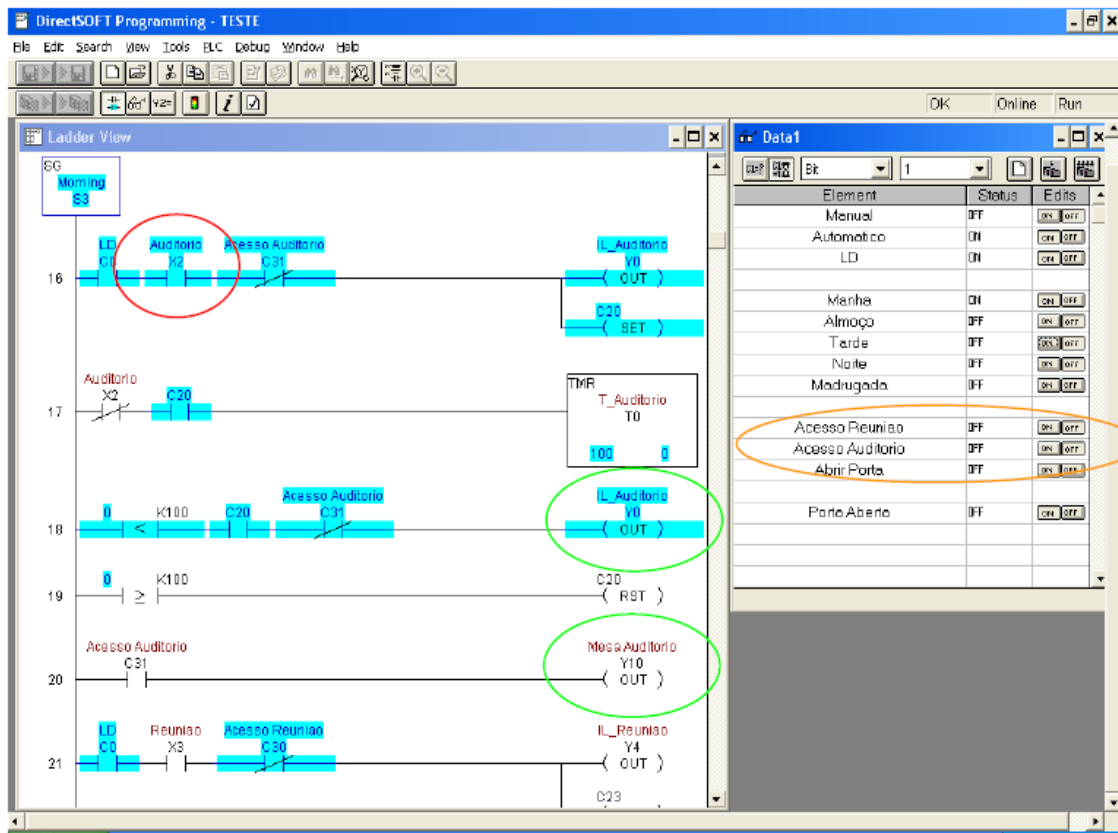


Figura 45 – Modelagem Ladder

Para testar e validar o programa implementado foi utilizada a maleta educacional da Koyo disponível no Laboratório de Mecatrônica da UNICAMP.

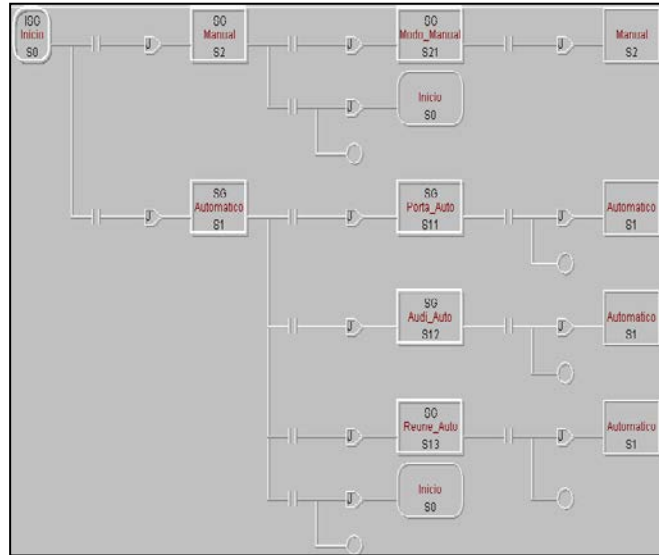


Figura 46 - Implantação no CLP



Figura 47 - Maleta Koyo utilizada para testar o programa implementado.

Através de botões existentes na maleta foi possível simular todos os sensores, e com o software podemos utilizar um recurso para simular os estados das variáveis que posteriormente

serão controladas pelo software supervisor. Para exemplificar algum dos testes feitos segue abaixo imagens de algumas situações simuladas.

Entradas e saídas para implantação do supervisor:

Variável	Mnemônico	Especificação
X0	Ilum_Conv (S1)	Iluminação do Convívio
X1	Ilum_Hall (S4)	Iluminação do Hall e Impressora
X2	Ilum_Hall (S5)	Reunião
X3	Ilum_Hall (S6)	Iluminação da Secretaria
X4	Lib_Porta (S1)	Libera Porta de Entrada
X5	M_A	Modo Manual/Automático
X6	Lib_Audit (CH2)	Libera Auditório
X7	Lib_Reun (CH3)	Libera Sala de Reuniões

Variável	Mnemônico	Especificação
Y0	Ilum_Reune	Iluminação da Sala de Reuniões
Y1	Ilum_Audi	Iluminação do Auditório
Y2	Abre_Porta	Trava de Acionamento da Porta

Tabela 9 - Especificação para implantação do supervisor

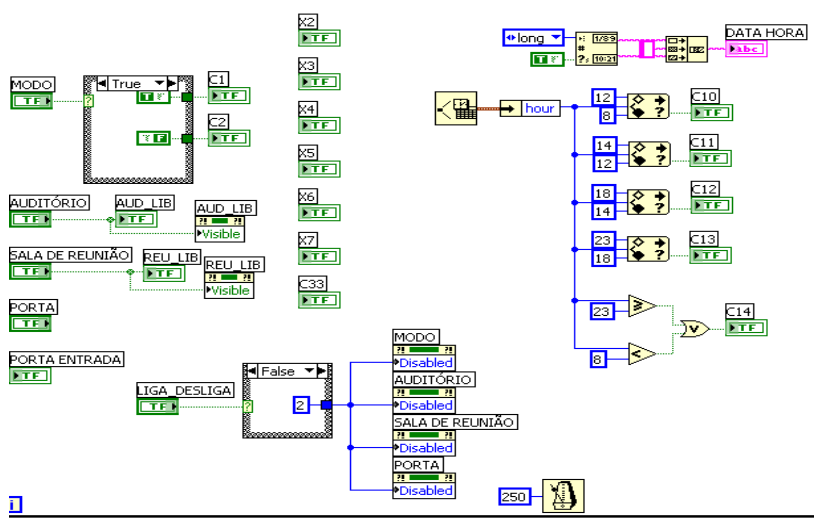


Figura 48 - Modelagem do sistema

O sistema de controle e monitoramento do estudo de caso em questão está sendo apresentado a seguir através da tela de supervisão criada como interface de comunicação entre o usuário e o sistema automatizado. O esquema da tela a ser implementada no software supervisorio está representado logo abaixo:



Figura 49 - Tela de supervisão

Como pode ser visto, o supervisorio está dividido basicamente em três partes:

a) Controle principal

Constituído por dois botões. Um deles é um botão On- Off que liga ou desliga o sistema. O outro é um botão de duas posições, utilizado para selecionar o modo de funcionamento do sistema: Manual ou Automático.

b) Controle de acesso

Reservada para três botões. O primeiro é o botão “Liberar Auditório”, que quando acionado libera para que as luzes secundárias possam acender com presença de pessoas e liga a luz presente na caixa de controle localizada na mesa do auditório, indicando que o mesmo está liberado para o controle da iluminação. O segundo é o botão “Liberar Sala de Reuniões”, que é

semelhante ao funcionamento descrito no botão “Liberar Auditório”. O terceiro é o botão utilizado para abrir a porta que dá acesso ao Hall e conseqüentemente às outras dependências.

c) Utilização do sistema

Esta área é reservada para monitorar o sistema durante seu uso, e é subdividida em três partes. A primeira é o esquema da planta, utilizado para monitorar a presença de pessoas nas diferentes dependências. Seu funcionamento se dá através do acionamento de luzes indicativas e presentes em cada ambiente da planta que se encontra na tela do supervisor. Na tela também é possível verificar se o auditório ou a sala de reuniões estão liberados para o uso. A segunda parte é o monitoramento da porta, com o qual podemos saber se a porta que dá acesso ao hall está aberta ou fechada. E por fim, a terceira parte é o monitoramento do período do dia, que permite visualizar em qual período do dia o sistema se encontra, para identificar seu funcionamento correto. A visualização do período também se dá através do acionamento de luzes segundo as referências: madrugada, manhã, almoço, tarde e noite.

Para a implantação e testes do sistema proposto, foi criado um simulador dinâmico para validar a aplicação desenvolvida que é apresentada a seguir:



Figura 50 - Simulador dinâmico desenvolvido em laboratório

Foi utilizada para esta aplicação uma placa de acrílico (parte branca), onde foi adesivada uma planta e informações para representação do sistema de automação proposto. Os sensores e acionadores estão sendo representados por botões, que acionados, enviam o sinal para a CLP que está montada atrás da placa de acrílico juntamente com o alimentador de corrente de energia. Os leds (lâmpadas) estão representando as respostas enviadas pela CLP que acendem suas lâmpadas, indicando o funcionamento programado.

4.2. - Caso II – Mudança Automatizada de Espaço Residencial

O objetivo específico apresentado no estudo de caso é o controle de equipamentos e tecnologia de uma unidade residencial (apartamento), através das mudanças de cenas programadas para controlar persianas, iluminação e bancadas, podendo ser monitoradas e controladas via PC, equipamentos físicos e ou remotamente.

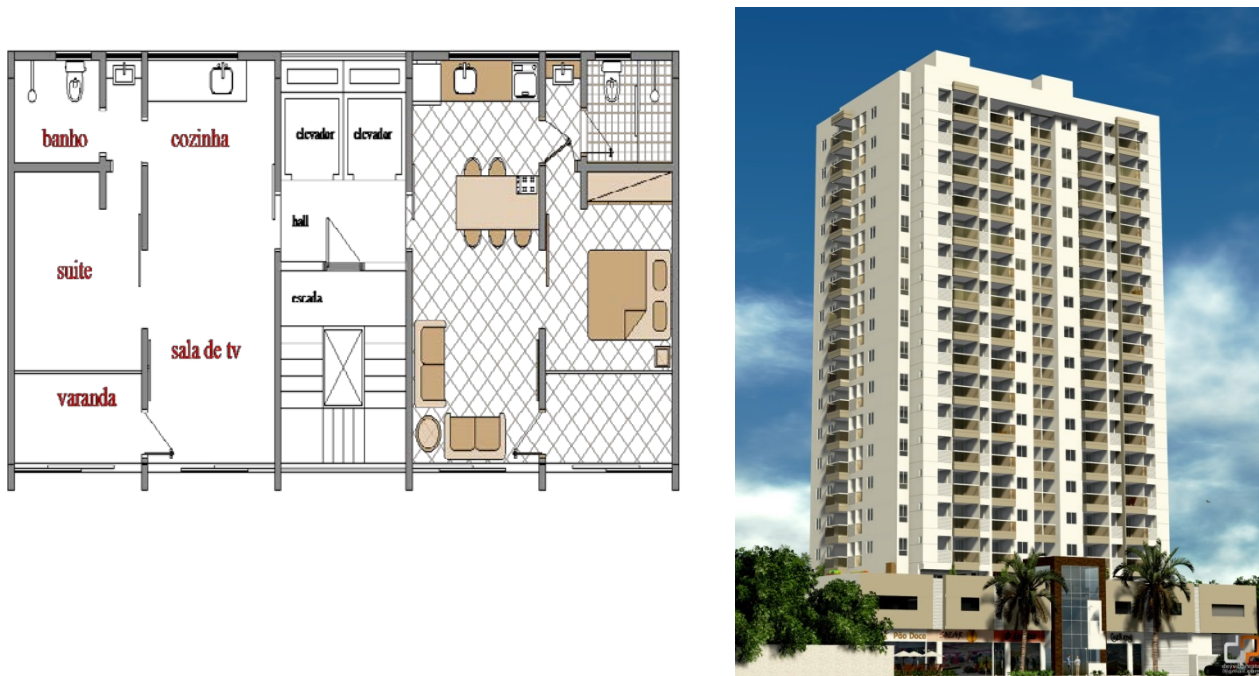


Figura 51 - Planta do andar tipo e fachada do edifício

O projeto proposto tem as seguintes características:

- Local de Implantação: Edifício de Apartamentos de uso misto (residencial e escritório);
- Número de pavimentos: 15;
- Unidades por pavimento: 4;
- Área privativa: 44,80 m².

O sistema proposto tem a seguinte descrição: dois Sistemas de Supervisão a saber:

- Supervisório do Edifício:
 - i. controle de acessos a unidades
 - ii. controle de iluminação, vazão de água e gás
- Supervisório da Unidade Habitacional:
 - i. Soluções personalizadas
 - ii. Controle pelo usuário interno e internet

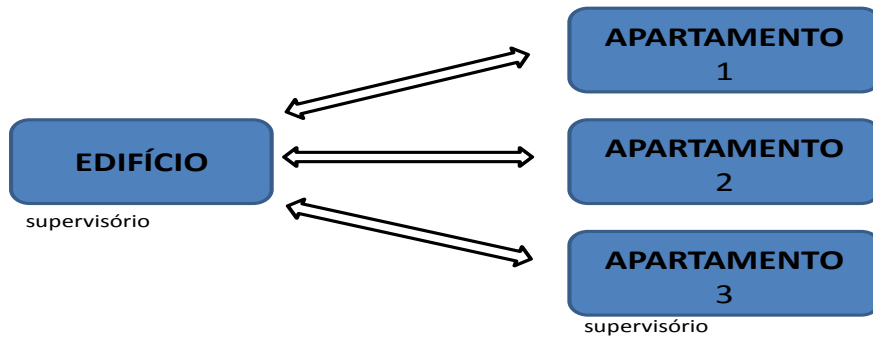


Figura 52 - Modelagem do sistema proposto



	ambiente	equipamento	funcionamento
01	Porta de entrada	Teclado digital	Controle de acesso Seleção de cenas
02	Sala entrada	Tela touchscreen	Seleção de cenas Controle iluminação Controle ambientes Controle temperatura Controle veneziana
03	Banho	Teclado digital	Controle temperatura água
04	Equipamentos	Interruptor	Deslocamento de parede Bancada cozinha

Figura 53 - Nível de comunicação e supervisório

Com esta finalidade, estabeleceu-se um programa de atividades, descrito abaixo:

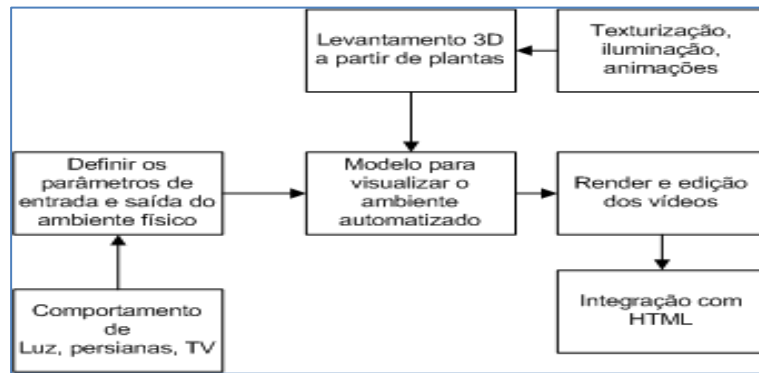


Figura 54 - Programa de atividades

Baseado no programa exposto, determina-se a modelagem e a programação do sistema de automação e controle, como se segue:

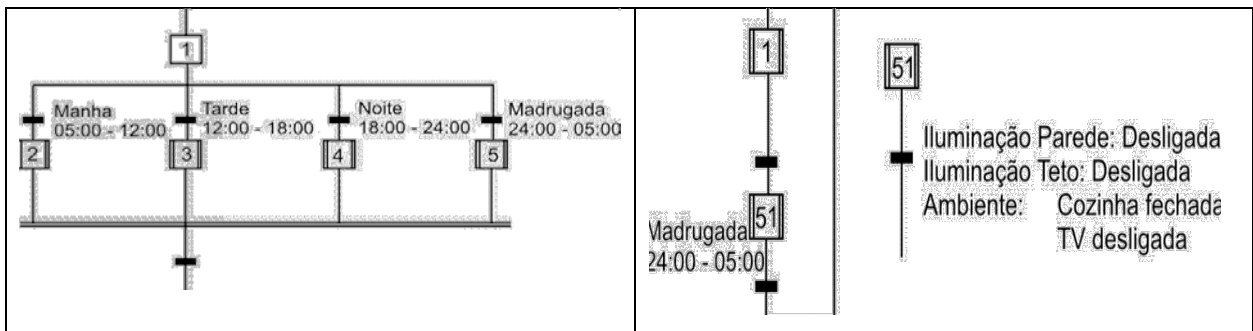


Figura 55 - Modelagem e programação propostas

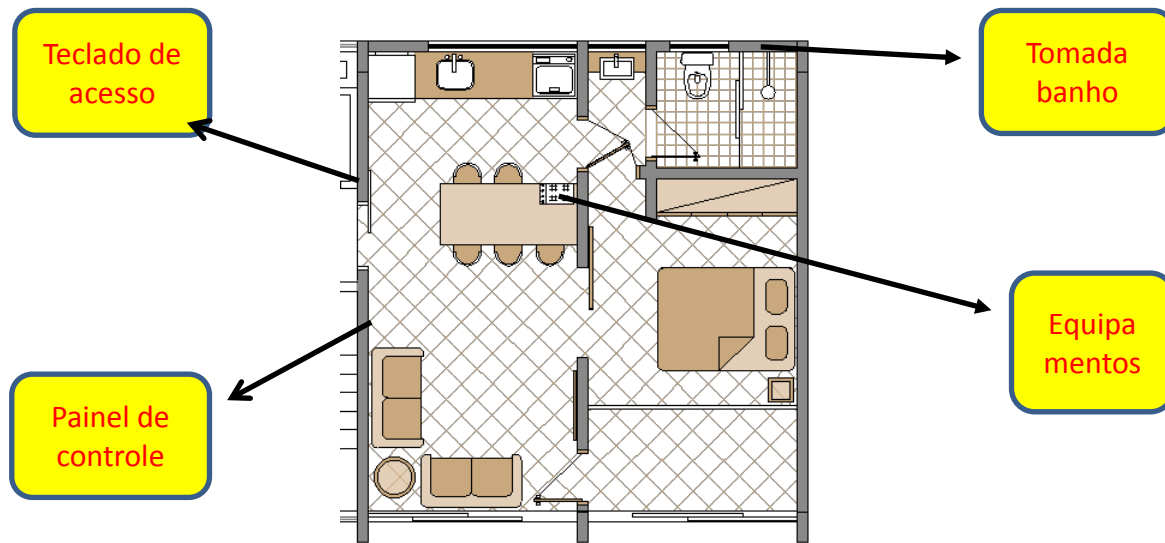


Figura 56 - Soluções Físicas

Para esta demonstração criou-se o controle através do monitoramento por uma tela apresentada a seguir, que pode acionar determinados equipamentos de forma isolada ou integrada e até mesmo automatizada, conforme programado.



Figura 57 – Tela de controle do ambiente (implementada)

A tela do supervisor e os resultados no ambiente controlado são a seguir expostos:



Figura 58 - Tela do supervisor

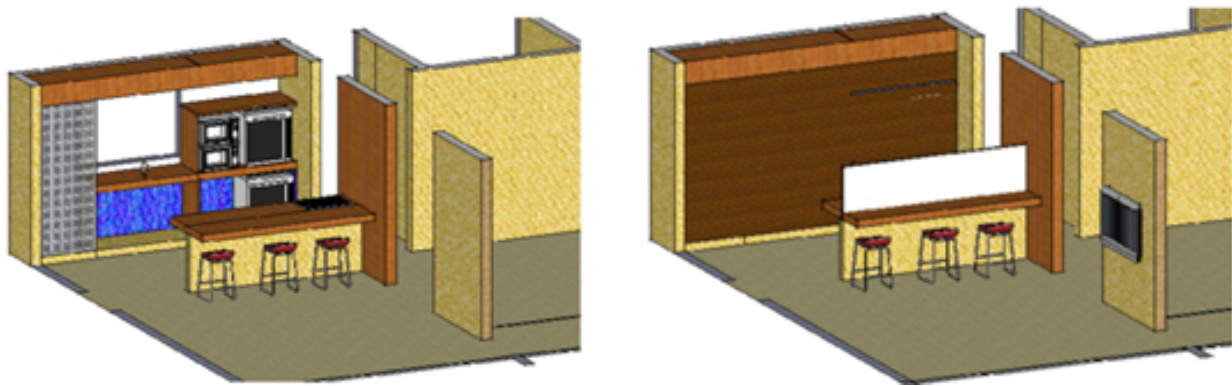


Imagem Cena 1

Imagem Cena 2

Figura 59 – Controle de venezianas



Imagem Cena 3



Imagem Cena 4

Figura 60 - Controle de iluminação

Da mesma forma que no Estudo de Caso anterior, para testar e validar o programa implantado foi utilizada a maleta educacional da Koyo disponível no Laboratório de Mecatrônica da UNICAMP.

Os objetivos da presente implantação são:

- **TECNOLOGIA:**
 - i. desenvolvimento de equipamentos e sistemas para aplicações residenciais
 - ii. adequação ao novo modelo de moradia

- **AMBIENTES:**
 - i. controle e monitoramento dos ambientes residenciais
 - ii. qualidade dos espaços internos

- **REGISTROS e CONTROLES:**
 - i. controle de acessos e tempo de permanência
 - ii. registros de despesas com recursos naturais

- **DESAFIO:**
 - i. desenvolvimento do setor da construção civil empregando novas técnicas de automação, controle e supervisão.

Como se observa, pelo exposto, é que o interesse que nos levou a realizar o presente trabalho é tentar trazer para a indústria da construção civil, mormente seu setor habitacional, novos conhecimentos para seu aperfeiçoamento técnico.

Evidentemente, hoje em dia as exigências da indústria imobiliária vão além dos exemplos citados, pois há necessidade de uma quantidade muito maior de itens de automação, visando atender a segurança pessoal e coletiva, a sustentabilidade e o meio ambiente, e, não menos importante, o conforto do usuário quanto a diversos aspectos de seu cotidiano.

5 – CONCLUSÕES

5.1. Objetivos Alcançados

As mudanças no estilo de vida contemporâneo têm gerado demandas de novos produtos nos Empreendimentos Imobiliários, sejam eles residenciais ou comerciais, e crescente grau de exigência dos consumidores e seus lares. Atualmente são utilizados nas residências mecanismos isolados de automação em diversas áreas, portanto existe a oportunidade do desenvolvimento do setor nessa nova área com aplicação residencial de tecnologia. Novas áreas e profissionais estão surgindo para suprir a nova demanda a ser criada pelo crescimento do mercado de Domótica.

Outro fator relevante para o crescimento da importância no estudo apresentado refere-se à nova tendência do envelhecimento da população e portadores de necessidades especiais, que já necessitam do desenvolvimento do setor da construção civil para a melhoria da qualidade do espaço construído e sua acessibilidade.

Como discutido nos primeiros capítulos deste trabalho, já existem hoje no mercado muitos protocolos bem estruturados e definidos, com equipamentos de fácil instalação e dedicados às mais diversas funções da domótica.

Porém, estes equipamentos dedicados ainda não têm um preço muito competitivo no Brasil. Portanto, o trabalho desenvolvido foi a aplicação da estrutura de comando encontrada na área industrial, utilizando-se equipamentos de simples operação que podem ser adquiridos facilmente no comércio e a um preço bem acessível (sensores de detecção de movimento, sensor indutivo, relé de acionamento, etc.) e que foi implementado através de uma proposta de metodologia para modelagem de tal sistema de automação específico. Outro fator importante a ser levantado com relação ao projeto realizado é sua forma de implantação.

O método desenvolvido é aberto, possibilitando alterações e evoluções futuras. Além disso, o fato de ser um programa aberto e por se tratar de uma nova área inserida em um novo momento

social, onde se destaca a busca pela tecnologia como forma de conforto e acessibilidade, é certo que a automação residencial está começando a despertar o interesse de muitos brasileiros, o que faz surgir oportunidades de novos negócios nesta área. Portanto, cabe aos profissionais da área de automação estarem sempre atualizados em relação às novas tecnologias e sempre buscar novos meios de atender a este público.

5.2. – Perspectivas Futuras

5.2.1 – Condomínio residencial

Visando a elaboração de pesquisas futuras e desenvolvimento do tema apresentado, sugerimos a necessidade da criação de um banco de dados para identificação, com registro por fotos dos usuários ao acessar os espaços controlados, cálculo do consumo de recursos de energia, consumo de água, telefonia e internet utilizados, contador de acesso e tempo de permanência dos usuários e criação de uma agenda web para utilização das áreas comuns de um conjunto residencial.



Figura 61 – modelo de tela de supervisão a ser implementada

Verificamos na atualidade dos empreendimentos imobiliários, principalmente os novos lançamentos, a necessidade de estabelecer altos padrões de conforto e segurança aos usuários, a par de uma gestão sustentável e econômica, pois os custos de manutenção e administração desses empreendimentos são diretamente afetados pelo desperdício e sentimento de insegurança que existe nas metrópoles e nas cidades.

As soluções trazidas pela Domótica em tudo beneficiam a vida dos usuários, visto que conduzem a uma melhor gestão dos recursos de toda espécie, conduzindo a um controle das demandas que a vida moderna traz. Assim, desde a gestão de segurança tanto das áreas comuns quanto das privativas, passando pelo controle dos consumos dos diversos itens de uso diário, a implantação dos equipamentos domóticos acarretam a médio e longo prazos uma economia de recursos e o aumento de fatores intangíveis, como sensação de segurança e conforto ambiental e social.

A par do já mencionado, podemos inferir que a utilização de sistemas integrados pelos smartphones, tablets e outros recursos assemelhados, servindo-se de redes 3G, 4G ou o que ainda está por vir, prevendo oferecer serviços baseados em banda larga móvel tais como Multimedia Messaging Service (MMS), video chat, mobile TV, conteúdo HDTV, Digital Video Broadcasting (DVB), serviços básicos como voz e dados, sempre no conceito de uso em qualquer local e a qualquer momento. Todos os serviços deverão ser prestados tendo como premissas a otimização do uso de espectro, troca de pacotes em ambiente IP, grande capacidade de usuários simultâneos, banda mínima de 100 Mbps para usuários móveis e 1 Gbit/s para estações fixas, interoperabilidade entre os diversos padrões de redes sem fio. Com isso, o usuário poderá, mesmo a distância de sua residência, operar sistemas ligados ao seu conforto doméstico ou a sua segurança física e patrimonial.

5.2.2 – Conceito de cidade inteligente

A par do emprego privado dos recursos atualmente disponíveis para as residências e conjuntos residenciais, as cidades podem se beneficiar de maneira substancial dessas tecnologias.

A esses conceitos, dá-se o nome de “Urbática”. Desta maneira, o cidadão poderá servir-se de recursos antes disponíveis em filmes de ficção científica, tais como previsão de trânsito em tempo real, de clima, localizar as melhores rotas para seus deslocamentos, interagir com seu local de trabalho ou lazer.

Do ponto de vista da administração pública, podemos citar como exemplos o monitoramento dos espaços urbanos, o controle do emprego de iluminação pública, controle e supervisão do tráfego de veículos, agindo sobre os semáforos, controle da circulação de meios de transporte público, racionalização do emprego dos recursos de segurança pública e até onde a imaginação possa chegar.

5.2.3 – Interação entre Domótica e Urbática

De um modo geral, podemos imaginar que a interação entre os sistemas residenciais e os públicos ocorrerão em tempo relativamente curto, dependendo exclusivamente dos recursos que serão disponibilizados pelas administrações das cidades.

De certa forma, em vista das dificuldades e do atraso tecnológico atual que temos em nosso País, este futuro talvez demore a acontecer, haja vista que, mesmo a implantação da tecnologia 4G e redes de fibra ótica encontra inúmeros empecilhos para se disseminar.

5.2.4 – Amparo a idosos e portadores de necessidades especiais

Neste item, a Domótica Assistiva vem a exercer um papel de elevado valor social e humano, trazendo bem estar, conforto e segurança a esse público em particular.

Observa-se que cada vez mais as exigências de inclusão social condicionam o emprego dos recursos oferecidos pela tecnologia assistiva disponível. Embora alguns equipamentos não sejam acessíveis financeiramente ao público em geral, a tendência é a sua diversificação através de investimentos públicos e privados.

Há grandes expectativas com relação ao uso de exoesqueletos e outros equipamentos de tecnologia sofisticada, que permitiriam a inclusão social de portadores de necessidades especiais.

Referências

ALVES, J. A.; MOTA (2003), J. **Casas Inteligentes**. Centro Atlântico, 2003.

AURESIDE. **Associação Brasileira de Automação Residencial**. Disponível em: <http://www.aureside.org.br/>. Acessado em 19 de janeiro de 2009.

BLUETOOTH. Disponível em: <http://www.bluetooth.com/Bluetooth/Technology/>. Acessado em 23 de março de 2009.

BOLZANI, Caio A. M. **Residências Inteligentes: um curso de Domótica**. 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004.

CABA. **Technology Roadmap for Intelligent Buildings**. Continental Automated Buildings Association.

ECHELON CORP. Disponível em: <http://www.echelon.com/support/documentation>. Acessado em 15 de outubro 2008.

EIBA. **The EIB System for Home & Building Electronics**. European Installation Bus Association. 1998. Disponível em: <http://www.eiba.ru/dnld.htm>. Acessado em 20 de outubro de 2008.

KINNEY, P. **ZigBee Technology: Wireless Control that Simply Works**. HTI News Article, October 2003.

KONNEX. Disponível em: <http://www.knx.org/> . Acessado em 08 de abril de 2008.

X10. **X10 Powerline Carrier (PLC) Technology**, Disponível em: <http://www.x10.com/support/technology1.htm>. Acessado em 21 de novembro de 2008

ANA, 2010. Disponível em: www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia-ambiental/Produ%C3%A7%C3%A3o-e-Consumo-Sustent%C3%A1vel/ar/qualidade-do-ar/43-qualar. Acesso em: Agosto 2010.

BARTONE, C. et al. **Toward Environmental Strategies for Cities: policy considerations for urban environmental management in developing countries**. UNDP/UNCHS/World Bank. 1994.

CBD. **Convention on Biological Diversity**, novembro 2010. Disponível em: www.cbd.int>. Acesso em: novembro 2010.

COMISSÃO EUROPEIA. **European Sustainable Cities**. Grupo de Especialistas em Ambiente Urbano. Bruxelas. 1996.

EPE/MME. Balanço Energético Nacional 2010: Ano Base 2009. Rio de Janeiro. 2010. ES. Earth Summit Info, 2010. Disponível em: www.earthsummit.info. Acesso em: agosto 2010.

FIESP. 9o ConstruBusiness - Brasil 2022: planejar, construir e crescer. FIESP, 2010. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/construbusiness/>. Acesso em: Dezembro 2010.

IBGE. Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente - 2a edição. Rio de Janeiro. 2004.

IBGE. Classificação Nacional de Atividades Econômicas 2.0. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/classificacoes/cnae2.0/cnae2.0.pdf. Acesso em: Novembro 2010.

IBGE. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1766. Acesso em: Março 2011.

JOHN, V. M. Reciclagem de Resíduos na Construção Civil: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento, 2000.

SABESP. Uso Racional da Água. Sabesp, Novembro 2010. Disponível em: www.sabesp.com.br. Acesso em: Novembro 2010.

SEADE. Perfil Regional: Região Metropolitana de São Paulo. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. São Paulo. 2009.

SNIS. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2008. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento, 2008. Acesso em: Novembro 2010.

UN. UN Documents Cooperation Circles. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, novembro 2010. Disponível em: www.un-documents.net/wced-ocf.htm. Acesso em: novembro 2010.

UNEP. Buildings and Climate Change - Summary for Decision-Makers. 2009.

UNEP. Urban Environmental Management. United Nations Environment Programme, 2010. Disponível em: www.unep.or.jp/ietc/announcements/emskit_launch.asp. Acesso em: agosto 2010.

LIVRO:

Adept Systems Inc, Boca Raton-FL, AC Reference Implementation of the LonTalk Protocol on the MC68360 Revision 1.7, Julho 1998, disponível em www.adeptsystemsinc.com acessado em 05-02-2002.

ANGEL, Patricia Marta. **Introducción a la domótica**: tomo I. Embalse: EBAI, 1993.

ALLEN, Bob e Brian Dillon, "Environmental Control and Field Bus Systems ", Dublin, 1997

BALLY, Mark, **CEBUS** Industry Council (CIC), disponível em <http://www.caba.org/standardsgroupset.html> data do último acesso 15/11/2001.

BATIBUS e **EIB** Disputa pelo Padrão do BUS de Instalações, Revista Eletricidade Moderna nº 232, São Paulo, 1993.

BESEN, Nelson. **Sistema domótico para automação e controle de um cômodo residencial**. 1996. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

BOLZANI, Caio Augustus Morais Desenvolvimento de simulador de controle de dispositivos residenciais inteligentes: uma introdução aos sistemas domóticos / C.A.M. Bolzani. – ed. rev. – São Paulo, 2004. 115 p.

BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **The unified modeling language user guide**. [S.l.]: ACM Press Books, 1999.

BRETERNITZ Vivaldo José. **Domótica**: as casas inteligentes. jun. 2001. Disponível em: <<http://www.widebiz.com.br/gente/vivaldo/domotica.html>>. Acesso: em 30 mar. 2005.

BRIERE, Danny, HURLEY, Pat, HURLEY, Patrick, Smart Homes for Dummies, USA, Hungry Minds, 1999.

BUSHBY, S.T., Back to Basic about BACnet, National Institute of Standards and Technology, Ashrae SPC Committee, 1993.

CASA PLUS. **Domótica**. Portugal, [2004]. Disponível em: <<http://www.casaplus.pt/domotica/domotica.html>>. Acesso em: 30 mar. 2005.

CASTRO Neto, Jayme, Edifícios de Elevada Tecnologia, São Paulo, ED.Carthago, 1994.

DORNAN, Andy. **Wireless communication** – o guia essencial de comunicação sem fio. Tradução Fábio Freitas. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

ECHELON CORP., **LONWORKS** Products, Palo Alto, 1994.

ECHELON CORP., Underlying Protocol of Echelon's **LONWORKS** Network, Palo Alto-CA, 1999, disponível em www.echelon.com/protocol acessado em 05-02-2002.

EIA Eletronic Industries Association, Handbook of Home Automation System (**CEBus**).

EIA/IS 60, Washington-USA, 1992.

EIB . INFORMATION KIT, Disponível em <<http://www.eiba.com>>. Acesso em 12 janeiro 2004.

FERNANDES, Pedro Miguel de Miranda. Aplicações Domóticas para Cidadãos com Paralisia Cerebral. Disponível em <<<http://www.bibliotecadigital.com>>>. Acesso em 16 abril 2004.
FOUT, Tom, Universal Plug and Play no Windows XP, Microsoft Corporation, Julho 2001.

FURNESS, H., Digital Communications Provides Control Engineering, 1994.

GERHART, James, Home Automation & Wiring, USA, McGraw-Hill, 1999.

GOOSSENS, Marc, The **EIB** System for Home & Building Electronics, EIBA S.C., Brussels,

INSTABUS **EIB** , Comando e Gestão Técnica de Edifícios, SIEMENS

KRÜGER, Erasmo. **Protótipo de sistema de segurança predial através de monitoramento utilizando recursos da internet**. 2002. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

LIPPMAN, Stalnley B. **C#** - um guia prático. Tradução Werner Loeffler. Porto Alegre: Bookman, 2003.

LOCKAREFF, Mark, "**LonWorks** - An Introduction" in Home Toys Article 1996-2000

MALUF, Augusto J., MARTE, Cláudio Luiz, MARTINI, José Sidnei Colombo, A Influência de Redes Comerciais e barramentos de Campo em Edifícios Inteligentes, 6º Congresso Nacional de Automação Industrial CONAI 94, São Paulo, 1994.

MARTE, Cláudio Luiz, Automação Predial A Inteligência Distribuída nas Edificações, São Paulo, Ed.Carthago, 1995. MARTE, Cláudio Luiz, MARTINI, José Sidnei Colombo, Aspectos Tecnológicos da Automação Predial, V ENIE Encontro Nacional de Instalações Elétricas, São Paulo, 2000.

MARTE, Cláudio Luiz, COSTA, Herbert R.N., FOGAGNOLI, José S.C., A Influência de Sistemas de Automação no Comportamento Energético das Edificações, 5º Congresso Nacional de Automação Industrial CONAI 92, São Paulo, 1992. MICROSOFT, Universal Plug and Play no Windows XP Um Exemplo de Rede UpnP, Junho de 2001, disponível em

<http://www.microsoft.com/windowsxp/pro/techinfo/planning/upnp/example.asp> e
<http://www.microsoft.com/brasil/technet/artigos/windowsxp/upnpxp.asp> data do último acesso
22/02/2002.

RAJI, Reza, "The **LonWorks** Solution and Your Home" in Home Toys Article, October, 1999

RYE, Dave, "**X-10** Ltd. Group History and Overview" in Home Toys Article June 1997

Revista Eletricidade Moderna. A Casa Inteligente Versão Americana, nº 235, São Paulo, 1993.

Revista Mercado de Automação Residencial, Edição 01 Jan/Fev/Mar de 2001, Graphia Editora Técnica e Cultural Ltda, São Paulo-SP, 2001.

Revista Mercado de Automação Residencial, Edição 02 Abril/Maio/Junho de 2001, Graphia Editora Técnica e Cultural Ltda, São Paulo-SP, 2001.

SCHOFIELD, Julie A., Home Automation Takes Off, Design News, 1995.

SOUZA, José Rubens Alves de, Sistema Bus : As Instalações Elétricas na Era das Redes Locais, Revista Eletricidade Moderna nº 232, São Paulo, 1993.

STRASSBERG, Dan, Home Automation Buses: Protocols Really Hit, EDN, 1995.

VALE, Henrique M. F., Duarte, José A. C., Brazete, Sidónio M., Duarte, A. Manuel de Oliveira, "Desenvolvimento de Aplicações para Sistemas Domóticos utilizando programação orientada por objectos em C++" in Revista do DETUA, vol.1, nº 4, Setembro, 1995

WACKS, Kenneth P. Ph D, "Introduction to the **CEBus** Communications Protocol", HTI News Article, 1997

WACKS, Kenneth P. Ph D, "Introduction to the LonTalk Communications Protocol" in HTI News Article, October, 1997

WACKS, Kenneth P. Ph D, "Introduction to the Smart House System", in HTI News Article, December, 1997

WEBB, Warren, "Consumer Bus Defends Home Turf" in EDN Access, August, 1999

WRIGHT, Maury, "Home Invasion: Commercial Networks Move In" in EDN Access, August, 1999

www.aireside.org.br

www.caba.org

www.CEBus.org

www.domosys.com

www.ge.com

www.intel.com.br – UpnP

www.microsoft.com.br – UpnP

www.mitsubishi.com

www.siemens.com

www.x10.com

www.x10br.com.br

www.x10pro.com

Arquitetura de Dispositivos Universal Plug & Play -
http://www.upnp.org/Device_Architecture_v0.92_.htm

Auto-IP Automatically Choosing an IP Address in an Ad-Hoc IPv4 Network. IETF draft.
<http://search.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-dhc-ipv4-autoconfig-05.txt>.

Dynamic DNS Updates by DHCP Clients and Servers Interaction between DHCP and DNS.
IETF Draft. <http://search.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-dhc-dhcp-dns-12.txt89> HTML

HyperText Markup Language. W3C recommendation. <http://www.w3.org/MarkUp/>

HTTP Extension Framework Describes a generic extension mechanism for HTTP.

W3C request for comments. <http://www.w3.org/Protocols/HTTP/ietf-http-ext/>

RFC1034 Domain Names - Concepts and Facilities. IETF request for comments.
<http://search.ietf.org/rfc/rfc1034.txt?number=1034>

RFC1035 Domain Names - Implementation and Specification. IETF request for comments.
<http://search.ietf.org/rfc/rfc1035.txt?number=1035>

RFC 1123 Includes format for dates, for, e.g., HTTP DATE header. IETF request for comments.
<http://search.ietf.org/rfc/rfc1123.txt?number=1123>

RFC 1766 Format for language tag for, e.g., HTTP ACCEPT-LANGUAGE header.

IETF request for comments. <http://search.ietf.org/rfc/rfc1766.txt?number=1766>

RFC 2131 Dynamic Host Configuration Protocol.

IETF request for comments. <http://search.ietf.org/rfc/rfc2131.txt?number=2131>

RFC 2136 Dynamic Updates in the Domain Name System. IETF request for comments.
<http://search.ietf.org/rfc/rfc2136.txt?number=2136>

RFC 2616 HTTP: Protocolo de Transferência de HiperTexto 1.1.

IETF <http://search.ietf.org/rfc/rfc2616.txt?number=2616>

RFC 2279 UTF-8, Um formato de transformação da I.S.O. 10646

IETF <http://search.ietf.org/rfc/rfc2279.txt?number=2279>

RFC 2387 Format for representing content type; for example, a mimetype element for an icon.

IETF request for comments. <http://www.ietf.org/rfc/rfc2387.txt?number=2387>

UPC90 Universal Product Code. 12-digit, all-numeric code that identifies the consumer package. Managed by the Uniform Code Council. http://www.uc-council.org/main/ID_Numbers_and_Bar_Codes.html

XML

Extensible Markup Language. http://www.w3.org/XML/XML_Extensible_Markup_Language. W3C recommendation. [http://www.w3.org/XML/XML_Schema \(Part 1: Structures, Part 2: Datatypes\) Grammar defining UPnP Template Language](http://www.w3.org/XML/XML_Schema_(Part_1:_Structures,_Part_2:_Datatypes)_Grammar_defining_UPnP_Template_Language). Defined using XML. W3C working draft.

Part 1: Structures <http://www.w3.org/TR/xmlschema-1/>

Part 2: Datatypes <http://www.w3.org/TR/xmlschema-2/>

www.aireside.org.br

www.caba.org

www.CEBus.org

www.domosys.com

www.ge.com

www.intel.com.br - UPnP

www.microsoft.com.br - UPnP

www.mitsubishi.com

www.siemens.com

www.x10.com

www.x10br.com.br

www.x10pro.com

www.ifo.com.br

www.tracom.com.br