



Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Escola Politécnica  
Programa de Engenharia Urbana

**RICARDO GIL DOMINGUES**

**A DOMÓTICA COMO TENDÊNCIA NA HABITAÇÃO: Aplicação em  
Habitações de Interesse Social com Suporte aos Idosos e  
Incapacitados**

Rio de Janeiro  
2013



UFRJ

**RICARDO GIL DOMINGUES**

**A DOMÓTICA COMO TENDÊNCIA NA HABITAÇÃO: Aplicação em  
Habitações de Interesse Social com Suporte aos Idosos e  
Incapacitados**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientador: Armando Carlos de Pina Filho

Rio de Janeiro

2013

Domingues, Ricardo Gil.

A Domótica como Tendência na Habitação: Aplicação em Habitações de Interesse Social com Suporte aos Idosos e Incapacitados / Ricardo Gil Domingues. – 2013.

147 f.: 52 il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) –  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica,  
Programa de Engenharia Urbana, Rio de Janeiro, 2013.

Orientador: Armando Carlos de Pina Filho

1. Domótica. 2. Habitação. 3. Sustentabilidade. 4. Idosos e Incapacitados. 5. Acessibilidade. I. Pina Filho, Armando Carlos de. II Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica. III. Título.



UFRJ

A DOMÓTICA COMO TENDÊNCIA NA HABITAÇÃO: Aplicação em Habitações de Interesse Social com Suporte aos Idosos e Incapacitados

Ricardo Gil Domingues

Orientador: Armando Carlos de Pina Filho

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Aprovada pela Banca:

---

Presidente, Prof. Armando Carlos de Pina Filho, D.Sc., Poli/UFRJ

---

Prof<sup>a</sup>. Elaine Garrido Vazquez, D.Sc., Poli/UFRJ

---

Prof<sup>a</sup>. Sylvia Meimaridou Rola, D.Sc., DTC-FAU/UFRJ

Rio de Janeiro

2013

*À meus pais Maria e Constantino (in memoriam)  
e a meus amores Celia, Danielle e Eduardo, que  
muito fizeram direta ou indiretamente para que  
tudo se realizasse.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por tudo, por me conduzir até aqui, por me ajudar a vencer mais um desafio, estando sempre a meu lado em todos os momentos da minha vida.

À minha família por todo amor, carinho, incentivo e principalmente pelo tempo concedido e pela compreensão, sem os quais a jornada seria bem mais difícil.

Ao professor Armando Carlos de Pina Filho, pela amizade, orientação, apoio e incentivo no trato do tema.

A todos os professores que proporcionaram minha formação acadêmica, desde a alfabetização até a graduação.

A todos os professores do Programa de Engenharia Urbana da Poli/UFRJ, da turma de 2010, que contribuíram com muitos ensinamentos e dedicação para minha formação.

À engenheira Ana Maria Sousa, muito amiga, que me incentivou para que eu fizesse o mestrado.

À chefia do Laboratório de Geotecnia da COPPE/UFRJ, por me liberar nos horários dedicados ao curso de mestrado.

À AURESIDE, pelas informações e contribuições que muito enriqueceram este trabalho.

Aos amigos e colegas de turma (PEU2010), em especial ao Sérgio Leite, que proporcionaram momentos de muita alegria.

A todos que, de uma forma ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

*"...The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it".*

*Mark Weiser*

*"...As tecnologias mais marcantes são as que desaparecem. Elas se tecem no tecido da nossa vida cotidiana até se tornarem indistinguíveis dentro dela".*

*Tradução livre*

## RESUMO

DOMINGUES, Ricardo Gil. **A Domótica como Tendência na Habitação: Aplicação em Habitações de Interesse Social com Suporte aos Idosos e Incapacitados.** Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Com o advento de novas tecnologias, dos computadores e da *Internet*, o mundo moderno tem sofrido mudanças importantes em vários aspectos, principalmente os tecnológicos e sociais. Particularmente, a Habitação tem atraído forte interesse das comunidades técnicas e científicas, com foco no emprego de uma nova ciência para promover principalmente o bem-estar social, conforto e qualidade de vida: Domótica. Ela consiste, basicamente, na automação doméstica das habitações (casa, escritório ou residência), fazendo uso da junção multidisciplinar de muitas especialidades na tradução de qualidade de vida para seus moradores e usuários, gerando conforto, segurança, lazer, comunicação e racionalização de energia. Tudo isso com utilização eficaz dos recursos e com sustentabilidade. O presente trabalho resulta, portanto, de uma série de discussões e reflexões sobre a questão da Domótica na habitação, na procura de maior sustentabilidade social, econômica e ambiental. É fato, nos dias atuais e com o atual estilo de vida urbano, que as cidades tendam a se tornar cada vez mais dependentes das novas tecnologias aplicadas à Habitação. Como complemento, são apresentadas soluções de edificação mínima para habitações de interesse social que permitam atender não somente a camada padrão da sociedade brasileira, mas também o grupo formado por idosos e incapacitados, na questão de habitabilidade, inclusive através da possível implementação futura de sistemas domóticos neste ambiente habitacional. Para isso, foi desenvolvido um projeto, o qual serviu de base para análise e proposta de soluções. Como conclusão, pode-se dizer que um projeto habitacional adequado, aliado a uma infraestrutura de pré-automação em habitações, principalmente as de interesse social, é uma importante opção para a promoção da sustentabilidade.

Palavras-chave: 1. Domótica. 2. Habitação. 3. Sustentabilidade. 4. Idosos e Incapacitados. 5. Acessibilidade.

## ABSTRACT

DOMINGUES, Ricardo Gil. **A Domótica como Tendência na Habitação: Aplicação em Habitações de Interesse Social com Suporte aos Idosos e Incapacitados.** Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

With the advent of new technologies, computers and the *Internet*, the modern world has undergone major changes in many aspects, mainly the technological and social. Particularly, Habitation has attracted strong interest of technical communities, and scientific, with focus on employment of a new science to promote mainly the social well-being, comfort and quality of life: Domotics. It is basically the home automation of dwellings (home, office or residence), making use of the junction of many multidisciplinary specialties in the translation of quality of life for its residents and users, generating comfort, security, leisure, communication, and rationalization of energy. All of this is done with efficient usage of resources and with sustainability. This work is the result, therefore, of a series of discussions and reflections on the question of Domotics in the habitation, in the searching of greater social, economic and environmental sustainability. It is a fact, in the current days and with the current urban lifestyle, that cities tend to become increasingly more dependent on new technologies applied to housing. As a complement, solutions are presented to a minimum edification of low income habitation (social housing) allowing not only reach the pattern layer of the Brazilian society, but also the group formed by the elderly and disabled, in matter of habitation, including the possibility of the future implementation of domotic systems in this housing. For this, it was done a project, which formed the basis for the analysis and proposed solutions. As a conclusion, one can say that a suitable housing project, together with an infrastructure of pre- automation in homes, especially those of social interest, is an important option for promoting sustainability.

Keywords: 1. Domotics. 2. Habitation. 3. Sustainability. 4. Elderly and Disabled. 5. Accessibility.

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	1
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA	1
1.2 OBJETIVOS	3
1.3 JUSTIFICATIVAS DO TEMA	3
1.4 HIPÓTESE	4
1.5 METODOLOGIA UTILIZADA	4
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	5
<b>2 DOMÓTICA NA HABITAÇÃO</b>	7
2.1 INTRODUÇÃO	7
2.2 CONCEITOS BÁSICOS	8
<b>2.2.1 Habitação</b>	8
2.2.1.1 Habitação de Interesse Social	9
<b>2.2.2 Conforto e Qualidade de Vida</b>	9
<b>2.2.3 Sustentabilidade</b>	10
<b>2.2.4 Redes de Serviço e Infraestrutura</b>	10
<b>2.2.5 Automação Residencial</b>	11
2.3 CONCEITO DE DOMÓTICA	12
2.4 A EVOLUÇÃO DA DOMÓTICA NA HABITAÇÃO	13
2.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA DOMÓTICA	17
2.6 CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DOMÓTICOS	18
2.7 INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS RESIDENCIAIS	21
2.8 AMBIENTE INTELIGENTE	22
<b>3 ASPECTOS DA DOMÓTICA NO CONTEXTO HABITACIONAL</b>	25
3.1 INTRODUÇÃO	25
3.2 ASPECTOS SOCIAIS	26
<b>3.2.1 Sustentabilidade Social Através da Domótica</b>	28
3.3 ASPECTOS AMBIENTAIS	30
3.4 ASPECTOS ECONÔMICOS	31
<b>3.4.1 O Mercado da Domótica</b>	32

<b>3.4.2 Gerenciamento de Energia</b>	33
<b>3.4.3 Questões Sócioeconômicas do Sistema de Saúde</b>	35
<b>3.4.4 O Benefício Econômico do Teletrabalho</b>	35
<b>4 TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS E PADRONIZAÇÃO</b>	37
4.1 INTRODUÇÃO	37
4.2 PRINCIPAIS TECNOLOGIAS E PADRÕES DE INFRAESTRUTURA LÓGICA	38
<b>4.2.1 Sistema PLC</b>	39
<b>4.2.2 Sistema <i>BUSLINE</i></b>	41
<b>4.2.3 Sistema <i>WIRELESS</i></b>	43
<b>4.2.4 Sistema de Cabeamento Estruturado</b>	46
4.3 INFRAESTRUTURA FÍSICA UTILIZADA EM DOMÓTICA	48
4.4 PRINCIPAIS ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS	49
4.5 PADRONIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES DOMÓTICAS NO BRASIL	50
<b>5 PESQUISAS SOBRE AMBIENTES INTELIGENTES PELO MUNDO</b>	54
5.1 INTRODUÇÃO	54
5.2 PESQUISAS ACADÊMICAS NO EXTERIOR	55
<b>5.2.1 América do Norte</b>	55
<b>5.2.2 Ásia</b>	60
<b>5.2.3 Europa</b>	63
<b>5.2.4 Oceania</b>	65
5.3 PESQUISAS NO BRASIL	66
5.4 INICIATIVAS CORPORATIVAS	68
5.5 PESQUISAS COM ROBÓTICA EM AMBIENTES INTELIGENTES	71
<b>6 A DOMÓTICA COMO SUPORTE PARA PESSOAS IDOSAS E INCAPACITADAS</b>	76
6.1 INTRODUÇÃO	76
6.2 EFEITOS POSITIVOS DA DOMÓTICA PARA IDOSOS E INCAPACITADOS	77
6.3 INTERFACES DE DOMÓTICA PARA IDOSOS E INCAPACITADOS	77
<b>6.3.1 Comandos de Teclados</b>	78

<b>6.3.2 Interface de Comandos por Voz</b>	78
<b>6.3.3 Interface de Comandos por Movimento</b>	79
6.4 SERVIÇOS DE DOMÓTICA PARA IDOSOS E INCAPACITADOS	79
<b>6.4.1 Serviços de Tele-Saúde</b>	79
<b>6.4.2 Serviços de Informação, Lazer e Comunicação</b>	80
<b>6.4.3 Serviços de Monitoramento e Controle</b>	81
6.5 EQUIPAMENTOS DE DOMÓTICA PARA IDOSOS E INCAPACITADOS	81
6.6 ROBÓTICA PARA ASSISTÊNCIA SOCIAL	83
<b>7 PROJETO DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL COM FOCO NOS IDOSOS E INCAPACITADOS COMPORTANDO SOLUÇÕES DE DOMÓTICA</b>	85
7.1 INTRODUÇÃO	85
7.2 ESTUDO DE TIPOLOGIA	86
<b>7.2.1 Caracterização do Estudo</b>	86
7.3 PROPOSTA DE PROJETO	88
<b>7.3.1 Acessibilidade</b>	89
<b>7.3.2 Infraestrutura para Suporte à Domótica</b>	91
7.4 LABORATÓRIO EXPERIMENTAL	97
<b>7.4.1 Soluções de Domótica</b>	98
7.4.1.1 Primeiro Experimento	99
7.4.1.2 Segundo Experimento	99
7.4.1.3 Terceiro Experimento	100
7.4.1.4 Controle Via <i>Internet</i>	103
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	105
8.1 CONCLUSÕES	105
8.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	108
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	110
<b>APÊNDICES</b>	118
APÊNDICE A - PROCESSO DE MONTAGEM DA MAQUETE	119

APÊNDICE B - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA INTERFACE DE POTÊNCIA	120
APÊNDICE C – LAYOUT DA INTERFACE DE POTÊNCIA	121
APÊNDICE D – DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO SISTEMA DO EXPERIMENTO 3	122
APÊNDICE E – PROGRAMA RELATIVO AO EXPERIMENTO 3	123
APÊNDICE F – PLANTA BAIXA, CORTES, FACHADA E COBERTURA	126

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> A relação da Domótica com outras ciências, tecnologias e serviços.	12
<b>Figura 2:</b> Linha do tempo da evolução da Domótica.	16
<b>Figura 3:</b> Arquitetura de um ambiente inteligente básico.	23
<b>Figura 4:</b> Crescimento Demográfico – Brasil.	27
<b>Figura 5:</b> Aplicação da tecnologia X10.	39
<b>Figura 6:</b> Tecnologia KNX.	43
<b>Figura 7:</b> Tecnologia Z-Wave.	45
<b>Figura 8:</b> Redes estruturadas de uma instalação residencial.	47
<b>Figura 9:</b> Ilustração de uma instalação centralizada através de sistema de cabeamento.	48
<b>Figura 10:</b> Planta baixa da Adaptive House com a localização dos sensores.	56
<b>Figura 11:</b> Planta baixa da MavHome com a localização dos sensores.	57
<b>Figura 12:</b> Projeto Gator Tech com a localização dos dispositivos inteligentes.	58
<b>Figura 13:</b> (a) Detalhe das tomadas inteligentes e (b) sensores de pressão instalados no piso.	60
<b>Figura 14:</b> Visão da sala instrumentada com sensores.	62
<b>Figura 15:</b> Disposição dos sensores na “Ubiquitous Home”.	63
<b>Figura 16:</b> Malha de sensores de força.	66
<b>Figura 17:</b> Parâmetros dos passos do usuário.	67
<b>Figura 18:</b> Interface do sistema através de tela de toque.	67
<b>Figura 19:</b> (a) Visão da sala do HomeLab (Philips) e (b) visão da sala de controle.	69
<b>Figura 20:</b> Sensores que transmitem informações sobre possíveis mudanças de comportamento do usuário.	71
<b>Figura 21:</b> Robô aspirador de pó autônomo iRobot Roomba Pet Series.	72
<b>Figura 22:</b> Linha de Tempo aproximada do desenvolvimento previsto para robôs.	72
<b>Figura 23:</b> Planta baixa do ambiente inteligente do projeto RoboMaidHome.	73
<b>Figura 24:</b> Estrutura física do ambiente inteligente RoboMaidHome.	74
<b>Figura 25:</b> HRP em serviço de assistência motora.	74
<b>Figura 26:</b> Robô HRP-4.	75

<b>Figura 27:</b> (a) Painel Intuitivo Controllar e (b) controle remoto universal.	78
<b>Figura 28:</b> Grua de teto para movimentação de elevação.	81
<b>Figura 29:</b> (a) Ascensores e (b) elevadores internos.	82
<b>Figura 30:</b> Vaso sanitário automatizado (Porcher Electronic).	82
<b>Figura 31:</b> Robô HECTOR.	83
<b>Figura 32:</b> Unidade robótica RP-7i em teste no Hospital Getúlio Vargas.	84
<b>Figura 33:</b> Planta baixa da sugestão de projeto da cartilha da CEF (tipologia 1).	86
<b>Figura 34:</b> Visualização aproximada das cotas do projeto sugerido pela Cartilha da CEF.	87
<b>Figura 35:</b> Planta baixa do projeto proposto.	88
<b>Figura 36:</b> Planta humanizada do projeto proposto.	89
<b>Figura 37:</b> Vista superior e em perspectiva da planta humanizada do projeto proposto.	90
<b>Figura 38:</b> Vistas laterais em perspectiva da planta humanizada do projeto proposto.	90
<b>Figura 39:</b> (a) Exemplo de rede com topologia em estrela e (b) em anel.	92
<b>Figura 40:</b> Exemplo de posicionamento de tomadas (Norma TIA570B).	93
<b>Figura 41:</b> Cabos próprios para pré-automação.	94
<b>Figura 42:</b> Planta do esquema elétrico específico para pré-automação.	95
<b>Figura 43:</b> Instalação elétrica convencional e automatizada.	96
<b>Figura 44:</b> (a) Exemplos de conectores multiuso e (b) interruptores usados em automação.	96
<b>Figura 45:</b> Modelo em escala reduzida 1:20.	97
<b>Figura 46:</b> Montagem das instalações.	98
<b>Figura 47:</b> Esquema da ligação <i>WIRELESS</i> (RF).	99
<b>Figura 48:</b> Esquema da ligação <i>POWERLINE</i> (X10).	100
<b>Figura 49:</b> Placa ARDUINO UNO.	101
<b>Figura 50:</b> Interface de potência de 8 canais.	101
<b>Figura 51:</b> Esquema de ligação do CLP.	103
<b>Figura 52:</b> Esquema de controle via <i>Internet</i> .	104

## ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Objetivos específicos.	3
<b>Quadro 2</b> – Vantagens da Domótica.	17
<b>Quadro 3</b> – Desvantagens da Domótica.	18
<b>Quadro 4</b> – Sistemas autônomos.	22
<b>Quadro 5</b> – Proposta de classificação da casa inteligente.	24
<b>Quadro 6</b> – Áreas de concentração de infraestrutura física e lógica.	37
<b>Quadro 7</b> – Características dos sistemas <i>WIRELESS</i> .	43
<b>Quadro 8</b> – Principais grupos de trabalho internacionais.	49
<b>Quadro 9</b> – Descrição das normas mais utilizadas em redes domiciliares no Brasil.	51
<b>Quadro 10</b> – Dispositivos integrados ao projeto Gator Tech.	59
<b>Quadro 11</b> – Número máximo de cabos por tubulação.	94
<b>Quadro 12</b> – Atividades do terceiro experimento.	102

## CONVENÇÕES TIPOGRÁFICAS

As convenções seguintes são utilizadas nesta dissertação para identificar certos tipos de informação:

CONVENÇÃO	DESCRIÇÃO
MAIÚSCULAS	siglas ou acrônimos
<i>Itálico</i>	palavras ou expressões em língua estrangeira ou palavras em português com significado ligeiramente diferente do habitual já definidas anteriormente no texto
CAIXA ALTA	termos ou expressões sob definição

## SIGLAS

<b>ABINEE</b>	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica.
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
<b>ABRASIP</b>	Associação Brasileira de Engenharia de Sistemas Prediais.
<b>ACHE</b>	Adaptive Control of Home Environment.
<b>ANATEL</b>	Agência Nacional de Telecomunicações.
<b>ANEEL</b>	Agência Nacional de Energia Elétrica.
<b>ANSI</b>	American National Standards Institute.
<b>AR</b>	Automação Residencial.
<b>ASBEA</b>	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura.
<b>AURESIDE</b>	Associação Brasileira de Automação Residencial.
<b>BCI</b>	BATiBus Club International.
<b>BICSI</b>	Building Industry Consulting Service International.
<b>SIG</b>	Special Interest Group.
<b>CABA</b>	Continental Automated Buildings Association.
<b>CC</b>	Central de Conectividade.
<b>CEA</b>	Consumer Electronics Association.
<b>CEBus</b>	Consumer Electronics Bus
<b>CEDOM</b>	Asociación Española de Domótica.
<b>CEF</b>	Caixa Econômica Federal.
<b>CEFET-CE</b>	Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará.
<b>CERTIEL</b>	Associação Brasileira de Certificação de Instalações Elétricas.
<b>CFTV</b>	Circuito Fechado de TV.
<b>CLP</b>	Controlador Lógico Programável.
<b>DIGA</b>	DIGital Automation in Monitoring and Control using GINGA Technology.
<b>ECG</b>	Eletrocardiograma.
<b>EIA</b>	Electronic Industries Association.
<b>EIB</b>	European Installation Bus.
<b>EHS</b>	European Home Systems.
<b>EUA</b>	Estados Unidos da América.
<b>EURON</b>	European Robotics Research Network.
<b>FAAP</b>	Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteado.

<b>GE</b>	General Electric.
<b>HDMI</b>	<i>High-Definition Multimedia Interface.</i>
<b>HIS</b>	Habitação de Interesse Social.
<b>Home API</b>	Home Application Programming Interface.
<b>Home AVI</b>	Home Audio Video Interoperability.
<b>Home PNA</b>	Home Phonenumber Networking Alliance.
<b>Home RF</b>	Wireless Communications Technologies.
<b>HPA</b>	Homeplug Powerline Alliance.
<b>HRP</b>	Humanoid Robotics Project.
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers.
<b>IHA</b>	Internet Home Alliance.
<b>IME</b>	Instituto Militar de Engenharia.
<b>INMETRO</b>	Instituto Nacional de Metrologia.
<b>IP</b>	Protocolo de <i>Internet</i> .
<b>IR</b>	Infravermelho.
<b>KITECH</b>	Korea Institute of Industrial Technology.
<b>Konnex</b>	Konnex Association.
<b>LAR</b>	Laboratório de Redes de Computadores.
<b>LCD</b>	<i>Liquid Cristal Display.</i>
<b>MavHome</b>	Managing an Adaptive Versatile Home.
<b>MIT</b>	Massachusetts Institute of Technology.
<b>NBR</b>	Norma Brasileira.
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde.
<b>OSGI</b>	Open Services Gateway Initiative.
<b>PARC</b>	Palo Alto Research Center.
<b>PC</b>	Computador Pessoal.
<b>PIH</b>	PIMENTER INTELLIGENT HOME.
<b>PLC</b>	PowerLine Carrier.
<b>PROCEL</b>	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.
<b>PROCOBRE</b>	Instituto Brasileiro do Cobre.
<b>QA</b>	Quadro de Automação.
<b>QAC</b>	Quadro de Automação Central.
<b>QC</b>	Quadro de Conectividade.

<b>QE</b>	Quadro Elétrico.
<b>RF</b>	Radiofrequência.
<b>RFID</b>	<i>Radio Frequency Identification Device.</i>
<b>RG</b>	<i>Radio Guide.</i>
<b>RX</b>	Receptor.
<b>SINDICEL</b>	Sindicato da Indústria de Condutores Elétricos, Laminação e Trefilação de Metais Não Ferrosos da Cidade de São Paulo.
<b>TI</b>	Tecnologia da Informação.
<b>TIA</b>	Telecommunication Industries Association.
<b>TIC</b>	Tecnologia da Informação e Comunicação
<b>TICA</b>	Tecnologia da Informação, Comunicação e Automação.
<b>TX</b>	Transmissor.
<b>UHF</b>	<i>Ultra High Frequency.</i>
<b>UTP</b>	<i>Unshielded Twisted Pair.</i>
<b>VAC</b>	Voltagem de corrente Alternada.
<b>VDC</b>	Voltagem de Corrente Contínua.
<b>WTH</b>	Welfare Techno Houses.
<b>ZigBee</b>	ZigBee Alliance.
<b>Z-Wave</b>	Z-Wave Alliance.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

Com o advento de novas tecnologias, dos computadores e da *Internet*, o mundo moderno tem sofrido mudanças importantes em vários aspectos, principalmente os tecnológicos e sociais. Particularmente, a habitação, tema deste estudo, tem atraído forte interesse das comunidades técnicas e científicas, com foco no emprego de uma nova ciência para promover principalmente o bem-estar social, conforto e qualidade de vida: a Domótica.

A Domótica é uma ciência aparentemente recente, apesar de sua ideia ter origem antiga, que tem a pretensão de fazer a gestão de todos os recursos habitacionais. Ela consiste, basicamente, na automação doméstica das habitações (casa, escritório ou residência), fazendo uso da junção multidisciplinar de muitas especialidades, mais especificamente eletricidade, mecânica, telecomunicações e informática, na tradução de qualidade de vida para seus moradores e usuários, gerando conforto, segurança, lazer, comunicação e racionalização de energia. Tudo isso com utilização eficaz dos recursos e com sustentabilidade.

A ideia de se desenvolver uma residência inteligente que interaja com o usuário, como se ela fosse uma entidade invisível é uma meta bem difícil e ainda está longe de ser alcançada, porém bons passos já foram dados.

A análise do meio urbano sob o ponto de vista da Domótica é, ainda hoje, assunto pouco explorado. Alguns autores pesquisaram esse tema, mesmo assim concentrando seus estudos mais nas arquiteturas de sistemas eletrônicos e computacionais, avaliando pouco, porém, as consequências da integração desses serviços e equipamentos no ambiente urbano e na sociedade.

O interesse pelo tema surgiu como um desafio, despertado a partir da constatação sobre a falta de estudos em cima do assunto. O presente trabalho resulta, portanto, de uma série de discussões e reflexões sobre a questão da Domótica na habitação das cidades. Será que elas vão estar preparadas para lidar com essa tecnologia? Será que existe no Brasil alguma legislação e, se existe, estará sendo respeitada? Será que as cidades tornar-se-ão dependentes dessa nova tecnologia?

É fato, nos dias atuais e com o atual estilo de vida urbano, que as cidades tendam a se tornar cada vez mais dependentes das novas tecnologias, devendo proporcionar infraestrutura que permita integrar o espaço físico ao virtual.

O mercado imobiliário está começando a se adequar a essa nova realidade da Domótica, onde o edifício inteligente já aparece, otimizando a oferta dos serviços do condomínio e conjugando o mesmo com a residência. Essa inovação está cada vez mais se traduzindo em um diferencial na opção de compra de novas habitações, sem falar na valorização das atuais através de suas adaptações. Sua incorporação também tem contribuído para mudar desde as relações familiares até a estrutura das cidades.

O planejamento das novas edificações e a reestruturação das habitações existentes também será essencial para a integração das novas tecnologias domóticas na procura de maior sustentabilidade, melhoria da qualidade de vida, conforto e adaptabilidade da própria habitação, além da promoção da inclusão social dos cidadãos, principalmente os idosos e pessoas com alguma incapacidade. Um dado reconhecido pelas pesquisas é que a população no mundo está ficando mais velha e muitas pessoas querem ficar nas suas casas o máximo de tempo possível. Para isso, um ambiente com arquitetura favorável, que promova uma vida independente se torna muito importante.

Atualmente, existe uma proporção pequena da população mundial que faz uso de sistemas domóticos de forma mais intensa, onde as barreiras quanto ao uso ocorrem principalmente devido à falta de conhecimento e o custo da tecnologia, que ainda é considerado alto, aliado a inexistência de um padrão de projetos elétricos de habitações que comportem as exigências do mundo moderno. Porém, da mesma forma como aconteceu no passado, o avanço da tecnologia e a consequente diminuição do preço de mercado dos novos equipamentos, devido a uma possível demanda, atrelado a uma atualização dos conceitos de projetos elétricos na construção proporcionarão a entrada desses sistemas nos domicílios, a ponto de tornarem-se itens essenciais a uma habitação num futuro não muito distante.

Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, onde as taxas de urbanização e crescimento da população urbana são elevadas, porém com baixo padrão de vida no geral, é de se esperar que as cidades demorem por padronizar esse novo conceito de habitação. Porém, a tendência é que a sociedade brasileira

opte cada vez mais por essas mudanças, para acompanhar a evolução global, proporcionando maior inclusão social e diminuição dos impactos ambientais.

## 1.2 OBJETIVOS

Com base nesse enfoque, este trabalho tem por objetivos analisar a Domótica como tendência na habitação do meio urbano e discutir as questões voltadas para a mesma sob vários aspectos, enfatizando os contextos sociais, ambientais e econômicos. Também será feita uma avaliação da integração do uso dessa tecnologia com a habitação para todos os tipos de grupos sociais.

Como objetivos específicos, podem-se destacar, de acordo com o Quadro 1:

**Quadro 1 – Objetivos específicos.**

OBJETIVOS ESPECÍFICOS
Analisar o que está sendo feito sobre Domótica, em termos de padronização, no Brasil e no mundo
Avaliar a implantação de sistemas domóticos no suporte para pessoas idosas e incapacitadas;
Propor um projeto de construção de habitações de interesse social que atenda a todos os grupos sociais, inclusive as pessoas idosas e incapacitadas, apresentando soluções de tecnologia assistiva através da Domótica;
Implementar um laboratório experimental baseado no projeto em estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 1.3 JUSTIFICATIVAS DO TEMA

O tema escolhido tem um caráter atual e possui poucas referências em termos de bibliografia, face ao crescimento da aplicação das tecnologias vigentes no ambiente residencial. Seu estudo também permite análises e ponderações de cunho multidisciplinar abordando diferentes áreas como: medicina, arquitetura e engenharia, entre outras.

A habitação está passando por transformações de cunho social e tecnológico as quais implicam em possíveis mudanças na sua infraestrutura. Suas instalações,

portanto, devem poder se adaptar a situações atuais e futuras. A realização dessa dissertação poderá contribuir para uma reflexão ampla sobre o assunto, promovendo uma interação maior da população com os sistemas domóticos e, como consequência, servir de referência para futuros trabalhos.

#### 1.4 HIPÓTESE

Esta pesquisa trabalhou com a hipótese de que, com a possibilidade de padronização futura de normas e protocolos de comunicação para aplicação na Domótica, o usuário poderá contar, de forma mais intensa, com serviços que proporcionarão qualidade de vida e promoção da sustentabilidade ambiental, econômica e social. Através dessa possibilidade, as autoridades competentes terão que criar normas onde as construtoras terão que migrar para novos padrões de projetos de instalação elétrica estruturada na habitação, que permitirão o maior uso de sistemas domóticos nas residências. Com isso, a habitação poderá atender a todo tipo de aplicações e gerar mais qualidade de vida para a sociedade, principalmente os idosos e incapacitados.

#### 1.5 METODOLOGIA UTILIZADA

A pesquisa teve caráter descritivo, baseada em dados qualitativos, e foi desenvolvida em duas partes: uma teórica e uma prática.

A parte teórica foi do tipo bibliográfica. Foram analisados estudos feitos anteriormente e dados atuais foram fornecidos pelas autoridades pertinentes.

A parte prática envolveu pesquisas de campo junto às empresas/orgãos responsáveis envolvidos, como a Associação Brasileira de Automação Residencial (AURESIDE) e empresas de automação nacionais.

Também foi desenvolvido um estudo onde é mostrado um projeto de habitação de interesse social com modificações que apresentam soluções de acessibilidade e tecnologia assistiva fazendo uso da Domótica. Através desse estudo, foi produzida uma maquete com a intenção de mostrar de forma mais concreta as possíveis soluções apresentadas no estudo analisado.

## 1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação encontra-se estruturada em oito capítulos, incluindo esta introdução e a conclusão, organizada da seguinte maneira:

**Capítulo 1 – Introdução:** Neste capítulo é feita uma apresentação do tema Domótica como tendência na Habitação, com uma visão básica de suas relações com a sociedade atual. O capítulo trata ainda do objetivo, justificativa, hipótese, metodologia utilizada para alcançar seus objetivos específicos e da estruturação da dissertação.

**Capítulo 2 – Domótica na Habitação:** São apresentados os conceitos ligados à Domótica, através de uma gama de definições básicas. Também são mostradas suas características, evolução, bem como vantagens e desvantagens da integração da Domótica com o ambiente e o usuário.

**Capítulo 3 – Aspectos da Domótica no Contexto Habitacional:** Foi feita uma análise dos aspectos sociais, ambientais e econômicos relacionados à Domótica na habitação, como meios de se atingir a sustentabilidade. A forma como a sociedade coabita vem sendo moldada de acordo com fatores que incluem a tecnologia como forma de transformação de ideias e hábitos no contexto habitacional.

**Capítulo 4 – Tecnologias, Padronização e Normas:** Neste capítulo é feita uma discussão sobre os principais padrões de redes domiciliares e tecnologias aplicadas, bem como uma análise do panorama das normas envolvendo instalações domóticas.

**Capítulo 5 – Pesquisas com Ambientes Inteligentes pelo Mundo:** São abordadas pesquisas com ambientes inteligentes no Brasil e no mundo, por instituições acadêmicas e empresas corporativas, considerando basicamente os aspectos tecnológicos, econômicos e sociais.

**Capítulo 6 – A Domótica como Suporte para Idosos e Incapacitados:** Este capítulo mostra como a Domótica pode ser aplicada como ferramenta de suporte para idosos e incapacitados, expondo interfaces, serviços e produtos que trazem efeitos positivos no âmbito social, físico e psicológico para esse grupo específico.

**Capítulo 7 – Projeto de Habitações de Interesse Social com Foco nos Idosos e Incapacitados:** Neste capítulo é apresentado um projeto elaborado a partir de uma tipologia existente, o qual foi trabalhado no sentido de mostrar todos os passos para a elaboração de uma habitação de interesse social que atenda a todos os grupos

sociais e que tenha infraestrutura que permita acompanhar a evolução da tecnologia. Também foi feito um modelo para servir de laboratório experimental, apresentando algumas soluções de Domótica especialmente voltadas para os idosos e incapacitados, servindo de motivação para futuras experiências.

**Capítulo 8** – Considerações Finais: Este capítulo conclui a pesquisa sobre a aplicação da Domótica na habitação, sugerindo algumas complementações para trabalhos futuros.

## 2 DOMÓTICA NA HABITAÇÃO

### 2.1 INTRODUÇÃO

A tecnologia modificou de forma irreversível a maneira como a sociedade atual se relaciona, como a população trabalha e de que forma ela ocupa o seu tempo em casa. O acesso à informação e as facilidades de se trabalhar na residência ilustram bem como a sociedade tem evoluído ao longo da última década. Pode-se dizer que a natureza e a função da casa estão mudando consideravelmente, o que proporciona transformações na medida em que atinge as relações sociais, a interação familiar, a vida diária e a estrutura da cidade. A rapidez com que as tecnologias da informação e as automações domésticas estão sendo introduzidas na vida da sociedade está mudando o conceito de habitação, o que ela pode proporcionar, e de que forma ela terá de evoluir para atender as necessidades atuais da população. O que até muito pouco tempo era conveniente, agora não passa do básico e as tendências atuais em termos tecnológicos e sociais fazem com que seja reavaliado o conceito de “habitar”.

As crescentes exigências da sociedade com relação ao conforto para a habitação se somam com a possibilidade de melhorar o desempenho de questões como a da sustentabilidade ambiental onde a gestão de recursos naturais, principalmente a água e a energia, se fazem presentes na diminuição dos desperdícios e conseqüentemente numa diminuição de custos financeiros.

Outro fator relevante nessa integração habitação – tecnologia é a promoção da sustentabilidade social, onde a capacidade de acesso a serviços aumenta, proporcionando uma maior participação da sociedade, assim como uma maior autonomia na execução de tarefas domésticas, principalmente por parte de grupos sociais com alguma deficiência ou incapacidade, e idosos (ELOY *et al.*, 2010).

A adaptação de novas funções na habitação obriga a novas abordagens no projeto do espaço doméstico e a um novo desenho, com a possibilidade de formar ambientes multifuncionais onde se possa, por exemplo, trabalhar em casa através de teletrabalho (trabalho à distância) ou mesmo auxiliar no tratamento de pessoas enfermas. A necessidade de espaço físico, juntamente com a flexibilidade e integração dos espaços habitacionais provocam também a necessidade da existência de soluções de construção e arquitetura para alocação física da

infraestrutura a ser incorporada, além de uma compatibilidade das redes de serviço das cidades através de novas articulações.

As modificações integradas e interativas na habitação elevam a mesma para o patamar de uma habitação considerada “inteligente”, onde a automação residencial é inserida de forma adequada e funcional, com o objetivo de simplificar a vida dos habitantes.

Para uma melhor compreensão dos aspectos ligados e considerados pertinentes a essas modificações, é preciso, de início, definir alguns conceitos básicos.

## 2.2 CONCEITOS BÁSICOS

### 2.2.1 Habitação

Segundo Abiko (1995), a habitação é um espaço onde as necessidades físicas do ser humano são satisfeitas na medida em que ele proporciona segurança e abrigo face às condições climáticas; as necessidades psicológicas também, ao permitir um sentido de espaço pessoal e particular; e as necessidades sociais, na medida em que proporciona uma área e um espaço comum para a família, a unidade base da sociedade. Além de ser o local de tarefas domésticas, em muitas sociedades, a habitação também acaba preenchendo as necessidades econômicas ao funcionar como local de trabalho (ABIKO, 1995). Pode-se dizer que é um bem de consumo exclusivo, potencialmente durável, com tempo de vida geralmente superior a 50 anos.

Na arquitetura, a função da habitação também consiste em transmitir algum significado para o usuário e pessoas do seu grupo e fora dele. A casa pode ser ligada, subjetivamente, ao sucesso econômico e uma posição social mais alta na sociedade.

Segundo Fernandes (2003), a habitação pode desempenhar três funções: social, ambiental e econômica. Como função social, ela deve atender aos quesitos básicos de habitabilidade, segurança e salubridade. Na função ambiental, é imprescindível que ela esteja integrada ao meio urbano, onde a infraestrutura e as redes de serviço básicas, como transporte, saúde, educação e lazer sejam disponibilizadas. Como função econômica, a habitação mobiliza vários setores da economia local, influenciando mercados imobiliários e de bens e serviços. O setor de

construção da habitação também responde por parcela significativa da atividade do setor de construção civil.

### **2.2.1.1 Habitação de Interesse Social**

Segundo Larcher (2005), a Habitação de Interesse Social (HIS), no Brasil, é definida como uma série de soluções de moradia voltadas à população de baixa renda, cuja necessidade dessa classe social é alta e imediata. A HIS é necessariamente induzida pelo poder público, onde a obra é financiada por ele, mas não necessariamente produzida pelos governos, podendo a sua produção ser assumida por empresas, associações e outras formas instituídas de atendimento à moradia. Sua destinação, sobretudo são as faixas de população de baixa renda que são objeto de ações inclusivas, notadamente as faixas até três salários mínimos, no Brasil. Embora o interesse social da habitação se manifeste principalmente em relação ao aspecto de inclusão das populações de menor renda, pode também manifestar-se em relação a outros aspectos, como situações de risco, preservação ambiental ou cultural.

A Habitação de Interesse Social e suas variáveis interagem com uma série de fatores sociais, econômicos e ambientais, e é garantida constitucionalmente como direito e condição de cidadania. Entretanto, para se fazer cumprir estas garantias no Brasil, observam-se inúmeros desafios a serem superados, sobretudo fatores que se impõem como obstáculos ao desenvolvimento da sociedade como um todo. Indicadores como Renda, Educação, Distribuição Populacional e Alterações Sócio-Culturais são importantes para a expansão da HIS (LARCHER, 2005).

### **2.2.2 Conforto e Qualidade de Vida**

Existe uma dificuldade muito grande de se conceituar tanto conforto quanto qualidade de vida, devido a sua difícil mensuração. A qualidade de vida é um alvo de reflexão, uma vez que ela é muito subjetiva e se baseia na experiência de vida de cada pessoa. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), ela envolve o bem estar físico, mental, psicológico e emocional, além de relacionamentos sociais, não devendo ser confundida com padrão de vida, a qual mede a qualidade e a quantidade dos bens e serviços disponíveis. A subjetividade do nível de felicidade e de satisfação quanto aos diferentes aspectos da vida é o principal determinante no julgamento positivo ou negativo da qualidade de vida.

Já o conforto, segundo NEVES-ARRUDA *et al.* (1989); também de forma subjetiva, traduz o resultado da integração corpo-mente-espírito do ser humano na relação consigo mesmo, em que a pessoa sente-se, no âmbito social, em um ambiente familiar, segura, em controle, e é capaz de passar e viver tanto quanto possível uma vida normal, desempenhando seus papéis usuais. O conforto também pode significar a relação com o ambiente, onde fatores como temperatura, acústica, visual, ergonomia e qualidade do ar se tornam variáveis que proporcionam um determinado grau de satisfação física e mental ao usuário (MUSSI, 1996).

A qualidade de vida não está no conforto que se pode ter, mas sim nos benefícios que este conforto pode vir a proporcionar.

### **2.2.3 Sustentabilidade**

A palavra “sustentabilidade” sugere conservação. Segundo o Relatório de Brundtland (1987), somente através de uma postura ética em relação à preservação e melhora do meio ambiente caracterizada pelo desafio de uma responsabilidade tanto entre as gerações quanto entre os integrantes da sociedade atual, será possível proporcionar a melhora do ambiente humano - um objetivo a ser alcançado juntamente com o desenvolvimento econômico e social.

Sustentabilidade é disponibilizar o melhor para o meio ambiente e a sociedade por intermédio de estratégias inovadoras. O desenvolvimento sustentável ligado à habitação tem como objetivo uma estratégia eficaz de integração de soluções para resolver vários problemas de ordem econômica, ambiental e social, como inclusão social, saúde pública, consumo e produção sustentáveis, e conservação e gestão dos produtos naturais.

### **2.2.4 Redes de Serviço e Infraestrutura**

A infraestrutura é o elemento estruturador para a formação de uma cidade. Ela, juntamente com as redes de serviço, formam os atores que compõem um processo de produção de fluxos articulados em rede, seja de bens ou serviços, de uma sociedade (KLEIMAN, 2001).

Segundo Kleiman (2001), a função da infraestrutura é dar habitabilidade e acessibilidade através de redes de serviço, onde nenhuma rede é autárquica nem autônoma. Sua função, portanto, é servir de base para o desenvolvimento de outras atividades na sociedade. Como exemplos de infraestrutura urbana, podem-se incluir

as redes físicas de distribuição de água e coleta de esgotos, as redes de drenagem, as redes de distribuição de energia elétrica, redes de comunicações e sistema viário. Entre os serviços urbanos, podem-se citar as atividades desenvolvidas no âmbito dessas redes, de forma que atendam às necessidades coletivas.

Os equipamentos sociais ligados à habitabilidade compreendem as edificações e instalações destinadas às atividades relacionadas com educação, saúde, lazer, entre outros (KLEIMAN, 2001).

### **2.2.5 Automação Residencial**

Os sistemas de automação e controle são muito importantes para o mundo atual. Estão inseridos em praticamente todos os ambientes e atividades das mais diversas áreas. Segundo Mamede Filho (2010), por Automação entende-se a capacidade de se executar comandos, obter medidas, regular parâmetros e controlar funções automaticamente, sem a intervenção humana.

Automação também é sinônimo de integração, ou seja, pode ser produto de um ou mais sistemas que permite que um dispositivo seja controlado de modo inteligente, mais evoluído que o estado mais simples, tanto individualmente quanto em conjunto, para uma função específica (PINHEIRO, 2004).

A Automação pode ser dividida em três ramos principais: Automação Industrial, Automação Comercial ou Predial e Automação Residencial.

A Automação Residencial (AR) consiste no uso da automação nas residências, fazendo uso de equipamentos eletroeletrônicos e eletromecânicos para controle de processos que levem ao conforto e segurança dos seus usuários.

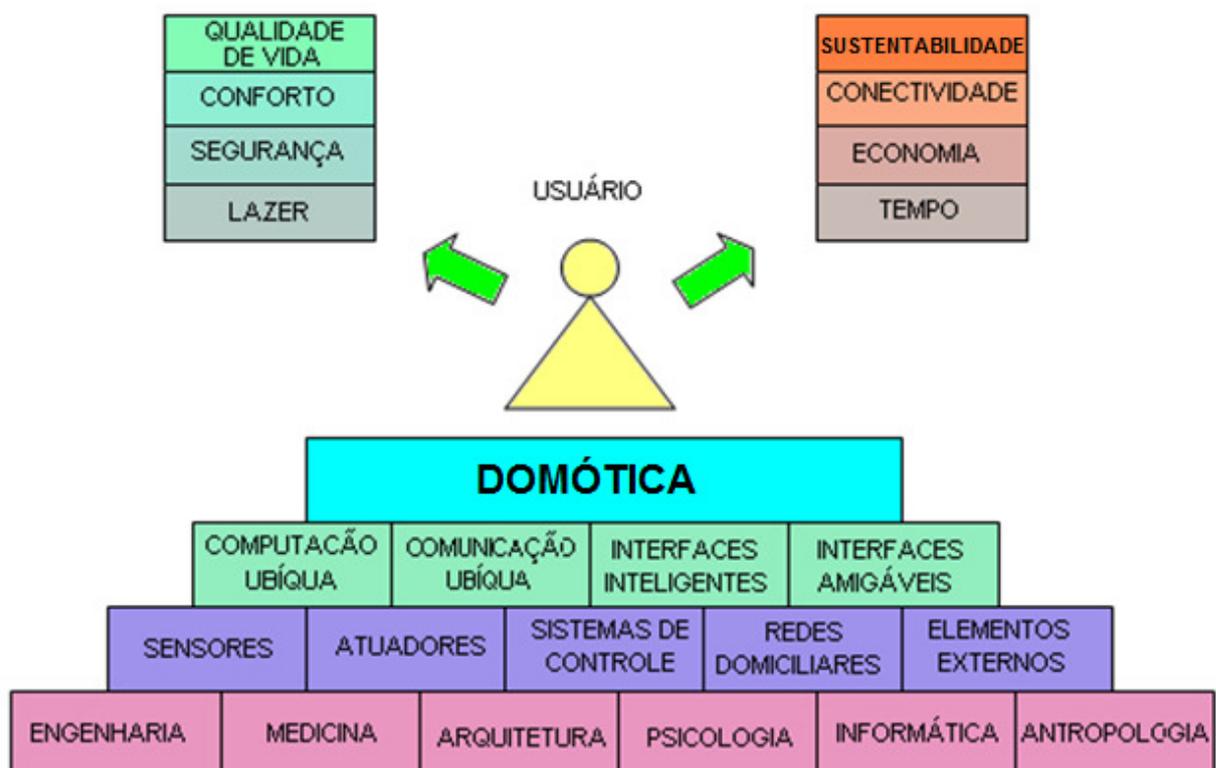
Reverendo as últimas décadas de história, a AR tem tido dificuldades de progresso no desenvolvimento de equipamentos e sistemas para o uso residencial. Por ter a existência de um usuário padrão, as automações industriais e prediais possuem um planejamento das instalações e equipamentos de forma facilitada, atendendo a maioria dos usuários. No caso da AR, o usuário interage e interfere no sistema o tempo todo, criando diversas dificuldades na concepção de um equipamento eletrônico dedicado ao ambiente residencial (BOLZANI, 2004)..

Nessa nova dimensão, a AR cede o lugar de destaque para ser incorporada em uma nova ciência denominada Domótica, onde pode-se dizer que a mesma é uma evolução da automação residencial.

## 2.3 CONCEITO DE DOMÓTICA

O termo “Domótica” resulta da junção da palavra do latim “*Domus*” (casa) com a do tcheco “*Robota*” (servo), sugerindo controle automatizado de algo na casa. Outra forma muito usada de se designar essa nova ciência é chamar a mesma de “Ambientes Inteligentes” ou “*Smart Homes*”, como é conhecida nos Estados Unidos e em alguns outros países de língua inglesa (CHAN *et al.*, 2008).

Com caráter multidisciplinar, a Domótica agrega vários conceitos de outras ciências como Arquitetura, Engenharia, Ciência da Computação, Medicina, Antropologia e Psicologia a fim de estudar todas as necessidades do usuário frente às possibilidades oferecidas pela integração dos serviços e tecnologias aplicadas à residência e suas interações com a mesma (BOLZANI, 2010). A Figura 1 permite uma visualização dessa relação entre a Domótica e o usuário.



**Figura 1 - A relação da Domótica com outras ciências, tecnologias e serviços.**

Fonte: Elaborada pelo autor.

O objetivo maior da Domótica é simplificar a vida do habitante, facilitando a sua interação com o ambiente interno e externo. Ela permite a realização desde

tarefas simples a impraticáveis ou de realização difícil, como realizar alguma atividade ou função fora de alcance ou que tenha que ser desempenhada de forma simultânea com outra (ALDRICH, 2003).

Segundo Aldrich (2003), a expectativa é que os equipamentos de uma residência, principalmente os aparelhos eletrodomésticos, sejam conectados em rede, de forma que possam ser gerenciados através de comandos e monitoramentos remotos e interativos, tanto internos quanto externos à habitação, por um sistema que, inclusive, se permita aprender as preferências de seus habitantes, através de sua identificação. Isso permitirá o aumento da qualidade de vida para seus moradores e usuários, proporcionando conforto, segurança, lazer, comunicação e racionalização de energia. Tudo isso com utilização eficaz dos recursos e com sustentabilidade.

As casas em que seus ambientes são formados tomando como base esse conceito de interatividade são chamadas de casas inteligentes, ou *smart homes*, onde a computação ubíqua ou “invisível” é uma ferramenta bastante utilizada tanto na assistência ao usuário quanto na análise do funcionamento das mesmas (ALDRICH, 2003).

## 2.4 A EVOLUÇÃO DA DOMÓTICA NA HABITAÇÃO

A compreensão da evolução da tecnologia é de grande importância para se entender como a Domótica evoluiu na Habitação. O desenvolvimento de tecnologias de infraestrutura no início do século XX, como as redes de gás, água e esgoto, e eletricidade fizeram com que a Habitação se conectasse com o meio externo, tornando-se um nó de uma grande rede (FORTY, 1986). Nos dias atuais, essa rede aumentou ainda mais seu poder de conexão com o mundo inteiro através da *Internet*.

Fazendo um breve histórico da Domótica, pode-se dizer que após a inserção da energia elétrica nas cidades, tornando-se parte do seu sistema, a sociedade começou a conviver com a possibilidade cada vez maior de contar com aparelhos automatizados que fizessem inclusive todas as tarefas diárias de uma residência (ALDRICH, 2003).

De acordo com Forty (1986), a partir do ano de 1900, o desenvolvimento da eletricidade trouxe grandes mudanças no ambiente habitacional, com a criação de

vários aparelhos eletrodomésticos, que faziam uso de motores elétricos e substituíam os trabalhos manuais através da automação. Máquinas de costura, lava-roupas, lava-louças e aspiradores de pó entravam nas casas com promessas de diminuição de tempo de tarefas domésticas para este ser usado mais em diversão e atenção à família. Porém a eletricidade não era tão barata quanto o gás e precisava inclusive ser subsidiada. Somente as casas de alta classe possuíam mais de duas tomadas de energia. Havia na época, inclusive, receios com relação a choques e mitos de pessoas que teriam morrido eletrocutadas (FORTY, 1986).

Segundo Forty (1986), entre 1915 e 1940, muitos aparelhos de sala e cozinha foram criados, como o rádio, a televisão e a geladeira, e o seu uso foi bastante acentuado, fazendo com que a indústria de eletrodomésticos ficasse bastante motivada e proporcionando uma queda nos preços. Nessa época, a população já havia se familiarizado mais com a energia elétrica. Com o desenvolvimento desses novos equipamentos, houve um grande incentivo para os donos de imóveis investirem em infraestrutura. Segundo Bolzani (2010), neste período, começam a surgir as primeiras “Casas do Futuro”, com forte apelo para a venda de eletrodomésticos. A General Electric (GE) e Westinghouse, grandes indústrias concorrentes na época, construíram casas que serviram de mostruário para seus produtos e também novos conceitos de infraestrutura, com muitas inovações em termos de arquitetura, onde eram demonstradas novas técnicas de construção e aplicação de materiais, combinados com automação. Essa era, vivida durante a Primeira e Segunda Guerras, proporcionou avanços na tecnologia e mudanças de comportamento da civilização, que já se demonstrava dependente do que antes se acreditava ser conveniente. A computação analógica também já começava a despontar no campo da Engenharia (BOLZANI, 2010).

A partir de 1945, segundo Aldrich (2003), o projeto das casas já havia sofrido mudanças, de forma que o conceito de sala de TV foi introduzido e as cozinhas já eram obrigadas a comportar lugares para geladeiras e máquinas de lavar roupas. O sucesso da integração dos eletrodomésticos nas casas já proporcionava progresso nas moradias no sentido de gerar diminuição do trabalho, higiene, segurança e conforto.

Segundo Satpathy (2006), a partir de 1960, os eletrodomésticos entravam com força nas casas com a função de diminuir as tarefas domésticas, popularizando-se, graças aos preços acessíveis. A radiofrequência (RF) já surgia como alternativa

de controle remoto para vários equipamentos à distância. O microchip foi inventado e tornou a miniaturização de circuitos uma realidade, possibilitando a construção de equipamentos cada vez mais acessíveis e menores. A tecnologia da automação ganhou força a partir de 1970, quando os microprocessadores e os computadores entraram em cena e a sociedade começou a imergir em automações com mais frequência na indústria.

Consolidada a automação industrial, o comércio foi o próximo contemplado com as tecnologias de automação. Nesse período, surgiram os chamados "prédios inteligentes", normalmente voltados para uso comercial, equipados com sistemas automatizados para atendimento aos serviços de telecomunicações, sistemas de ar condicionado, segurança patrimonial e controle de acesso, controle de temperatura, entre outros (ALDRICH, 2003).

Posteriormente, surge o desenvolvimento dos sistemas de automação voltados para aplicações prediais e, por volta de 1975, segundo Bolzani (2010), começa-se a pensar na automação residencial interna ou doméstica das habitações. Nessa época, videogames, videocassetes e computadores pessoais começam a entrar nas casas permitindo seu compartilhamento com a televisão e começando a formar a primeira rede de interligação de eletrodomésticos de uma habitação. Nesse período, segundo Bolzani, vários sistemas de comando remoto de sinais de controle para automação de dispositivos inteligentes são criados, considerando-se sinônimos de automação residencial em vários países, entre eles França, Estados Unidos e Japão.

Em 1980, segundo Bolzani (2010), os microprocessadores começam a ser inseridos em vários aparelhos, para o gerenciamento de suas funções. A inserção dos circuitos integrados produziu aumento na confiabilidade dos sistemas de controle, melhoria da apresentação (miniaturização) e redução do consumo de energia. O interesse pelo desenvolvimento de novas aplicações também foi potencializado.

A partir de 1990, o computador pessoal já estava deixando de ser uma ferramenta de trabalho para se tornar também um equipamento de lazer. Apesar disso, ainda não se aproveitava o máximo das vantagens de se ter um computador em casa. Somente com o advento das redes de computadores (*Internet*) é que ele passou a ter características mais integradas ao contexto social da família,

assumindo papéis de gestão de aplicações domésticas, comunicação, lazer e criação de laços com o exterior (ALDRICH, 2003).

Ações de *home shopping* (compras feitas através da *Internet*) e *home banking* (uso de serviços bancários através da *Internet*) são normais hoje, fazendo parte da rotina do usuário da habitação. A tecnologia na habitação já não apresenta tantas dificuldades quanto no começo e até as crianças já tem bastante intimidade com ela.

Atualmente, as indústrias estão investindo no desenvolvimento de padrões de redes de comunicação para a interconexão de aparelhos eletroeletrônicos em ambientes residenciais inteligentes, de forma que se possam criar meios para troca de informações e controle de equipamentos à distância (BOLZANI, 2010).

O maior objetivo em termos de pesquisa hoje, em ambientes inteligentes, está na busca da interação através de formas mais naturais, da relação homem-máquina, onde o computador funcionaria como uma entidade invisível e a comunicação seria feita através de voz ou expressões gestuais.

Através da Figura 2, pode-se ver um resumo da linha do tempo da evolução da Domótica até os dias atuais, onde a Nanotecnologia e a Robótica poderão fazer parte no futuro.

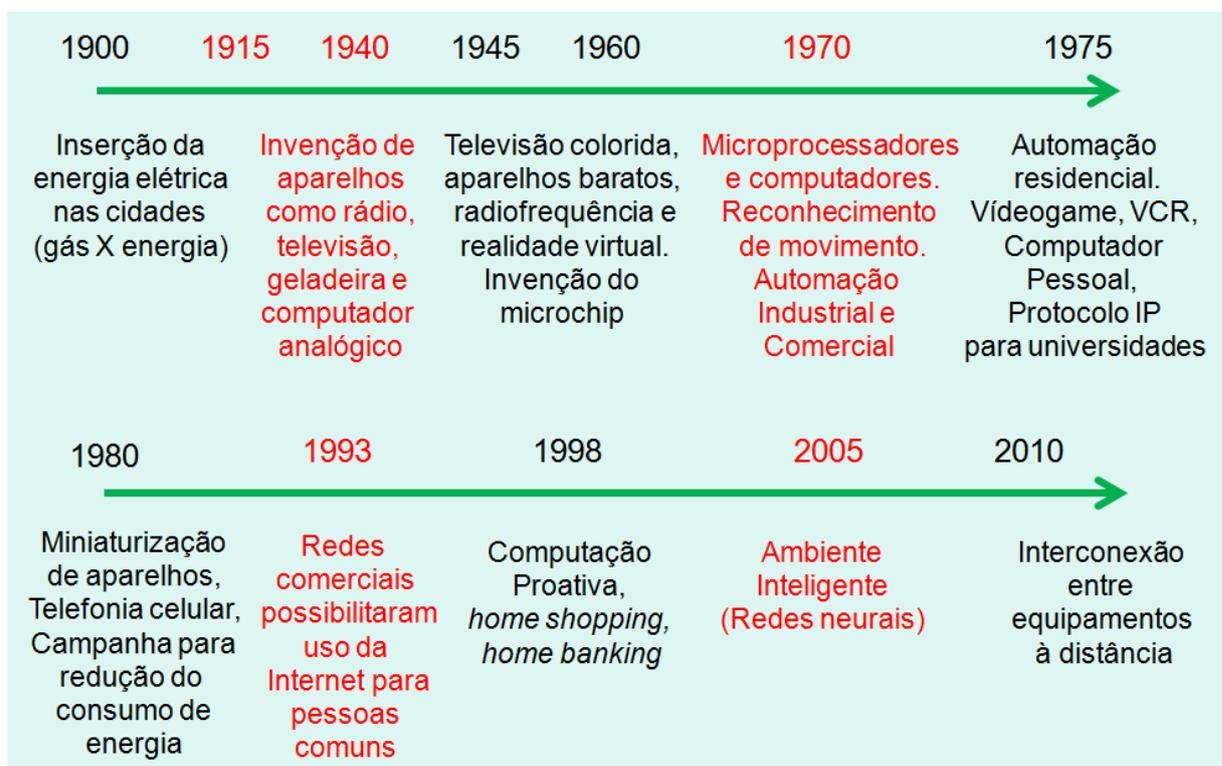


Figura 2 – Linha do tempo da evolução da Domótica.

Fonte: Elaborada pelo autor.

## 2.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA DOMÓTICA

Existem inúmeras vantagens que podem ser observadas com a aplicação da Domótica na habitação, se comparadas com sistemas isolados, ao que se pode destacar no Quadro 2.

**Quadro 2 – Vantagens da Domótica.**

<b>VANTAGENS DA DOMÓTICA</b>
A sua utilização de forma apropriada permite a gestão de gastos energéticos, através de funções de regulação da intensidade térmica e luminosa, conjuntamente com sensores de movimento, luz solar e temperatura e também levando em conta hábitos e horários
Possibilitar usos mais apropriados do tempo
Diminuir a execução e o tempo de tarefas repetitivas e mecânicas
Praticidade
Segurança para a residência e usuários
Baixo custo de disseminação da cultura
Confiabilidade
Ampliar as interações dos usuários à distância
A convergência digital permite a diminuição de custos de equipamentos e serviços, promovendo uma equalização dos níveis de qualidade de vida
Ótimas ferramentas para diminuir a desigualdade social, com acesso à cultura através das redes de computadores
Promoção da inclusão social para todos os grupos sociais, principalmente pessoas com incapacidades, crianças e idosos
Permitir o uso de serviços à distância, bem como cursos educacionais
Introduzir a Telemedicina, com diminuição de custos relativos a acompanhamentos e atendimentos, principalmente em comunidades de cidades de pequeno porte
Lazer e entretenimento
Prevenção de acidentes
Valorização do imóvel
Teletrabalho

Dentre as desvantagens existentes, pode-se citar as principais, que se encontram no Quadro 3:

**Quadro 3 – Desvantagens da Domótica.**

<b>DESVANTAGENS DA DOMÓTICA</b>
O investimento inicial para o consumidor é relativamente alto
Altos custos de manutenção
Redução de postos de trabalho em países subdesenvolvidos
Dificuldade de adaptação de interfaces homem-máquina
Pode desvalorizar as capacidades do ser humano e causar até alguns problemas de saúde quando levado ao extremo
Dificuldade de manuseio e programação
Risco de invasão de privacidade
Dependência de equipamentos e fornecedores
Podem levar à dependência física e psicológica, causando exclusão social

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 2.6 CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DOMÓTICOS

Os sistemas domóticos são formados por um ou mais equipamentos que dispõem de toda “inteligência” necessária para medir uma variável, processá-la e atuar em consequência dela. Porém a grande maioria das soluções existentes realiza apenas uma dessas funções, para proporcionar maior flexibilidade e menor custo de projeto durante sua instalação e integração ao ambiente em questão (ANGEL; FRAIGI, 1993).

Os componentes de um sistema domótico, segundo Angel e Fraigi (1993), podem ser classificados como controlador, atuador, sensor, meios de transmissão e elementos externos.

O controlador: é a unidade central que gerencia o sistema. Nele, reside toda “inteligência” do mesmo e também as interfaces para que o usuário possa inserir e monitorar as informações envolvidas no processo.

O atuador: é o dispositivo de saída responsável por receber uma ordem do controlador e realizar a ação determinada por ele.

O sensor: é o dispositivo que está em permanente monitoramento do ambiente com a finalidade de receber uma informação que será processada pelo controlador.

Quanto ao meio de transmissão, segundo a tecnologia aplicada, existem vários, como fibra ótica, linha telefônica, rede elétrica, rede de computadores dedicada ou *wireless* (rede de computadores sem fio).

Os elementos externos são os elementos e/ou sistemas instalados no ambiente, que serão controlados pelo sistema domótico.

A Domótica caracteriza-se por ser flexível, pois permite a alteração da topologia; escalonável, pois permite a inclusão de novos componentes; atualizável, devido à alteração das funcionalidades existentes e inclusão de novas funcionalidades; e multidisciplinar, por ter a capacidade de se comunicar com as restantes infraestruturas da residência (ANGEL; FRAIGI, 1993).

Segundo Bolzani (2004), com relação às necessidades habitacionais, dois sistemas de características específicas são delineados pela Domótica: sistemas de controle doméstico e sistemas multimídia.

Os sistemas de controle doméstico são aqueles que são encontrados no gerenciamento de dispositivos eletroeletrônicos inseridos na habitação residencial, onde transdutores (transformam o efeito físico em sinal elétrico) atuam como sensores e provêm informações para os controladores que automaticamente tratam os dados e alteram o estado dos atuadores. Como exemplos desses sistemas, podem ser citados controles de temperatura, iluminação, gerenciamento de energia e segurança.

Os sistemas multimídia, por sua vez, são sistemas que gerenciam equipamentos que envolvem áudio, vídeo e telecomunicações, fazendo o controle do envio, tratamento e recebimento das informações envolvidas.

Quanto ao nível de automação, segundo, os sistemas residenciais onde a Domótica se faz presente possuem três, os quais são chamados de sistemas autônomos, integrados e complexos (SILVA, 2009).

Os sistemas autônomos são caracterizados por serem independentes, atuando apenas sobre um dispositivo eletroeletrônico único, ou seja, não há interação entre dispositivos. Sua ação é de “Liga / Desliga”. Um exemplo é o sensor de presença, que aciona um ponto de luz quando o usuário entra no local.

Os sistemas integrados são caracterizados pela existência de diferentes sistemas, projetados individualmente, mas com funcionamento integrado entre eles (controle remoto universal, por exemplo). São equipamentos controláveis, com inteligência central (concentrada em um ponto) ou distribuída.

Os sistemas complexos são personalizados de acordo com as necessidades do usuário. O sistema é gerenciador, servindo para programar o ambiente em questão. Uma infraestrutura adequada se faz necessária, onde a integração é feita totalmente por software. Neste caso, enquadra-se a “casa inteligente”, um ambiente com grande nível de interação (SILVA, 2009).

Quanto ao nível de computação embarcada nos equipamentos, quatro definições se fazem necessárias para caracterizar sua estrutura: Computação móvel, pervasiva, ubíqua e proativa.

A computação móvel é definida como a capacidade de um dispositivo computacional e os serviços associados ao mesmo serem móveis, permitindo seu transporte e conexões a redes ou a *Internet*. Atualmente, verifica-se muito esse conceito na utilização de redes sem fio.

A computação pervasiva é um conceito que se baseia na distribuição dos meios computacionais pelo ambiente dos usuários. Hoje, grande parte dos aparelhos eletrônicos existentes nas habitações faz uso dela, que consiste de aparelhos que são controlados por microcomputadores internos, onde as funções relativas ao seu desempenho, ou seja, atividades programadas e específicas são particulares. Soluções de otimização de uso podem ser propostas por suas funções pré-programadas, no sentido de economizar energia e dinheiro. Um exemplo de aparelho com computação pervasiva é o forno de micro-ondas, onde a tarefa programada é executada independentemente das consequências, como a queima do alimento por erro de programação.

Com o avanço da tecnologia, já existem aparelhos onde a otimização dos seus sistemas computacionais permite a realização de tarefas diversas e específicas, fazendo uso de um tipo de computação chamada proativa. Este tipo de estrutura permite conectar sistemas integrados, sensores e atuadores de forma que o usuário possa decidir sua finalidade, mas o sistema tem a habilidade de tomar o controle da situação quando o usuário não está com possibilidade de decidir sobre determinada tarefa.

O termo “computação ubíqua” se refere basicamente a sistemas que se beneficiam dos avanços tecnológicos da computação móvel e da computação pervasiva. Eles existem, porém, de modo que ficam invisíveis à percepção humana. Existem vários equipamentos comerciais onde se pode observar a utilização desse conceito, como televisões que guardam os canais padrão do usuário e gravam programas favoritos, até sistemas de presença onde uma luz é acionada pela percepção de algum movimento no ambiente.

A proposta da computação ubíqua atual situa os habitantes num ambiente onde eles viverão rodeados de interfaces e dispositivos eletrônicos imperceptíveis, em constante interação com o mundo virtual. A ideia final é a de que computadores serão instalados em paredes, móveis, roupas e objetos de forma natural e espontânea (WEISER, 1991).

## 2.7 INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS RESIDENCIAIS

Atualmente, praticamente tudo pode ser automatizado em uma residência, permitindo seu controle e gerenciamento remotos. As redes domiciliares ou domésticas, responsáveis por esse processo, são definidas como um sistema de comunicação que possui o seu foco na interconexão de dispositivos eletroeletrônicos encontrados em residências, normalmente restritos a certa área de cobertura (VELLOSO *et al.*, 2005). Elas permitem a troca de informações e acessos a recursos computacionais onde a comunicação em tempo real (*on-line*) é disponibilizada através de uma infraestrutura interna à residência. Essa infraestrutura possibilita a comunicação entre os vários dispositivos e sistemas existentes com um gerenciador central, onde a mesma também pode disponibilizar o controle e informações do sistema, via *Internet*, para o usuário.

Segundo Bolzani, 2004, o ambiente residencial pode possuir vários sistemas autônomos que realizam funções determinadas e responsáveis por diversos setores, como podem ser vistos no Quadro 4.

O processo de integração desses sistemas faz com que o ambiente se torne inteligente. Dessa forma, um sistema poderia controlar outro. Um exemplo seria o caso de um incêndio, onde o sistema de ventilação e aquecimento poderia ser desligado e as portas abertas, juntamente com o acionamento de alarmes e chamadas telefônicas automáticas para o corpo de bombeiros.

Os desafios a serem vencidos para o estabelecimento de uma tecnologia com essa capacidade esbarram na criação de um padrão mundial que permita a utilização de múltiplos equipamentos, maior velocidade de compartilhamento da rede pelos vários usuários existentes em uma casa e gerenciamento fácil e simples dessas redes (BOLZANI, 2004).

**Quadro 4 – Sistemas Autônomos.**

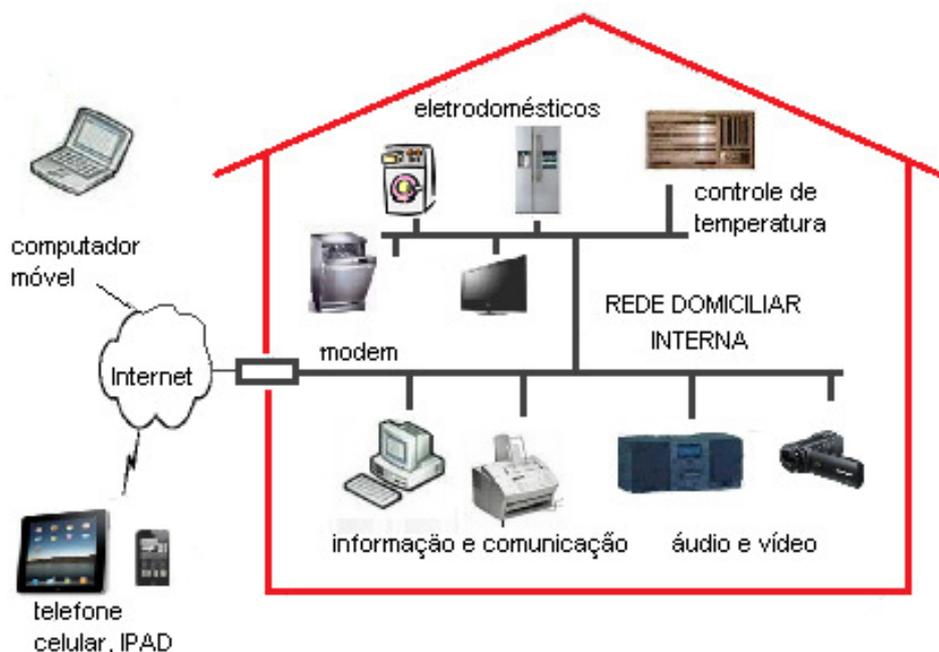
<b>SETOR</b>	<b>SISTEMA</b>
Comunicação	Centrais telefônicas, secretária eletrônica, identificador de chamadas, telefone celular
Climatização	Ar condicionado, termostato, ventilador
Áudio/vídeo	<i>Home theater</i> , som ambiente, multimídia
Informática	Microcomputadores, impressoras, <i>scanners</i>
Utilidades	Aspiração central, aquecedores, gás, sauna, bomba da piscina, irrigação
Iluminação	Sensores de presença, <i>dimmers</i> (controles de potência de luz), luminárias
Eletrodomésticos	Geladeira, lavadora de roupas, micro-ondas
Segurança	Alarmes, circuito fechado de TV (CFTV), portas e fechaduras automáticas
Energia	Controle de gastos de energia e uso em horários de pico
Água	Gestão de uso da água

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 2.8 AMBIENTE INTELIGENTE

Segundo Harper, 2003, a casa ou ambiente inteligente pode ser definida como uma residência onde a Domótica é aplicada. Ela é equipada com tecnologia de computação e informação que se antecipa e responde às necessidades dos usuários, trabalhando para promover seu conforto, conveniência, segurança e lazer

através do gerenciamento da tecnologia dentro da casa e das conexões com o mundo externo. A arquitetura de um ambiente inteligente básico pode ser vista na Figura 3.



**Figura 3 – Arquitetura de um ambiente inteligente básico.**

Fonte: Elaborada Pelo autor.

As principais características de um ambiente inteligente são a capacidade de integrar sistemas de uma habitação, a facilidade de utilização pelo usuário, a facilidade de reprogramação, a autocorreção, a memória, a noção temporal e a possibilidade de acesso remoto.

O termo “inteligente”, muito aplicado em habitações onde a Domótica se faz presente, possui várias interpretações, porém todas convergem para o pensamento de autores, como Harper (2003), que ao aplicar este termo define a casa inteligente da seguinte forma:

Uma casa não é inteligente porque foi bem construída, nem por quão eficaz foram usados seus espaços, nem porque é sustentável, usando energia solar ou reaproveitamento de água, por exemplo. Uma casa inteligente de fato inclui essas coisas, mas o que a torna inteligente são as tecnologias interativas que ela contém.

Segundo Aldrich, 2003, a casa inteligente está um passo a frente da computação ubíqua. Ela é capaz de interagir com o usuário baseada em memórias e interações prévias, de acordo com o contexto em que estão sendo usadas, de forma adaptativa e personalizada. Testes de laboratório têm sido feitos, onde

computadores são inseridos em ambientes com sensores suficientes o bastante para sentir a presença do usuário e responder as suas necessidades.

A casa inteligente poderia ser classificada, segundo Aldrich (2003), através de 5 classes hierárquicas, que podem ser visualizadas no Quadro 5.

**Quadro 5 – Proposta de classificação da Casa Inteligente.**

Casas que contêm objetos inteligentes	São casas que contêm aparelhos eletrodomésticos independentes, com programação já definida e dispositivos que funcionam de forma inteligente.
Casas que contêm equipamentos de comunicação inteligente	São casas que contêm eletrodomésticos e equipamentos os quais funcionam de forma inteligente e que também trocam informações com outros para aumentar seu desempenho.
Casas conectadas	Possuem redes que permitem o controle de sistemas remotamente, assim como acesso a serviços e informação internos e externos.
Casas aprendizes	Os padrões de atividade nas casas são gravados e os dados guardados são usados para antecipar as necessidades dos usuários.
Casas preditivas	A atividade e o local das pessoas e objetos nas casas são constantemente registrados e essa informação é usada para controlar a tecnologia existente, se antecipando às necessidades do usuário, interagindo naturalmente.

Fonte: ALDRICH (2003).

Segundo Dias e Pizzolato (2004), a evolução dos sistemas domóticos caminha em direção a tecnologias baseadas em modelos de redes neurais, que são compostas de dispositivos artificiais que se baseiam nos mecanismos de aprendizagem, inspirados no cérebro humano. Deste modo, o sistema poderá “aprender” e realizar uma tarefa adiantando-se às necessidades do usuário.

### **3 ASPECTOS DA DOMÓTICA NO CONTEXTO HABITACIONAL**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

Tem-se assistido no mundo a uma crescente transformação de ideias e hábitos, graças à globalização, juntamente com uma procura maior da sociedade por formas de se atingir a sustentabilidade social, econômica e ambiental. O contexto habitacional também passa por mudanças que a própria sociedade tem imposto na habitação através da alteração dos limites funcionais dos novos espaços “digitais” criados pelo uso da Domótica. Os ambientes de uma residência começam a não ter “regras” de uso e sua utilização acaba ficando dependente dos recursos disponibilizados nos mesmos, bem como do comportamento social.

A computação ubíqua, integrando dispositivos eletrônicos a objetos e até mesmo a vestimentas, também está mudando a forma como as pessoas interagem. Isso tem motivado universidades e centros de pesquisa a criarem laboratórios que são verdadeiras residências, para analisar as rotinas de comportamento dos usuários frente a essas interações. Os estudos, porém, tem se baseado geralmente em um perfil de usuário de países desenvolvidos, onde as condições sociais assumem aspectos mais favoráveis. A grande variação desse perfil, sob todos os aspectos, sejam sociais, culturais ou econômicos dá origem a diversas implicações sob os mais variados contextos, os quais devem ser levados em consideração em uma análise mais profunda.

A existência de problemas com o meio ambiente e a escassez de recursos vêm impulsionando o mercado de automação residencial quanto à questão do controle do consumo de energia, bem como a utilização de fontes de energia alternativa. A infraestrutura das cidades também tem sido afetada de modo positivo, uma vez que o avanço da tecnologia em prol das necessidades da habitação tem transformado as redes de serviço no sentido de promover sua otimização através da melhora de processos onde a sustentabilidade ambiental e econômica são exigidas.

Dentre os objetivos da Domótica na habitação, segundo Aldrich, 2003, criando uma sintonia entre o usuário e a residência, quanto ao nível de conforto e oferta de serviços úteis, pode-se considerar a gestão energética, a comunicação e

o apoio a pessoas idosas e com incapacidades, como sendo as maiores vantagens da sua aplicação.

Os fatores que tem promovido a tecnologia domótica e permitido sua aceitação, em países como o Brasil, no âmbito social, contam com comportamentos específicos da sociedade, os quais propiciam seu uso, destacando-se a comunicação via *Internet*, o entretenimento, a necessidade de segurança da residência e familiares, o conforto e a necessidade de “status” ou prestígio.

### 3.2 ASPECTOS SOCIAIS

O comportamento da sociedade, bem como a vida na residência estão sendo impactados pela tecnologia de forma gradual e a possibilidade de aumento no nível de automação ainda é dependente do amadurecimento do uso da Domótica. A ajuda no desenvolvimento de tarefas domésticas diárias, eliminando a figura da dona de casa, através do controle total de processos, de forma prática, rápida e confiável ainda é uma meta bem distante. A tecnologia em questão, por enquanto, se propõe a realizar tarefas menos complicadas, porém não menos valorizadas, pois está sempre, de certa forma, ligada à promoção da sustentabilidade, principalmente no campo social.

De acordo com Guerra (2000) *apud* Eloy (2010), a forma como as pessoas vivem e coabitam vem sendo moldada de acordo com vários fatores. A situação econômica é um dos quesitos mais importantes. A transformação da casa acaba sendo envolvida pela renda e pelo emprego, promovendo a aquisição de bens e serviços, bem como a Educação, a qual é o principal combustível da promoção social.

O crescimento da utilização dos sistemas de comunicação em conjunto (telefonia móvel e *Internet*) tem possibilitado conexão, monitoramento, controle e atualização de informações de forma bem acessível, alterando a forma como as pessoas trabalham, estudam e se relacionam.

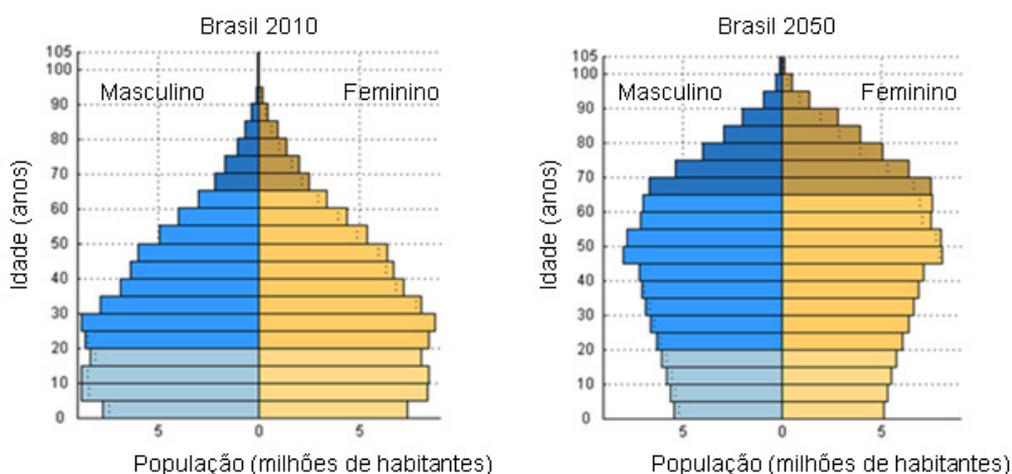
No que diz respeito à família, existem transformações no comportamento sócio-cultural, onde se vê uma distinção menos formal entre os elementos do casal, e a maior permissividade para as crianças (LARCHER, 2005). A família também está diminuindo, com a redução do número de filhos e, conseqüentemente, a redução da dimensão familiar total. Outra característica envolvendo a família é a jornada de

trabalho do casal, que tem que empregar uma babá ou deixar algum familiar tomando conta das crianças.

O número de pessoas que moram sozinhas está aumentando, juntamente com uma tendência ao esvaziamento dos valores coletivos, onde sua substituição pela autonomia e por valores de conquista pessoal já é bastante comum.

O aumento da qualidade de vida tem expandido o tempo de duração das pessoas. O forte envelhecimento da população constitui um dos aspectos mais marcantes da evolução demográfica recente. Tomando o Brasil como referência, segundo dados do UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2010), a previsão do percentual de pessoas com mais de 65 anos, em 2050, terá aumentado 221% em relação a 2010, onde a proporção em relação à população total brasileira passará de 8% para 22,5% (Figura 4).

O aumento do número de idosos morando sozinhos também tem crescido, e muitos sem apoio familiar, até mesmo por escolha própria. Isso implica em futuros impactos no sistema de saúde.



**Figura 4 – Crescimento Demográfico – Brasil.**

Fonte: UN Department of Economic and Social Affairs (2010).

O número de pessoas com alguma deficiência também tem aumentado em alguns países. Tomando o Brasil como referência, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE - Censo 2010), esse grupo possui um valor expressivo, chegando a 24% da população total em 2010. Estima-se que aproximadamente 15 milhões de brasileiros (8,0%) são dependentes de cuidados

diários, como cegueira, demência e paraplegia e que 4 milhões de habitantes (2,1%) tem deficiência motora grande ou total.

### **3.2.1 Sustentabilidade Social através da Domótica**

A Habitação tem tido necessidade de se adaptar aos novos padrões de ocupação da sociedade, onde a tecnologia tem aparecido para facilitar esse processo com o uso da Domótica. As metodologias decorrentes desse uso se traduzem em economia de tempo na execução de tarefas, onde se sobraria mais tempo para o usuário realizar outras mais interessantes como, por exemplo, ficar com os familiares.

No que diz respeito à aceitação, os grupos sociais constituídos por pessoas mais jovens e ativas tendem a receber bem as novidades tecnológicas. Com relação ao grupo de pessoas de mais idade, eles têm certa resistência, porque precisam ver claramente os benefícios antes de tomar a decisão de adquirir a tecnologia. É um grupo que não tem tanto dinheiro para “arriscar” na compra de equipamentos para depois não usar. Possuem uma posição pragmática, ou seja, não possuem muita expectativa. Esse grupo, porém, dependendo da condição cultural e econômica do país, já está sendo substituído pelas novas gerações que tiveram mais contato com as inovações tecnológicas e se familiarizam mais com as novas interfaces, as quais vêm se tornando cada vez mais amigáveis.

A vantagem da Domótica para os grupos formados por idosos e incapacitados consiste na promoção da vida independente, permitindo que os mesmos possam continuar morando em suas casas, com auxílio de tecnologias que tragam conforto e ajuda na realização de tarefas, proporcionando um sentimento de poder e autoestima. A inclusão social também é proporcionada, traduzindo-se em maior participação na comunidade através das redes sociais. A carga psicológica envolvendo a família, nesses grupos, bem como os serviços de assistência pessoal, podem ser reduzidos com o uso de equipamentos como os de tele-ajuda (*health care*). Eles provêm o monitoramento dos sinais biológicos através de dispositivos embarcados, seja em pulseiras ou roupas, significando um recurso prático para o caso de emergências, onde o usuário, ao ativar o aparelho, aciona um serviço de pronto atendimento.

Entre os recursos proporcionados pela Domótica, que convergem para a sustentabilidade social, pode-se citar o teletrabalho, a teleconferência, a telemedicina e a tele-educação, entre outros.

O teletrabalho (*home office*) é uma atividade que tem permitido ao usuário trabalhar em casa, conciliando a vida profissional e a familiar, com possibilidades de flexibilização do horário de trabalho e ganho de tempo e dinheiro, evitando-se deslocamentos casa-trabalho-casa. Como essa atividade faz uso de redes de dados e informação, o trabalhador não precisa se concentrar nos grandes centros urbanos, favorecendo o meio rural. Com isso, evita-se a exclusão social, integrando no mercado de trabalho pessoas que não podem sair de casa, a exemplo de idosos e portadores de alguma incapacidade. Como consequências, o teletrabalho pode levar ao isolamento social, à degradação da vida familiar e à exploração do trabalho (HILLMAN, 1993).

A teleconferência ou videoconferência é um meio de comunicação, onde os sinais de áudio e vídeo são disponibilizados em tempo real, podendo ser uma solução para a questão de contatos entre pessoas distantes. Isto pode permitir que, alguém possa estar, por exemplo, tomando café com outra pessoa especial morando do outro lado do mundo, na sua sala de jantar, como se estivessem juntos, permitindo ampla conectividade (BOLZANI, 2004).

A telemedicina ou medicina à distância é um tipo de teleconferência onde o paciente é atendido pelo médico, por videoconferência. É mais um recurso que pode ser futuramente oferecido de forma básica, principalmente para os usuários que se encontram longe dos grandes centros urbanos. Por enquanto, em alguns países, está sendo testada a visita virtual, onde o médico consegue receber os dados biológicos do usuário via rede e, após um exame dirigido, fazer uma pré-avaliação ou mesmo uma prevenção de determinada anormalidade em relação à saúde do paciente. É uma tendência, porém existem usuários, geralmente da área rural, que ainda preferem ser atendidos pessoalmente por médicos, em seus consultórios (CHAN *et al.*, 2009).

A tele-educação ou educação à distância é mais uma ferramenta que tem seu uso aumentado a cada dia, cujo objetivo é a promoção do conhecimento através da tecnologia, onde os professores não estão fisicamente no mesmo ambiente que os alunos (MIGUEL; NICOLAIO, 2008). É um processo que vem procurando promover a democratização do ensino, cujos alvos são grupos sociais que não dispõem de

tempo, condições físicas ou financeiras. Dependendo do curso, as avaliações presenciais têm caráter obrigatório, conferindo ao usuário o seu devido mérito.

A questão da privacidade ainda é uma das situações que mais provoca discussões na sociedade, quando se faz uso das redes domiciliares. Quanto mais as vidas das pessoas, suas contas bancárias, carros, casas, ruas e cidades são monitoradas, digitalizadas e conectadas, mais e mais informações pessoais são disponibilizadas seja para instituições, seja para outras pessoas, implicando em invasão de privacidade e possibilidade de riscos com a segurança. Sendo assim, o simples uso de monitoramento constante ou não de algum ambiente inteligente que esteja conectado em rede pode proporcionar a possibilidade de haver algum tipo de vazamento de informação de imagem ou vídeo particular (ALDRICH, 2003).

Segundo Gann *et al.* (1999), a concentração e exposição de muitos equipamentos às pessoas na habitação pode levar ao isolamento do indivíduo dentro da sua casa e até mesmo dos companheiros que moram nela, afetando seu desenvolvimento social.

Apesar de haver algumas preocupações, é fato dizer que as vantagens oferecidas pela Domótica podem proporcionar um ganho considerável na qualidade de vida da sociedade.

### 3.3 ASPECTOS AMBIENTAIS

Segundo Florim e Quelhas (2004), o setor da Construção Civil de Habitações tem sido um dos mais responsáveis por impactos ambientais, principalmente os relacionados à gestão de consumo energético. A exemplo dos prédios inteligentes, onde a gestão de energia vem sendo colocada em primeiro plano, tanto pelo lado ambiental quanto pelo econômico, tem-se que a residência também pode seguir os mesmos passos através da aplicação da Domótica. O conforto pode ser alterado de forma imperceptível, através da gestão automatizada dos recursos naturais de um domicílio, a exemplo de algumas aplicações como a diminuição ou desligamento automático de alguma iluminação em determinado ambiente ou regulação de uso de algum aparelho de controle de temperatura. A utilização de sistemas solares e estratégias bioclimáticas associadas à Domótica também podem garantir um melhor aproveitamento da energia, como o acionamento de claraboias, cortinas e aquecimento de água, de acordo com as condições ambientais.

Com a entrada dos carros híbridos ou elétricos no mercado, várias residências e prédios residenciais já estão se equipando com previsão de infraestrutura própria para recarga de bateria desses novos veículos. Com o avanço dessa tecnologia, já se estuda, entre outros planos, fazer algum tipo de conexão inteligente com os carros elétricos no sentido de haver uma troca de informações entre a habitação e o veículo de forma que ele possa fornecer energia gerada para a casa, quando esta for possibilitada, e vice-versa, mediante estratégias do processo.

Com relação aos fluidos e detritos, já existem sistemas de controle que podem ser aplicados no tratamento da água, em habitações. Como exemplos de aplicações, podem ser citados a utilização de luz ultravioleta ou outros meios para o tratamento de água potável e descontaminação de alimentos, a reutilização de água da chuva para irrigação, lavagem de carro, limpeza de pátio e descargas de vaso sanitário, e o armazenamento e tratamento de águas cinza (provenientes de lavatórios) para reutilização.

A implantação do teletrabalho também é um fator que proporciona consequências positivas, por favorecer a redução do uso de meios de transporte nos deslocamentos casa-trabalho-casa, evitando mais emissões de carbono.

Quanto à questão do uso de energia eletromagnética e suas emissões nas redes domiciliares, pode-se dizer que a quantidade de radiação total emitida pelos sistemas de transmissão não é um fator de risco, pois seu valor é centenas de vezes menor que o sinal de um telefone celular, em conformidade com padrões internacionais, os quais a ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) segue (ANATEL, 1999).

O conforto quando é confundido com luxo pode provocar desperdícios, devendo estes ser evitados. Os ambientes inteligentes podem, de forma imperceptível, monitorar o usuário em sua residência, interagindo e conduzindo o mesmo para boas práticas de gestão energética sem perda da qualidade de vida, diminuindo o impacto ambiental que uma residência possa trazer.

#### 3.4 ASPECTOS ECONÔMICOS

Com a redução dos custos e da complexidade de instalações domóticas graças ao aparecimento de novos padrões e tecnologia, a indústria está conseguindo aumentar a difusão e procura maior por parte dos usuários, donos de

habitações que ainda não estavam dispostos a investir na construção de uma casa inteligente. O aumento da variedade de fabricantes e produtos com custo mais baixo já começa a atrair o usuário, que também começa a contar com a banda larga de acesso à *Internet* com tarifas mais acessíveis.

### 3.4.1 O Mercado da Domótica

Através da interação homem – casa – tecnologia, uma enorme quantidade de aplicações comerciais são desencadeadas. Serviços de *home shopping* (compras feitas através da *Internet*) e *home banking* (uso de serviços bancários através da *Internet*) já fazem parte do cotidiano da sociedade. Os serviços e programas aplicativos emergentes devido ao uso da Domótica, assim como novas profissões, a exemplo do integrador de sistemas, também já são uma realidade (AURESIDE, 2011). Os setores de telecomunicações, telefonia, informática, saúde, serviços de entretenimento e o setor de energia são exemplos de áreas onde suas eficiências de operação poderão promover uma grande abertura de mercado frente ao usuário de um ambiente inteligente.

A redução dos custos dos meios de transmissão e melhoria das taxas de velocidade de dados deve permitir a entrada de novos mercados e serviços ligados à TI (Tecnologia da Informação). É fato que os países desenvolvidos conseguem obter mais vantagens com esses serviços por terem condições de conectividade bem avançada, o que não acontece em países menos favorecidos. O Brasil, servindo de exemplo, possui uma população ainda pouco conectada, seja por limitações sociais (poder aquisitivo) ou por limitações de distâncias, onde o investimento de uma rede ainda não se justifica. Através do Censo 2010 (IBGE, 2010), foi constatado que apenas 39,3% dos habitantes possuíam computador em suas residências, sendo que somente 31,5% tinham acesso à *Internet* (na Suécia, esse valor chega a 91%, praticamente o país inteiro (SEYBERT, 2011)). Esses números também poderiam ser maiores se a qualidade do serviço relativo à transmissão dos dados fosse melhor.

O mercado imobiliário também passou a ver a Domótica como uma oportunidade para aumentar seus lucros, onde as construtoras têm oferecido habitações mais “confortáveis” aos consumidores de padrão médio, através de sistemas pré-instalados. A automação residencial já começa a virar motivo de competitividade entre as construtoras, uma vez que representa a extensão do

consumo da tecnologia pessoal que o usuário atual exige. Esse diferencial, que vai além do básico, representa algo em torno de 5% do valor do imóvel, em média, segundo o diretor executivo da AURESIDE, José Roberto Muratori (MATTOS, 2012).

Atualmente, existem muitos fabricantes internacionais que fornecem equipamentos e sistemas de AR para o mercado brasileiro, como: KNX, FINDER, CRESTRON e SCHNEIDER. Porém, já existem empresas nacionais produzindo equipamentos de alta tecnologia em condições de competir com os produtos internacionais, prevendo a grande expansão do mercado, a exemplo de empresas como ILUFLEX, NEOCONTROL e CONTROLLAR.

### 3.4.2 Gerenciamento de Energia

A economia como um todo pode se beneficiar bastante com a Domótica. Através da sua aplicação nas casas, a sustentabilidade econômica pode ser promovida através da otimização interna da gestão de recursos como água, gás e energia elétrica, via monitoramento e prevenção de gastos e desperdícios. O investimento inicial, dependendo do projeto, pode ser alto, porém é retornado ao passo que os custos são controlados e poupados.

O gerenciamento de uma casa inteligente muitas vezes pode reduzir o conforto de seus usuários em função da ação de reduzir gastos e proporcionar ganhos econômicos. Esse efeito pode ser contornado, no caso da energia elétrica, por exemplo, se soluções de energia alternativa forem implementadas, através do uso de algum gerador, como o solar ou o eólico, de forma que ele possa produzir a energia para posterior armazenamento em algum banco de baterias para ser usada futuramente.

Segundo Ruther *et al.* (2008), o desenvolvimento e análise de métodos de utilização racional de fontes energéticas, como o exemplo da energia fotovoltaica, fez da Alemanha o seu principal mercado, onde o governo estimula a produção e investimentos pela população, apoiando uma economia sustentável. Lá, não há limites para a venda de energia para as redes concessionárias e seu valor é bastante atraente. Muitas usinas estão sendo desativadas, principalmente as nucleares, graças a ações desse porte.

Alguns países da Europa, Ásia e Estados Unidos adotam em seus sistemas de fornecimento de energia elétrica a tecnologia chamada *Smart Grid* (Rede Elétrica Inteligente), que distribui energia elétrica usando tecnologia digital, visando a

otimização do sistema através do controle e monitoramento de toda a rede de distribuição. O resultado é alcançado com melhor qualidade de energia, maior confiabilidade, maior eficiência e maior redução de custos. Isso permite que as concessionárias de energia conheçam melhor o padrão de consumo de seus clientes, fazendo uso de medidores eletrônicos inteligentes. Com isso, políticas energéticas podem ser implementadas, como a diminuição de tarifas fora de horários de pico, normalmente à noite, evitando sobrecarga de suas usinas de geração de energia. A Domótica permite atuar de forma a conduzir equipamentos, como máquinas de lavar, para trabalharem nesses períodos. Os sistemas de automação também atuam no controle do limite de energia diário ou mensal a ser utilizado numa residência, como meta, evitando o uso de equipamentos “pesados” simultaneamente. O usuário pode receber relatórios via *Internet* sobre os gastos diários, enviados pela concessionária de serviços (água, luz, gás, comunicações, etc.), permitindo um estudo sobre uma melhor estratégia de uso e controle do processo.

Segundo Paulino (2006), a automação do processo de medição e da leitura com o uso de medidores inteligentes de energia elétrica tem potencialmente uma série de vantagens, como combate a fraudes e furto de energia, implementação de tarifas diferenciadas em função da hora de consumo (tarifa branca), corte e religamento remoto de energia, implementação de programas de energia pré-paga, melhor acompanhamento de gastos pelo consumidor, e eliminação de erros e custos de processo de leitura manual.

Segundo Lamin (2013), o Brasil, através da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), está em processo de implantação do *Smart Grid*. O projeto, como já citado, vai prever o uso de sistemas de geração residencial de energia em pequena escala, além de gerenciamento automático do consumo. Alguns projetos-piloto têm sido implementados a exemplo do programa chamado “Cidade do Futuro”, em Sete Lagoas, Minas Gerais, com a instalação de 80 mil medidores inteligentes, e no Rio de Janeiro, nas cerca de mil residências localizadas no conjunto habitacional São Sebastião, na Zona Sul da cidade. Os novos medidores eletrônicos já estão sendo oferecidos pelas distribuidoras aos consumidores das grandes metrópoles, porém seu potencial total de utilização ainda depende de investimentos em infraestrutura por parte das concessionárias. É esperado que até 2020 sejam

instalados algo em torno de 60 milhões desses aparelhos no Brasil, pelas concessionárias de distribuição de energia elétrica.

### **3.4.3 Questões Sócio-econômicas do Sistema de Saúde**

Segundo Chan *et al.* (2009), o envelhecimento da população no mundo, juntamente com o declínio da taxa de fertilidade tem sido alvo de muita preocupação para o sistema de saúde de vários países, principalmente os europeus, onde a média de idade é alta. O quadro de incapacitados vem aumentando gradativamente e doenças como Alzheimer vão aparecendo com mais intensidade na faixa da população com mais de 65 anos. O volume do suporte de familiares e auxiliares que podem ficar tomando conta dessas pessoas em casa também tem caído. Baseado em projeções de estudo de crescimento populacional, acredita-se que a demanda por cuidados públicos com a saúde vai aumentar muito, sobrecarregando o sistema e promovendo custos institucionais de previdência social e saúde cada vez maiores.

Nesse sentido, os ambientes inteligentes, fazendo uso da Domótica, podem surgir como uma perspectiva de auxílio a pessoas debilitadas, mantendo as mesmas em suas casas e permitindo a prática da medicina remota. A tecnologia assistiva pode prover ao usuário monitoramento constante e remoto de sua saúde, bem como suporte em tarefas que exijam maior autonomia. Outro fator de grande aplicação é o uso da telemedicina, que pode trazer benefícios de atendimento mais rápido e eficiente, na medida em que o usuário não precisaria viajar para ser atendido por um especialista localizado em um ponto distante do seu (BOLZANI, 2004).

### **3.4.4 O Benefício Econômico do Teletrabalho**

O teletrabalho, dependendo da atividade, pode exigir a criação de mais um cômodo na casa, somente para execução da mesma, com a colocação de algum equipamento específico. Segundo Hillman, 1993, as vantagens, na ótica do trabalhador, são a existência de uma maior autonomia e gestão do tempo, a possibilidade de diminuição do estresse e o controle do seu ritmo de trabalho. Do ponto de vista econômico, o teletrabalho pode representar redução de despesas com transportes, diminuição de desgastes do veículo do usuário e diminuição de gastos com alimentação. Pelo lado das empresas, tem-se que elas poderão poupar espaço físico, podendo reduzir suas instalações e mobiliário. Também existe a possibilidade dela contratar trabalhadores residentes em qualquer lugar do mundo,

poupando custos. Do ponto de vista da sociedade, pode-se ter o desenvolvimento de áreas menos favorecidas (rurais), desconcentração do centro das cidades, economia em combustíveis e revitalização de subúrbios.

## 4 TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS E PADRONIZAÇÃO

### 4.1 INTRODUÇÃO

Atualmente, existe uma grande diversidade tecnológica envolvendo casas inteligentes e seus sistemas domóticos, porém a falta de integração entre eles impede a universalização do seu uso, desde seus primórdios (NUNES, 2002).

As tecnologias envolvidas com Domótica permitem um vasto estudo que envolve a infraestrutura física e lógica, onde a maior concentração se situa nas áreas listadas no Quadro 6.

**Quadro 6 – Áreas de concentração de infraestrutura física e lógica.**

ÁREAS DE CONCENTRAÇÃO DE INFRAESTRUTURA FÍSICA E LÓGICA
Comunicação (redes de computadores)
Arquitetura (instalações físicas e normas)
Sistemas operacionais (arquitetura de software)
Teoria da informação (formação de algoritmos)
Sensores e atuadores
Processamento e reconhecimento de sinais (imagem, voz, movimento e outros)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentre essas áreas listadas, a infraestrutura lógica, composta por programas e interfaces de comunicação exclusivas, é a mais delicada, exigindo soluções mais complexas. Surgiram muitas tecnologias interessantes, porém a existência de múltiplas alternativas, sem compatibilidade entre elas, dificultou o processo de estabelecimento dessas novas tecnologias. Para tentar resolver estes problemas, surgiram vários movimentos de normalização. Também houve a abertura de projetos, que antes eram propriedade de grandes empresas, que disponibilizavam suas especificações, cuja finalidade era a formação de associações. A tecnologia conhecida como X10, muito usada nos Estados Unidos, passou por esse processo de abertura que, graças à expiração de sua patente, foi possível ser usada por qualquer empresa nos processos de automação residencial (NUNES, 2002).

Os movimentos de normalização ocorridos fizeram com que várias tecnologias estivessem à disposição e continuassem a disputar entre si, o que não

permitiu uma padronização mais efetiva. Esse fator tem gerado uma barreira na redução dos custos e dificuldade na escolha da melhor alternativa de tecnologia, tornando difícil um maior avanço na aplicação da Domótica. Esse aspecto tem inviabilizado a compatibilização de soluções, uma vez que as empresas passam a usar produtos próprios ao invés de soluções normalizadas para atender ao mercado.

As preocupações atuais dos vários centros de pesquisa no estabelecimento de um padrão de tecnologia estão focadas na compatibilização entre equipamentos de diversos fabricantes, não só com relação aos meios físicos e formas de transmissão dos sinais, como também na ênfase em sistemas abertos tanto no que diz respeito a equipamentos, quanto a programas, na viabilidade econômica e tecnológica, na segurança dos usuários e dos dados e no acordo com normas e regulamentos internacionais.

O objetivo principal passa a ser uma compatibilização de equipamentos que permita, por exemplo, que o usuário compre uma televisão na loja, chegue em casa e abra a caixa, conecte a mesma na rede de energia de sua casa e ela automaticamente se comunique e interaja com o decodificador de TV a cabo, o gravador de vídeo, o sistema de som e com a *Internet*.

Uma observação a ser notada no processo de padronização é quanto à característica do consumidor final, uma vez que o usuário padrão considerado é aquele pertencente aos países de primeiro mundo, que geralmente são os desenvolvedores desses processos tecnológicos.

No que diz respeito à normalização de instalações domóticas, onde a infraestrutura física é necessária, mudanças nos projetos de instalação elétrica convencionais devem ser absorvidas e implementadas de forma a comportar as novas fiações.

#### 4.2 PRINCIPAIS TECNOLOGIAS E PADRÕES DE INFRAESTRUTURA LÓGICA

A infraestrutura lógica é formada pela rede doméstica, que utiliza programas, equipamentos pontuais e centrais para promover a ligação entre a infraestrutura física e os dispositivos a serem controlados.

A tecnologia de redes de Domótica está disponível em quatro vértices principais: PLC, *BUSLINE*, *WIRELESS* e Cabeamento Estruturado. Os três primeiros

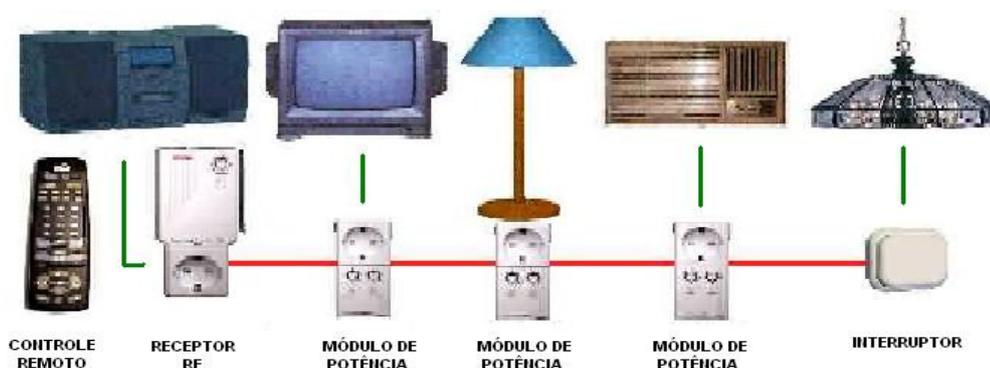
sistemas têm como característica a pouca interferência na instalação elétrica já existente na habitação e graças a sua facilidade de instalação, são mais indicados para estruturas já existentes e também para pequenas reformas. Para o caso de uma nova construção, os sistemas de cabeamento estruturado, com uso de centrais de automação, ainda são os mais indicados.

É importante esclarecer que as soluções de um projeto de casa inteligente podem fazer uso de diversos padrões, dependendo das necessidades e possibilidades, uma vez que haja compatibilidade entre eles e entre a central de automação, caso exista.

#### 4.2.1 Sistema PLC

Os sistemas PLC (*PowerLine Carrier*) se baseiam na utilização da própria rede elétrica existente das habitações para fazer a transmissão dos comandos dos aparelhos eletrodomésticos e controlar pontos de potência. Sua principal vantagem é a de não precisar instalar um novo cabeamento, evitando mexer na infraestrutura da casa. As principais tecnologias desenvolvidas são: X-10, Lonworks *PowerLine*, CEBus, HomePlug e INSTEON.

A tecnologia X10 é um padrão internacional aberto, pioneiro, que foi desenvolvido em 1975 pela empresa escocesa Pico Electronics, sendo muito aplicado em automação residencial até hoje, mesmo com o aparecimento de novas tecnologias, devido a sua simplicidade, custo e variedade de produtos. Ela faz uso da rede elétrica para transmitir dados digitais. Consiste de um módulo de controle com um transmissor e múltiplos componentes com receptores, cada qual com seu endereço lógico, devidamente configurado (Figura 5).



**Figura 5 – Aplicação da tecnologia X10.**

FONTE: SUPERINVENTOS (Setembro/2012).

O controlador é inserido numa tomada de energia, enquanto o outro equipamento ligado no receptor é conectado em outra tomada de energia em qualquer parte da casa. O usuário poderá então programar o receptor para atuar remotamente ao comando do controlador. O maior problema existente com este tipo de sistema está relacionado com sua instabilidade devido a interferências e cortes de energia, uma vez que os estados iniciais (*reset*) podem ser indesejáveis para o usuário (NUNES, 2002).

O Lonworks *PowerLine* é uma tecnologia de redes desenvolvida pela Echelon Co., nos EUA, em meados dos anos 90, com o status de uma rede de uso geral, sendo muito empregada na supervisão de prédios inteligentes e indústrias, suportando a comunicação através de vários meios, como par trançado, cabo coaxial, fibra ótica, RF e rede elétrica. Suas vantagens incluem robustez, abertura de patente e interoperabilidade (capacidade de se comunicar com outras tecnologias), o que a torna uma boa escolha para fabricantes de eletroeletrônicos com interesse em automação voltada a domicílios. O maior obstáculo para o uso da Lonworks é o custo, pois os componentes de hardware são muito caros (três microcontroladores por *chip*) e sua complexidade (programação) é grande. Seu sistema também não é tão aberto quanto parece, pois os chips são proprietários.

Em 1994, foi desenvolvido nos Estados Unidos pela EIA (Electronic Industries Association), atualmente CEA (Consumer Electronics Association), o padrão CEBus (Consumer Electronics Bus) com o objetivo de unificar as comunicações em dispositivos e produtos residenciais, bem como comunicação multimídia. A grande vantagem desse padrão é que qualquer dispositivo poderia se comunicar com outro e, dependendo da configuração, o controlador central poderia ser dispensado. O principal motivo que inviabilizou o seu progresso e disseminação massiva do uso, apesar de sua tecnologia aberta, foi sua complexidade e custo, o que espantou os fabricantes (NUNES, 2002).

Segundo Campos *et al.* (2007), a CEA em conjunto com uma empresa líder em soluções para redes com tecnologia PLC criaram, em 2000, a HomePlug Powerline Alliance (HPA), formada por diversas empresas com o objetivo de elaborar um novo padrão de redes domiciliares através da fiação elétrica, sendo desenvolvido então o padrão HomePlug 1.0. Como característica, ela possui grande imunidade a ruídos e interferências, e alta velocidade de transmissão de dados, sendo capaz de transmitir conteúdo multimídia e sinais de HDTV (sinal de televisão

com alta definição) por meio da rede elétrica. Sua tecnologia é aberta e seus custos são relativamente baixos em relação ao CEBus. Não existe um número máximo de dispositivos que podem ser adicionados a rede, porém quanto maior o número, pior será o desempenho. Esse padrão chegou a ser cogitado em alguns projetos governamentais para ser a solução de democratização do acesso à *Internet*.

O padrão INSTEON, desenvolvido nos Estados Unidos (EUA) pela SmartLabs, Inc. em 2001, é um padrão fechado, proprietário, baseado no padrão X10 e seu alvo principal era substituir o mesmo, proporcionando mais confiabilidade e velocidade de resposta, com compatibilidade e robustez, combinando o uso da rede elétrica e canais de RF. Como vantagem em relação ao X10, existe o retorno da confirmação do comando. Por ser um sistema proprietário, essa característica não permitiu muitos progressos tanto em termos de desenvolvimento quanto em demanda por utilização

Fazendo uma comparação das tecnologias PLC, pode-se dizer que a HomePlug parece ser a candidata mais indicada para aplicações de uso doméstico.

#### **4.2.2 Sistema *BUSLINE***

Os sistemas *BUSLINE* usam uma arquitetura de comunicação baseada em um barramento composto por um cabo de par trançado de 24 volts, em paralelo aos cabos da rede elétrica, ou seja, compartilhando da mesma infraestrutura física, reduzindo custos tanto de material quanto de mão de obra para a instalação. Os cabamentos telefônicos convencionais (par trançado) também têm sido usados no compartilhamento desses sinais como meios de transmissão, principalmente sinais de áudio e vídeo, possibilitando a interconexão entre todos os módulos ligados ao barramento. Com isso, o sistema se torna mais confiável, podendo ser configurado independente de falta de energia na linha principal. O sistema também permite receber respostas de confirmação de operação executada. As principais tecnologias são: BatiBus, EIB, EHS e KNX.

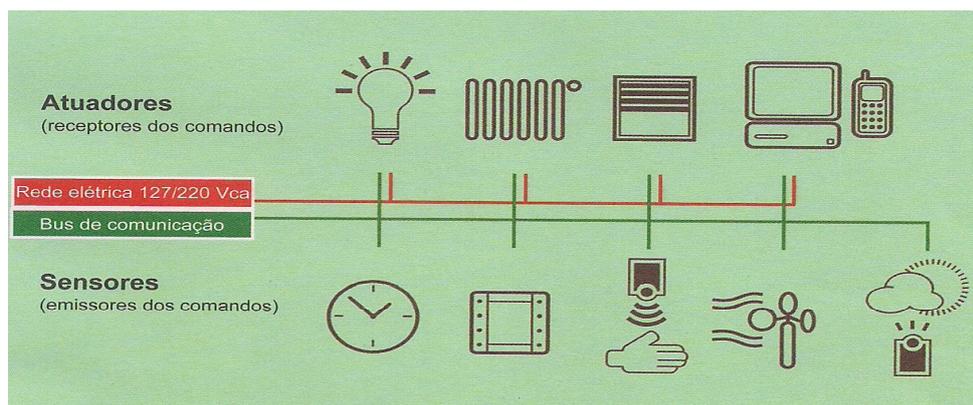
O sistema BATiBus, desenvolvido na França em 1988, tinha como objetivo inicial comunicar sensores e atuadores inteligentes com unidades de controle em edifícios. Após a fundação da BCI (BATiBus Club International), foi possibilitada a criação de vários produtos compatíveis, permitindo a convergência do padrão na Europa. O sistema utiliza um cabo especial padrão BATiBus, podendo também ser usado o cabo telefônico como meio físico para transmissão dos sinais. É um sistema

aberto, de fácil conexão, com arquitetura bastante flexível, não necessitando de um ponto de controle central e todos os módulos podem se comunicar entre si (BOLZANI, 2004).

O padrão EIB (European Installation Bus) é um sistema que foi desenvolvido também no final dos anos 80 por um grupo de empresas européias, entre elas a Siemens, com o objetivo de controle de redes domésticas, com a vantagem de ser aberta e muito confiável. O processo utilizado é feito através de um barramento, onde o sistema é distribuído ponto a ponto, de forma descentralizada, ou seja, cada dispositivo possui seu próprio controle microprocessado e se comunica com os outros, proporcionando uma comunicação mais rápida.

O sistema EHS (European Home Systems), segundo Bolzani (2004), foi uma tecnologia criada para permitir a implantação da Domótica nas residências de forma massiva. O resultado foi sua especificação, criada em 1992. Ela possui um protocolo aberto que permite que todos os fabricantes possam se interconectar através de seus produtos e serviços. Com uma filosofia *Plug and Play*, ela proporciona compatibilidade total entre dispositivos EHS, configuração automática, ampliação de rede, uso de conectores diversos e compartilhamento de meio físico sem interferências.

Segundo Bolzani (2004), o sistema KNX (Figura 6) é o resultado da união das três associações européias que criaram os padrões BATiBus, EIB e EHS. Em 1999, elas resolveram se juntar e criar a Konnex Association, desenvolvendo então um padrão de convergência chamado KNX. A associação é composta por mais de 270 empresas, envolvendo os setores de desenvolvimento e fabricação de eletro-eletrônicos, telecomunicações e distribuidores de energia. O padrão KNX é baseado na comunicação do EIB, mas acrescido das facilidades dos modos de configuração e aplicação do BatiBUS e EHS. Foi aprovado como padrão internacional, suportando um ou mais modos de configuração e meios de transmissão, dependendo da aplicação (par trançado, rede de energia elétrica, rádio frequência, sinais Infravermelho (IR) e Protocolo de *Internet* (IP)). Através de interfaces apropriadas, pode se conectar a outros sistemas, sem maiores complicações. Os dispositivos do padrão KNX podem ser controlados por qualquer aparelho que contenha um microcontrolador, podendo ser usados em instalações industriais, comerciais e residenciais.



**Figura 6 – Tecnologia KNX.**

Fonte: Catálogo KNX (2011) - Schneider Electric - Agosto/2012.

#### 4.2.3 Sistema *WIRELESS*

Os sistemas *WIRELESS* ou “sem fio” são tecnologias totalmente baseadas em radiofrequência e sinais infravermelhos. As características dos sistemas *WIRELESS* podem ser vistas no Quadro 7.

**Quadro 7 – Características dos sistemas *WIRELESS*.**

CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS <i>WIRELESS</i>
Evitam o desmonte de tubos, dutos, ligações elétricas e outras infraestruturas na sua instalação.
Por não serem sistemas centralizados (não possuem uma central de controle), caso um módulo dê problema, o restante não para de funcionar.
Utilizam pilhas em seus módulos de recepção, que duram em média 3 anos, possuindo consumo de energia mesmo sem uso.
Os sistemas podem ser reprogramáveis e possuem escalabilidade (podem ser adicionados mais módulos).
Podem ter problemas com blindagens causadas por grandes peças metálicas próximas dos módulos. Exemplos: Armações de metal no interior de paredes de “ <i>Dry-Wall</i> ”, mantas de isolamento térmica aluminizadas, portas e janelas metálicas, quadros de comando e caixas de metal embutidas na parede.
Devem ser evitadas as instalações em locais de muita umidade e calor, bem como próximos a equipamentos que possam gerar radiofrequência. Exemplos: Fornos de micro-ondas, telefones sem fio, roteadores Wi-Fi e outros módulos receptores.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses sistemas estão tendo bastante popularidade e muitos fabricantes estão aderindo a essa nova tendência. A desvantagem existente nesse tipo de sistema ocorre com a falta de confiabilidade devido a interferências e quebras de sigilo através de acessos indevidos, os quais podem proporcionar inclusive mudanças de comandos.

As principais tecnologias utilizadas em automação residencial são: Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee e Z-Wave.

O padrão IEEE802.11b, desenvolvido em meados de 1990 pelo Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), também conhecido como Wi-Fi (*Wireless Fidelity*), é o padrão mais usado como forma de transmissão de dados sem fio entre computadores e também seus periféricos. Este sistema permite o acesso a sinais de *Internet*, com cobertura de área de até 150 metros. Os problemas com segurança e alto custo tem sido os maiores obstáculos do uso do padrão Wi-Fi nos dispositivos para uso em casas inteligentes, o que permitiu que outras soluções aparecessem no mercado.

A tecnologia Bluetooth foi desenvolvida em 1994, inicialmente para comunicação entre telefones celulares e acessórios, utilizando sinais de RF na mesma frequência do Wi-Fi, mas com baixo custo. Deveu-se principalmente pelo interesse de várias empresas, sendo criado o consórcio Bluetooth SIG (*Special Interest Group*), com parceiros como Intel, IBM, Toshiba, Nokia, Microsoft e Ericsson, as quais desenvolveram padrões que permitiram o seu uso e interoperabilidade em uma vasta gama de dispositivos. Entre suas vantagens, pode-se citar a economia de energia quando o dispositivo da rede está ocioso. Como desvantagem, sua velocidade de transmissão é considerada baixa. Em 2008, o grupo de empresas parceiras integrantes já passava de dez mil, mostrando um futuro promissor para essa tecnologia (CHENG, 2009).

O padrão Z-Wave foi desenvolvido em 2002 pela empresa dinamarquesa ZenSys. Trata-se de um sistema proprietário, próprio para automação residencial. Consiste de uma aliança de mais de 167 empresas, entre elas a INTEL e a MOTOROLA e a PANASONIC. Segundo Posi (2007), ele se apóia no modelo estrutural de uma rede em malha (Figura 7), que permite que dois nós dessa malha utilizem outros nós intermediários para se comunicarem. Essa tecnologia funciona via infravermelho e na faixa de 900MHz. O alcance entre os módulos é de aproximadamente 30 metros. Cada módulo age como um amplificador e retransmite

o sinal de RF do módulo controlador para o módulo atuador. O atuador então realiza a operação e envia um sinal de recebimento juntamente com seu estado de operação. Durante o uso dessa tecnologia, os dispositivos aprendem os melhores caminhos para a troca de informações. Assim, um comando para desligar todas as luzes de um ambiente, num primeiro momento, pode demorar um minuto e, uma semana depois, dez segundos, pois os caminhos para as informações foram otimizados. No caso de algum elemento da malha falhar ou mesmo faltar energia, o sistema se readaptará, sem perder suas funções. Uma malha Z-Wave pode ter até 232 dispositivos conectados. Seu consumo é baixo e sua confiabilidade é alta, sendo de fácil instalação. É uma tecnologia proprietária que foi criada exclusivamente para automação residencial (CHENG, 2009).



**Figura 7 – Tecnologia Z-Wave.**

Fonte: Z-Wave Alliance (2012).

O padrão ZigBee foi desenvolvido por um grupo de empresas lideradas pela Philips e Motorola, formando a ZigBee Alliance. Ele foi idealizado devido ao pouco avanço da tecnologia Bluetooth, chegando ao mercado em 2003. Esse nome deve-se ao fato de que os dados trafegam na rede em “zigue-zague”, como se fossem abelhas. Um nó mestre na rede coordena os outros nós conectados. Se um nó não tem alcance para se conectar a outro, ele utiliza um terceiro que servirá de repetidor, formando o caminho. Seu funcionamento é bastante parecido com o do Z-Wave, sendo sua faixa de frequência entre 900MHz e 2,4MHz. É uma tecnologia baseada em uma rede de alta capacidade de se readaptar a mudanças, com monitoração remota, de forma simples, confiável, de baixo custo e consumo de energia bem mais

reduzido que o Bluetooth, embora utilize taxas de velocidade de dados ainda mais baixa. Apesar do alcance de transmissão de um único dispositivo ser curto (10 metros), todos os dispositivos integrantes da rede se tornam retransmissores, o que aumenta consideravelmente seu alcance. Possui requisitos para uso não só residencial, mas também comercial e industrial (DIAS; PIZZOLATO, 2004).

Apesar de as tecnologias Z-Wave e ZigBee serem soluções interessantes, principalmente para residências já construídas, a velocidade na transmissão dos dados é baixa, o que ainda inviabiliza a transmissão de imagem, som e outros dados. Além disso, para soluções que necessitem de mais que 30 dispositivos, essas soluções começam a ficar mais caras que um sistema cabeado.

Além das principais tecnologias apresentadas, a faixa de UHF (*Ultra High Frequency*) também tem sido bastante utilizada no ambiente de automação, sendo muitas dessas aplicações de caráter popular, como sistemas de alarme residencial, sistemas de controle remoto de abertura de portões de garagem e controladores de luz. São tecnologias desenvolvidas de maneira exclusiva e independente por fabricantes dos mais variados, o que impede a sua interoperabilidade entre todos os equipamentos.

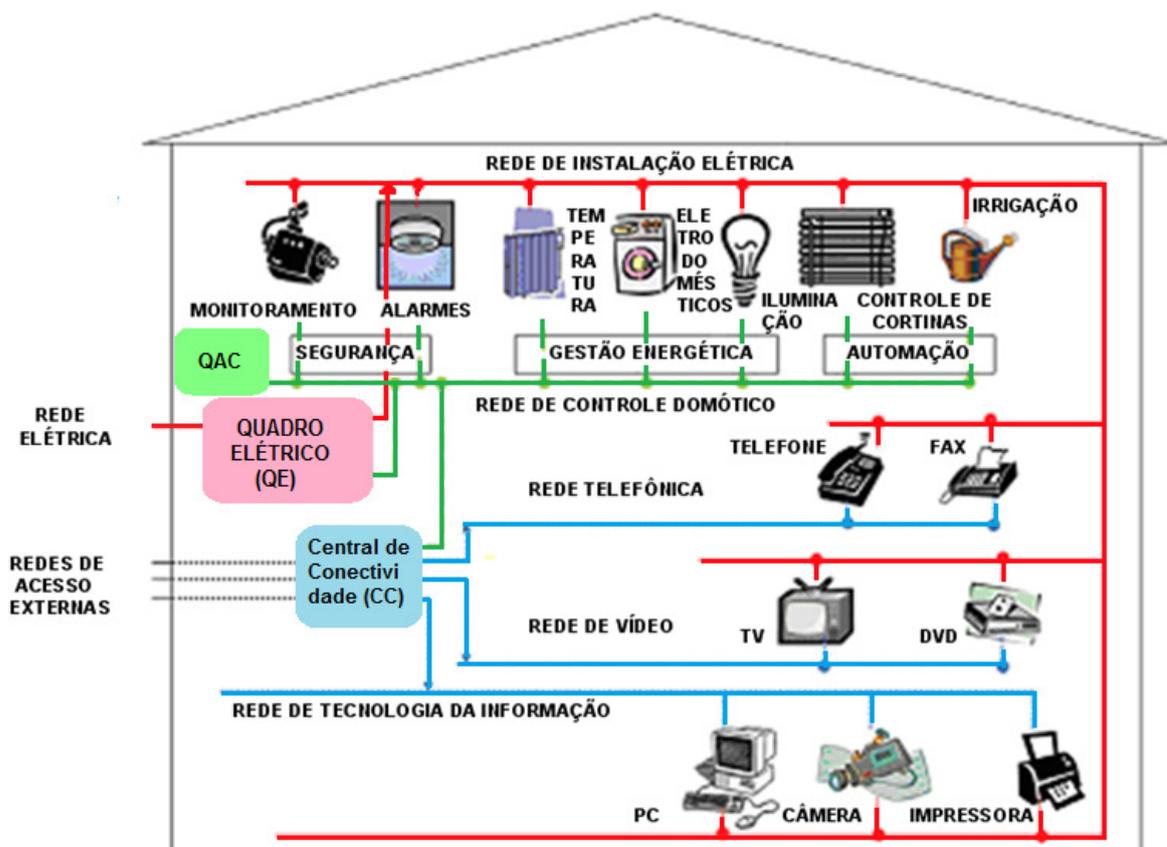
#### **4.2.4 Sistema de Cabeamento Estruturado**

Um sistema de cabeamento estruturado permite a interconexão entre computadores, equipamentos eletrônicos e de telecomunicações em uma habitação, ao contrário de instalações elétricas comuns, tendo como base a flexibilidade. O sistema permite a instalação de uma rede padronizada, onde qualquer serviço possa funcionar apenas mudando o equipamento de tomadas (Figura 8).

A vantagem em relação aos sistemas *wireless* consiste na possibilidade de se contar com um sistema de alta confiabilidade e custo baixo, podendo fazer uso de grandes velocidades de transmissão de dados, principalmente áudio e vídeo.

Para o caso de habitações que ainda serão construídas, a melhor opção seria poder contar com uma pré-automatização na parte estrutural da mesma, através da instalação de dutos para previsão de ligações. No caso, seria realizado um projeto estruturado para estabelecer a passagem de tubulações por onde passariam as fiações necessárias para a interconexão de todas as entradas e saídas que pertencem à rede de automação a ser implantada no futuro, como computadores, tomadas, comandos, pontos de luz, sistemas de segurança, sensores e aparelhos

de multimídia. Tudo seria conectado num Quadro de Automação Central (QAC) situado em um local estratégico da casa, permitindo assim a formação de um sistema integrado em todos os ambientes da residência. O conceito de cabeamento estruturado permite seu uso com tecnologias atuais e futuras, através de regras específicas e padronizadas. Cabe ressaltar que esse processo facilita a implementação de funções de uso remoto e local, para o caso de mau funcionamento operacional.



**Figura 8 – Redes estruturadas de uma instalação residencial.**

Fonte: CEDOM (2008) - Instalaciones Domóticas. Modificada pelo autor.

Como característica dos sistemas cabeados, quanto à pré-automação, pode-se dizer que a pré-automação geralmente permite a integração de dispositivos (atuadores, acionadores e controladores) tanto de mesma marca, quanto de diferentes fabricantes. As ligações dos sistemas podem ser feitas através de instalação descentralizada ou centralizada (DIAS; PIZZOLATO, 2004).

Na instalação descentralizada, os dispositivos não possuem um sistema gerenciável, com controle local. Quanto à sua disposição, podem ser não agrupados

ou associados em pequenos grupos (aplicações), distribuídos pelo projeto, permitindo uma implementação gradual do sistema.

Na instalação centralizada (Figura 9), os dispositivos podem ser agrupados em um único quadro de conexões sem sistema gerenciável, ou comandados por um sistema gerenciável dedicado (central), fazendo uso de um programa específico ou um Controlador Lógico Programável (CLP).



**Figura 9 – Ilustração de uma instalação centralizada através de sistema de cabeamento.**

Fonte: Catálogo Finder (2012) - Setembro/2012.

#### 4.3 INFRAESTRUTURA FÍSICA UTILIZADA EM DOMÓTICA

A infraestrutura física utilizada em Domótica é composta por acionadores (sensores), controladores e receptores. Os acionadores são os elementos que convertem o fenômeno físico em elétrico.

Como exemplos de acionadores podem ser citados: Interruptores e pulsadores (interruptor que permite várias funções); temporizadores (*timer*) e controladores de potência de iluminação (*dimmer*); sensores de presença e movimento; termostatos (controladores de temperatura); controles remotos e telas de toque (*touch screen*); câmeras de vídeo; unidades de reconhecimento de voz; interfaces biométricas (impressão digital, retina, geometria da mão); unidades de leitura de cartão magnético e unidades de leitura de etiquetas RFID (*Radio Frequency Identification Device*).

Os controladores são encarregados de receber a informação e processá-la de acordo com sua programação. Como exemplos de controladores, podem-se citar as centrais de automação e as unidades de controle lógico programáveis.

Os receptores são os dispositivos que recebem a ordem do controlador e promovem o efeito físico relacionado a ela. Como exemplos de receptores, podem-se relacionar: Luzes; aquecedores; aparelho de ar condicionado; sirenes e alarmes; monitores; cortinas, caixas acústicas; porta, janelas e irrigadores.

#### 4.4 PRINCIPAIS ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS

Existem muitos grupos de trabalho, que são constituídos por fabricantes de produtos, no mundo todo. Trata-se de importantes associações e organizações que promovem o desenvolvimento de tecnologias de automação predial e residencial. São compostas por grandes empresas como IBM, Microsoft, Intel, HP, Motorola, entre outras. Segundo a associação brasileira AURESIDE (2011), os grupos mais importantes no cenário mundial, podem ser vistos no Quadro 8.

**Quadro 8 – Principais grupos de trabalho internacionais.**

<b>GRUPOS DE TRABALHO</b>
Internet Home Alliance (IHA)
Electronic Industries Association (EIA)
Telecommunication Industries Association (TIA)
Home Application Programming Interface (Home API)
Home Phonenumber Networking Alliance (Home PNA)
Home Audio Video Interoperability (Home AVI)
Wireless Communications Technologies (Home RF)
Open Services Gateway Initiative (OSGI)
Consumer Electronics Association (CEA)
Home Plug Powerline Alliance (HPA)
Konnex Association (Konnex)
ZigBee Alliance (ZigBee)
Z-Wave Alliance (Z-Wave)
Special Interest Group (Bluetooth SIG)
Building Industry Consulting Service International (BICSI)
Continental Automated Buildings Association (CABA)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Todas estas principais organizações têm a preocupação de padronizar o funcionamento da rede doméstica e seus dispositivos inteligentes quanto a sua interoperabilidade. Dentre os objetivos mais importantes, pode-se destacar: Discussão e aprovação de especificações com adoção de melhorias; entrar em contato com órgãos regulamentadores para transformar especificações em padrões internacionais; intensificar relacionamentos com instituições de pesquisa; promover o desenvolvimento de novos produtos e serviços baseados em suas respectivas especificações; promoção da computação pervasiva e fomentar a competição no desenvolvimento de novos produtos.

#### 4.5 PADRONIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES DOMÓTICAS NO BRASIL

Com a abertura dos mercados de telecomunicações e informática no Brasil, na década de 90, a entrada de tecnologias de controle e automação, que antes eram mais restritas a empresas e à indústria, começa timidamente a alcançar os ambientes residenciais. As edificações foram à procura de redução de custos, através da economia de energia, além de conforto e segurança. Com o desenvolvimento dos eletroeletrônicos controlados, visando maior conforto, no começo do ano 2000, um grande número de sistemas de automação de âmbito residencial começou a ser oferecido com mais veemência ao mercado brasileiro.

Segundo a AURESIDE (2011), os projetos brasileiros de infraestrutura cabeada para automação têm procurado utilizar basicamente as normas americanas do American National Standards Institute (ANSI), complementadas pela norma nacional da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), as quais são mais relacionadas com a instalação física do sistema de automação, seja predial ou residencial. No Quadro 9, segue uma descrição das mesmas.

Estas normas são elaboradas para padronizar projetos de instalação de linhas telefônicas digitais e seus serviços agregados, computadores, *Internet* de acesso rápido, televisão paga (cabo ou satélite), interfonia e controle de acesso, além de equipamentos de vigilância eletrônica, em uma residência. Porém, é comum encontrar vários destes sistemas instalados sem uma infraestrutura de cabeamento adequada, comprometendo o desempenho destes equipamentos e a segurança dos moradores.

**Quadro 9 – Descrição das normas mais utilizadas em redes domiciliares no Brasil.**

ANSI/EIA/TIA 568	Trata-se de um padrão para cabeamento de telecomunicações de edifícios comerciais. Ele fornece diretrizes para a instalação de produtos específicos para esse tipo de rede.
ANSI/EIA/TIA 569	Especifica normas de instalação de infraestrutura de cabeamento e de distribuição interna de alta performance para sinais de automação, para prédios residenciais.
ANSI/EIA/TIA 570B	É um padrão para cabeamento de telecomunicações criado especificamente para residências e pequenos prédios comerciais, que estabelece graus de instalação baseados em serviços e sistemas que poderão ser suportados em cada residência.
ABNT NBR 14565:2011	Fornece os procedimentos básicos para a elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para uma rede interna de edifícios comerciais e “DataCenters” (centrais de processamento de dados).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o intuito de difundir tecnologias da área de automação residencial, prover informações, organizar seminários e congressos, promover cursos de capacitação e certificação profissional, foi criada, no Brasil, no ano 2000, a Associação Brasileira de Automação Residencial (AURESIDE). Com a proposta de estabelecer padrões de projetos de automação, ela criou um selo com a função de homologar produtos e serviços por meio da sua estampa, denominado “GRAUTEC”. O dito “Selo de Avaliação de Projeto” possui três níveis, onde o mesmo somente é concedido para projetos que realmente estejam dentro dos padrões e normas de automação estabelecidos pela AURESIDE. Através de uma análise da documentação técnica, recomendações são passadas para os projetistas de automação predial e residencial. Este selo conta com o apoio de muitas associações, como a Associação Brasileira de Engenharia de Sistemas Prediais (ABRASIP), a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (ASBEA), a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), entre outras.

A AURESIDE segue passos semelhantes a outras organizações internacionais a exemplo da Asociación Española de Domótica (CEDOM), sediada na Espanha, que também tem por objetivo promover a Domótica, certificando a qualidade dos projetos de seu país com o selo “AENOR”.

A infraestrutura da automação é enquadrada como parte das instalações elétricas em mais de 20 países, os quais adotam em sua legislação sistemas de avaliação de conformidade regulados através de agências credenciadas pelo governo (DANIEL, 2010). Quanto à legislação brasileira, esta ainda não adotou nenhuma regulamentação definindo as responsabilidades de verificação da implementação de um projeto de instalação elétrica interna de uma residência por parte de um profissional devidamente habilitado, apesar de algumas capitais brasileiras possuírem legislação em análise. Com o objetivo de estruturar uma base necessária para avaliação de instalações elétricas de baixa tensão nos segmentos residencial, comercial e industrial, foi criada em 2008 a Associação Brasileira de Certificação de Instalações Elétricas (CERTIEL BRASIL), contando com a participação de importantes entidades, como: ABINEE, ABNT, Sindicato da Indústria de Condutores Elétricos, Laminação e Trefilação de Metais Não Ferrosos da Cidade de São Paulo (SINDICEL), Instituto Brasileiro do Cobre (PROCOBRE), entre outras. Sua meta é buscar a diminuição, através de avaliações, do nível de não conformidade na execução de instalações elétricas, com aplicação da norma técnica legal, aumentando a segurança e conforto aos usuários. A associação conta com o apoio formal do Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO) e tem feito algumas experiências em cidades interessadas, comprovando um índice considerável de irregularidades.

Segundo Daniel (2010), foi realizado em 2005, na cidade de São Paulo, um projeto chamado “Programa Casa Segura”, onde a intenção era orientar a sociedade quanto à instalação elétrica dos prédios e residências, valorizando o imóvel, diminuindo o risco de acidentes e promovendo a economia de energia. Foram vistoriados 150 prédios com mais de 20 anos de existência e o resultado foi catastrófico. Mais de 93% das habitações continham disjuntores incompatíveis com os circuitos internos e 53% dos cabos possuíam sinais de aquecimento, entre outras deficiências. De acordo com o PROCOBRE (2006), o relatório do Programa Casa Segura e dados do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo concluiu que a

segunda maior causa de incêndios no referido estado tem sido a inadequação de instalações elétricas.

No Brasil, assim como foi feito na Europa e países desenvolvidos, é preciso rever toda a legislação relacionada com as obras e instalações dentro de uma casa, desde a norma arquitetônica (NBR 13531), de instalações elétricas (NBR 5410), de telecomunicações (NBR 14565), entre outras. Também se faz necessário que haja um mecanismo legal que garanta o cumprimento geral das normas e que possibilite uma avaliação sistemática das instalações prediais e residenciais.

É preciso que exista uma legislação técnica para definir padrões dos equipamentos usados e das automações em instalações elétricas. Atualmente existem normas para instalações elétricas, porém faltam para instalações de automação. O que existem, no Brasil, são normas para cabeamento residencial de redes, de origem norte-americana, as quais definem padrões e referências para sua correta instalação e dimensionamento.

Nos países que ajustaram recentemente suas normas técnicas, pode-se observar o exemplo da Espanha, onde construções que superem um número mínimo de metros quadrados são obrigadas pelos seus novos códigos técnicos de edificação a instalarem certa quantidade de captadores solares térmicos e placas de células fotovoltaicas para promoção de sustentabilidade, seguindo uma norma. Também ocorre, com relação à energia, certo tipo de classificação energética nas casas, de modo que seu valor agregado seja computado de acordo com sua eficiência energética, depois da sua verificação pela fiscalização de órgãos competentes.

## 5 PESQUISAS SOBRE AMBIENTES INTELIGENTES PELO MUNDO

### 5.1 INTRODUÇÃO

O rápido desenvolvimento das Tecnologias da Informação e Comunicação, as chamadas TIC, associadas à Automação (TICA), têm criado uma necessidade urgente de se definir teorias, métodos e conceitos para avaliar e analisar sua interação entre ambiente e usuários. Muitos trabalhos têm sido realizados pela comunidade científica em laboratórios experimentais para o desenvolvimento de ambientes inteligentes no mundo todo, graças ao progresso das tecnologias envolvendo redes domiciliares com e sem fio, sensores, métodos computacionais e dispositivos inteligentes.

Desde o início da década de 1990, o desenvolvimento dos primeiros dispositivos inteligentes por empresas corporativas, as quais possuem o objetivo de desenvolver soluções que propiciem a disseminação e a gestão do conhecimento, proporcionou o surgimento de alguns protótipos de residências-laboratórios, a exemplo da Adaptive House da Universidade de Colorado, EUA, 1991 (MOZER, 1998). No decorrer desse período, vários projetos foram desenvolvidos mundialmente utilizando todas as tecnologias disponíveis, por universidades e pela indústria. O escopo das pesquisas tem abrangido infraestrutura, interfaces, redes de comunicação, modelagem de controle de dispositivos, robótica, entre outros tópicos.

Esses laboratórios têm procurado trabalhar com espaços onde tecnologias a base de sensores, câmeras e outros equipamentos são instalados numa casa real com pessoas residindo nela. O objetivo da maioria desses projetos é observar o estilo de vida de seus ocupantes, fazendo uma análise das informações provenientes dos sensores que permita descrever os hábitos diários de seus usuários, onde sua modelagem pode proporcionar a antecipação das necessidades através de seu aprendizado, gerando comodidades. Apesar de a proposta ser sempre a de gerar conforto e conveniência, muitas pesquisas tem focado especificamente a população de idade avançada ou com alguma incapacidade, no sentido de prover acessibilidade e autonomia.

Os esforços das pesquisas com ambientes inteligentes sempre têm se baseado em quatro pilares principais: Computação ubíqua, inteligência artificial, interatividade e percepção. A computação ubíqua se refere à situação onde o

usuário está rodeado de dispositivos invisíveis para ele; a inteligência artificial envolve a análise do contexto pelo sistema usado no que diz respeito ao comportamento e aprendizado do mesmo; a interatividade se refere à forma como o usuário se comunica com o sistema e vice-versa; e a percepção se refere à habilidade que o sistema tem de reconhecer objetos e pessoas e suas intenções.

A seguir são mostradas algumas das principais pesquisas com laboratórios/ambientes inteligentes elaboradas através do mundo, bem como os métodos utilizados para atender os objetivos comuns. A maioria delas ainda se encontra em andamento, permitindo novos avanços.

## 5.2 PESQUISAS ACADÊMICAS NO EXTERIOR

### 5.2.1 América do Norte

Em Boulder, University of Colorado, foi desenvolvido a partir de 1991, o projeto “Adaptive House”, pelo professor Michael Mozer. Trata-se de uma casa inteligente que foi elaborada usando um sistema de redes neurais para controlar temperatura ambiente, aquecedor de água e iluminação, sem a programação prévia do usuário. Esse sistema, chamado ACHE (Adaptive Control of Home Environment), visa economizar a energia respeitando o estilo de vida do usuário. ACHE monitora de forma constante o ambiente, observando todas as ações feitas pelos residentes. Através dos dados coletados por sensores remotos, padrões são registrados, processados e aprendidos, de forma que a casa possa se programar sozinha, evitando assim a necessidade de um programador profissional.

Segundo Mozer (1998), atualmente na casa foram instalados mais de cinco quilômetros de condutores e 75 sensores, que monitoram inclusive portas e janelas, conforme pode ser visto na sua planta baixa (Figura 10).

Se algum desconforto é notado em relação a um evento pré-programado, um retorno de informação ao sistema é dado, de forma que da próxima vez que o evento for acessado, o processo ocorra de forma mais adequada. Um exemplo dessa aplicação é feito quando o sistema percebe a presença de um usuário em determinado ambiente e controla a potência da luz. Caso o usuário interfira no processo, mudando a potência da mesma de forma mais interessante, ele reprograma seus dados para “acertar” da próxima vez, tentando seguir os hábitos do usuário em questão.



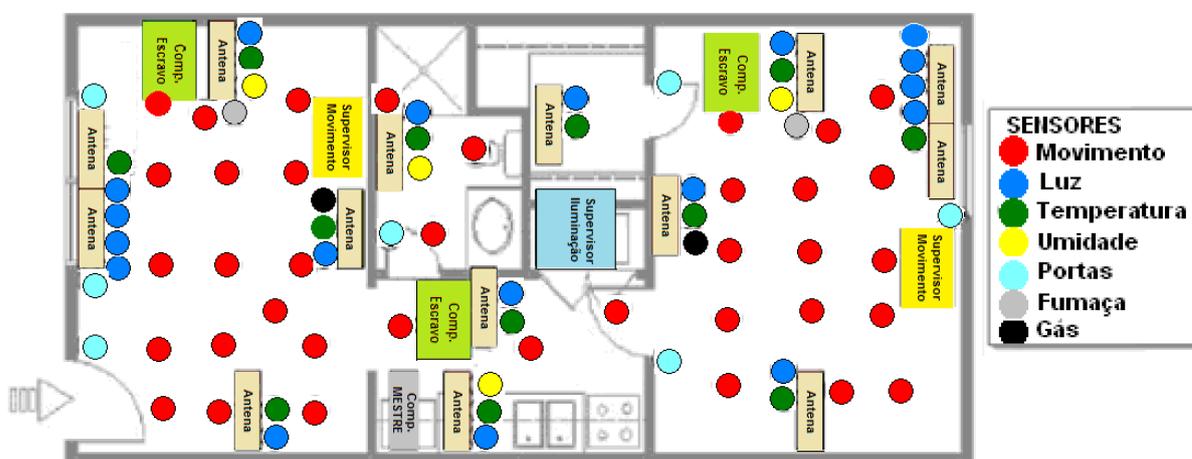
**Figura 10 – Planta baixa da Adaptive House com a localização dos sensores.**

Fonte: MOZER (1998). Adaptada pelo autor.

No Geogia Institute of Technology, em 1998, um grupo de pesquisadores interdisciplinares montou o projeto “Aware Home Research Initiative”, uma casa inteligente que funciona como um laboratório de desenvolvimento e avaliação para tecnologias domésticas (KIDD *et al.*, 1999). O objetivo do projeto é criar um ambiente que perceba e ajude o usuário quando o mesmo chegar à idade avançada, no sentido de aumentar a qualidade de vida, aumentando sua independência. A casa possui sensores no piso para diferenciar os passos dos diferentes residentes, criando módulos baseados em seus comportamentos, utilizando modelos matemáticos e redes neurais. Nesse laboratório, muitos objetos foram mapeados com RFID, de forma que praticamente todos os objetos essenciais possam ser localizados e reconhecidos pelo sistema. A interação com o usuário é feita via painéis de LCD (*liquid cristal display*) e sistemas de áudio e vídeo, de forma que os comandos também possam ser feitos por interpretação de fala e gestos. O projeto também apresenta pesquisas com robôs para dar assistência na manipulação motora, bem como pesquisas envolvendo entretenimento e sustentabilidade, investigando como novas tecnologias podem impactar na vida das pessoas nas casas.

Em Arlington, University of Texas, foi idealizado em 2000 o projeto MavHome (Managing an Adaptive Versatile Home) com o objetivo de criar uma casa que age como um agente racional, tentando maximizar o conforto de seus habitantes, enquanto minimiza seus custos operacionais e provê segurança (COOK, 2006). O sistema deve ser capaz de sentir e prever os hábitos dos ocupantes e o uso dos eletrodomésticos. O método é chamado de LeZi, um modelo de previsão probabilística de gerenciamento de conforto e uso de eletrodomésticos. Especificamente, esse sistema calcula a probabilidade de cada ação possível que ocorra na sequência observada do movimento, baseada em ações passadas e predizendo as mesmas. O projeto MavHome faz uso de várias tecnologias, como: robótica, inteligência artificial e bancos de dados. O controle faz a automação de todas as luzes do ambiente e dos eletrodomésticos, assim como os sistemas de refrigeração e aquecimento, ventiladores e persianas. A localização dos usuários é feita através de sensores a base de infravermelho com acurácia de 95%.

Na Figura 11 pode ser vista a planta baixa da casa e a localização dos sensores espalhados estrategicamente pelos cômodos.

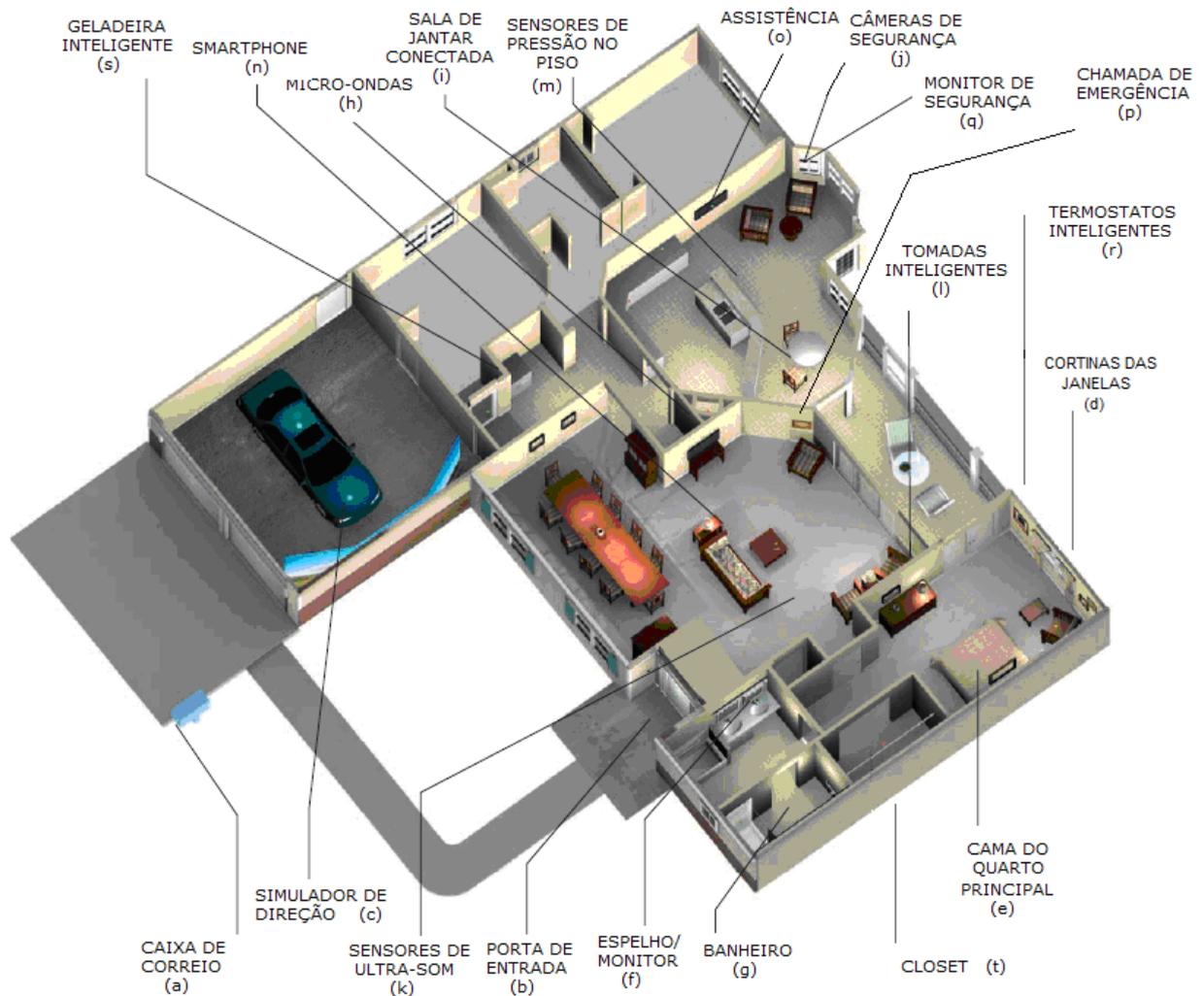


**Figura 11 – Planta baixa da MavHome com a localização dos sensores.**

Fonte: COOK (2006). Modificada pelo autor.

Na University of Flórida, um grupo de pesquisadores desenvolveu, em 2005, um projeto conhecido como “Gator Tech Smart Home” (HELAL *et al.*, 2005). Sua estrutura é baseada em vários dispositivos inteligentes instalados em pontos específicos da residência/laboratório. Sua disposição pode ser vista na Figura 12. Todos os componentes envolvidos no processo são montados com sensores e

atuadores e conectados a um sistema operacional projetado para otimizar o conforto e a segurança especificamente de pessoas idosas e deficientes. Essa tecnologia também utiliza um sistema de rastreamento ultrassônico para localizar os usuários e avaliar seus hábitos de locomoção, com a finalidade de controlar melhor o ambiente.



**Figura 12 - Projeto Gator Tech com a localização dos dispositivos inteligentes.**

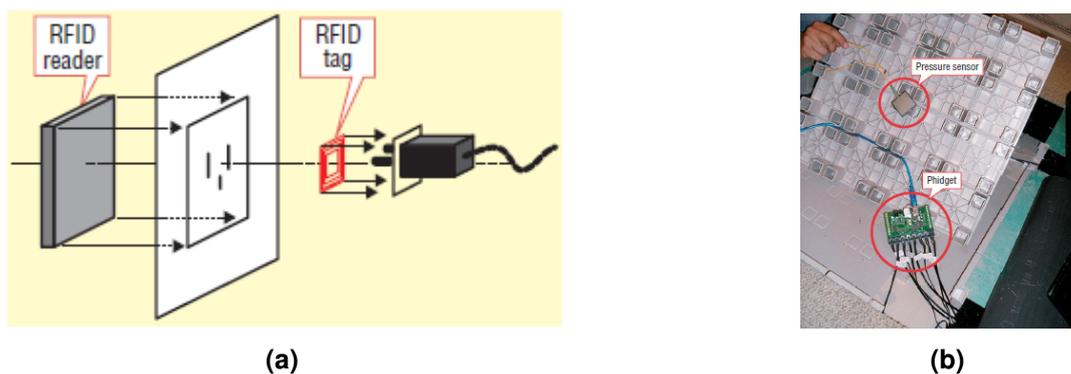
Fonte: HELAL *et al.*, (2005).

Segundo Helal *et al.*, 2005, o estudo tem como meta identificar todos os elementos estáticos do ambiente, como móveis, roupas, utensílios e eletrodomésticos. Com isso, será possível identificar, localizar e controlar a maioria dos objetos da casa, através do aprimoramento de monitoramento remoto.

Alguns dos dispositivos inteligentes integrados ao sistema são listados no Quadro 10.

**Quadro 10 – Dispositivos integrados ao Projeto Gator Tech.**

a	Caixa de correio, que informa ao usuário quando existem correspondências
b	Porta de entrada, que pode ser aberta automaticamente, com identificação dos usuários através de RFID, com comunicação audiovisual
c	Simulador de direção de carro, instalado na garagem, para coletar dados das habilidades de pessoas idosas para pesquisa
d	Cortinas das janelas, que podem ser programadas ou acionadas automaticamente de acordo com a iluminação, temperatura e privacidade
e	Cama do quarto principal, com monitor de sono ou insônia
f	Espelho/monitor, com mensagens e lembretes, inclusive de remédios
g	Banheiro, com sensor de término de papel, vazamentos, temperatura da água e biometria (temperatura e peso) do usuário
h	Micro-ondas, que informa o usuário sobre tempos e preparos dos alimentos
i	Sala de jantar conectada, onde é possível fazer refeições e lanches em videoconferência
j	Câmeras de segurança, que monitoram o pátio e a frente da casa
k	Sensores de ultrassom, para detectar o movimento e orientação dos ocupantes
l	Tomadas inteligentes, que informam qual eletrodoméstico ou iluminação está ligado a elas, podendo ser controladas. Tecnologia usada: RFID (Figura 13 (a))
m	Sensores de pressão no piso, para informar o movimento e posição precisos, bem como possíveis quedas (Figura 13 (b))
n	<i>Smartphone</i> , o qual funciona como telefone e permite o controle remoto de luzes, eletrodomésticos e mídia da casa. Também pode receber e prestar informações sobre a casa para o usuário, quando o mesmo estiver ausente
o	Assistência cognitiva, para informar sobre algum medicamento ou tarefa
p	Chamada de emergência, na suspeita de algum problema mais sério
q	Monitor de segurança, para informar o estado atual das portas e janelas
r	Termostatos inteligentes, para condicionamento da temperatura
s	Geladeira inteligente, para monitorar disponibilidade de alimentos e consumo, informando prazos de validade dos alimentos e criando listas de compras
t	Closet inteligente, onde sugestões de combinações de roupas serão oferecidas baseadas em condições de tempo externas



**Figura 13 – (a) Detalhe das tomadas inteligentes e (b) sensores de pressão instalados no piso.**

FONTES: HELAL *et al.*, (2005).

Em Cambridge, no Massachusetts Institute of Technology (MIT), um grupo de pesquisadores tem trabalhado desde 2005 no projeto “The House of the Future” (PlaceLab), que tem o apoio de empresas particulares no sentido de estudar, de forma multidisciplinar, o comportamento e interação das pessoas com as novas tecnologias em ambientes inteligentes (INTILLE *et al.*, 2006). O PlaceLab é um apartamento/laboratório instalado no pavimento térreo de um condomínio, onde centenas de sensores foram instalados em todos os cômodos, sendo ocupado periodicamente por voluntários que concordam em ajudar nas pesquisas. Eles são continuamente monitorados quanto a suas atividades e sinais vitais e uma enorme quantidade de dados pode ser adquirida diariamente de forma remota. O projeto realiza o gerenciamento dos gastos com energia, proporcionando entretenimento, leitura e comunicação, usando sensores ubíquos e sistemas de transmissão *wireless* presos ao corpo através da própria roupa. Com isso, produtos e serviços podem ser testados com maior eficiência, onde os erros de um comportamento inesperado podem ser mais facilmente analisados. Técnicas proativas de cuidados com a saúde, por exemplo, têm sido testadas, onde ações de comportamento são direcionadas através de acompanhamentos proativos de dietas, exercícios físicos e medicação necessária, se for o caso, pelo sistema.

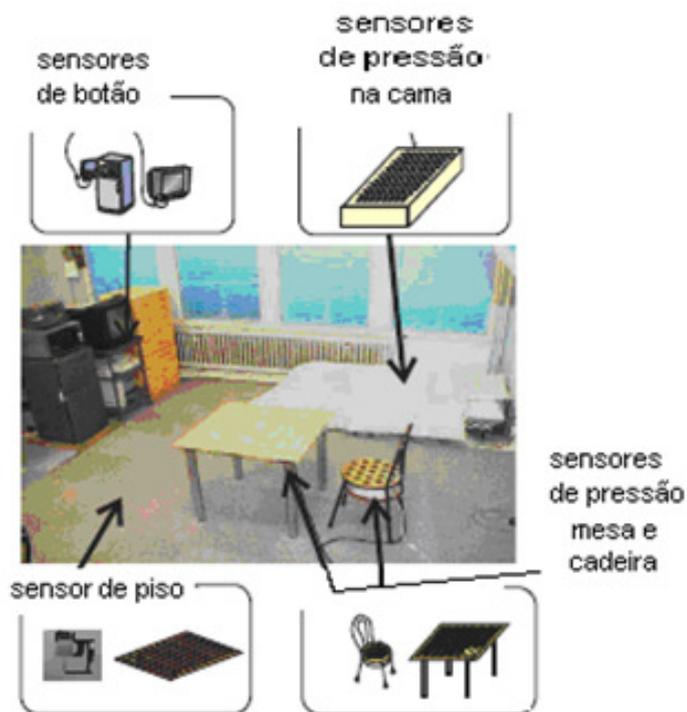
### 5.2.2 Ásia

Na Ásia, muitos projetos foram desenvolvidos e alguns ainda estão em curso. O objetivo maior, na sua grande parte, é manter as pessoas idosas em seus domicílios, criando um ambiente adaptado e confortável, através de tecnologias assistivas.

Segundo Tamura *et al.* (2007), o Ministério do Comércio e Indústria Japonês tem desenvolvido e construído 16 ambientes inteligentes pelo país, denominados “Welfare Techno Houses” (WTH). O objetivo dessas casas experimentais é a promoção da independência de pessoas idosas e incapacitadas, com o consequente aumento da qualidade de vida. As WTH têm sido usadas como teste para uso de novas tecnologias assim como avaliação do sistema pelos usuários. Em uma WTH, na cidade de Takaoka, foram instalados vários dispositivos de forma não invasiva, integrados em uma rede domiciliar, como citados a seguir: A cama principal do quarto de dormir possui, no travesseiro e no colchão, monitores de eletrocardiograma (ECG); na banheira, durante o banho, o monitoramento de ECG também pode ser feito, utilizando a água como condutor; no vaso sanitário, o peso do usuário é medido por transdutores de força; no chão, foram instalados aquecedores, permitindo que o usuário possa andar descalço a uma temperatura controlada; existe controle de luz, janelas e cortinas; sistema de segurança com videofone conectado à porta de entrada principal; e ambientes com sensores de movimento a base de infravermelho e portas com chaves magnéticas, para monitoramento de atividades.

Em Osaka, através do National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, uma tecnologia para monitoramento de ambientes domésticos foi desenvolvida com a finalidade de detectar comportamentos anormais provocados pelo usuário (MATSUOKA, 2004). Mais de 167 sensores foram espalhados por uma casa experimental, ligados a um sistema de rede domiciliar *wireless*, onde os dados de entrada eram os movimentos, a postura, o uso de eletrodomésticos e sinais vitais. O processamento era feito fazendo uma comparação estatística com os dados armazenados e o comportamento atual do usuário, e a resposta culminava com a identificação do comportamento (adequado ou inadequado). O sistema podia monitorar cinco usuários simultaneamente. A identificação dos usuários era feita através de RFID, que eram presos ao corpo através de um traje, assim como muitos eletroeletrônicos pela casa. Cada sensor estava associado a uma ou mais atividades. A trajetória era monitorada por processamento de imagem e a postura era monitorada por acelerômetros, sensores que mediam aceleração e ângulo, identificando posições e ações (em pé, sentado, deitado, levantar e cair). A acurácia identificada era em torno de 90%.

Segundo Nogushi *et al.* (2002), na University of Tokyo, mais precisamente no Department of Mechano-Informatics, um laboratório/ambiente inteligente foi construído em uma sala (Figura 14), baseado em um sistema em rede que coletava dados quantitativos de ações humanas diárias a partir de sensores e posteriormente “aprendia” a partir da análise desses dados.

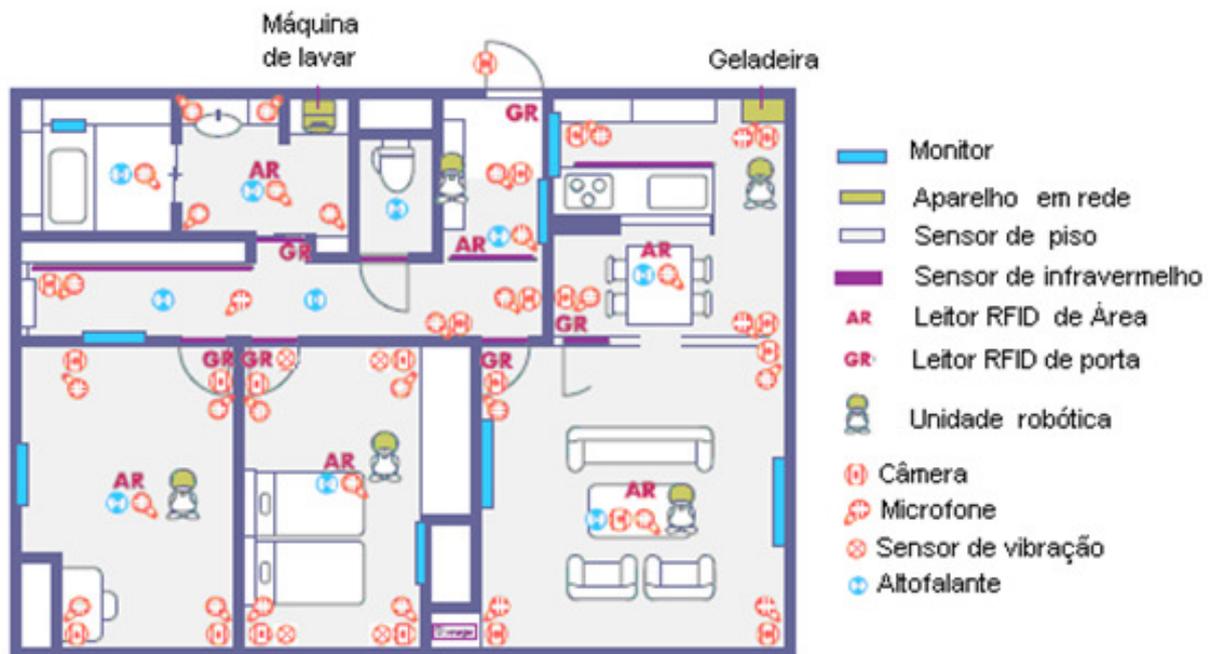


**Figura 14 – Visão da sala instrumentada com sensores.**

Fonte: Nogushi *et al.* (2002). Adaptada pelo autor.

O objetivo desse projeto é simplesmente dar suporte ao usuário no seu dia-a-dia, através da coleta, análise e integração dos dados processados, prevendo o comportamento humano. As informações dos sensores são gravadas e a combinação desses dados produz algoritmos que tentam eliminar estados (ações) redundantes. Os sensores usados são capazes de detectar quando o usuário está em atividade. As centenas de sensores estão distribuídas em toda a sala. A mesa possui 84 sensores de pressão, para cálculo da posição das mãos e objetos; a cadeira possui 19 sensores de pressão para definir a posição do usuário no assento; o assoalho possui 252 sensores de força; a cama possui 224 sensores e os eletrodomésticos também possuem chaves magnéticas e sensores associados.

Na University of Tokyo, foi elaborado outro projeto chamado “Ubiquitous Home”, com a finalidade de realizar testes para a criação de novos serviços destinados à ligação de aparelhos eletrodomésticos, sensores e atuadores em redes domiciliares (YAMAZAKI, 2006). Nos ambientes foram instalados sensores, microfones e câmeras, além de unidades robóticas, para servirem de ligação entre o “robô” principal (a casa) e o usuário. O esquema da residência/laboratório pode ser visto na Figura 15.



**Figura 15 – Disposição dos sensores na “Ubiquitous Home”.**

Fonte: YAMAZAKI (2006). Adaptada pelo autor.

Duas universidades em Busan, na Coreia, têm desenvolvido em conjunto um ambiente inteligente capaz de detectar os diferentes estilos de vida do residente, bem como seu estado de saúde, no intuito de antecipar suas necessidades e oferecer um serviço de domótica apropriado (HA *et al.*, 2006).

### 5.2.3 Europa

Muitas experiências com ambientes inteligentes foram desenvolvidas na Europa, onde uma parte foi dedicada à gestão do conforto e outra à manutenção de idosos e incapacitados nos seus domicílios.

Na França, na Universidade de Toulouse, foi desenvolvido e testado em 2001, um ambiente inteligente experimental específico para suporte de pessoas idosas ou com incapacidade, cujo projeto foi batizado como PROSAFE. Os objetivos da experiência eram a detecção de comportamento anormal do usuário, interpretado como um acidente ou uma queda, e coleta de dados de usuários 24 horas por dia (CHAN *et al.*, 2005). A habitação experimental foi equipada com sensores infravermelhos de movimento conectados a uma rede *wireless*, que podiam captar os movimentos e, através de um processamento, avaliar a evolução do processo. Mais tarde, em complemento ao PROSAFE, foi criado o projeto ERGDOM, com a característica de ser auto-adaptativo, permitindo regular o conforto do ambiente em relação à temperatura, monitorar a segurança e fazer a gestão do consumo de energia do ambiente inteligente em estudo.

Na Suécia, o Royal Institute of Technology desenvolveu o projeto “comHOME”, com a finalidade de simular a casa do futuro. Seu objetivo era integrar soluções de comunicação através de vídeo, permitindo interatividade entre o usuário e o sistema de controle, cuja programação era feita através de interfaces, gestos e posicionamento, proporcionando aprendizado e adaptação do sistema em relação ao usuário (JUNESTRAND *et al.*, 2001).

Na Rússia, no St. Petersburg Institute for Informatics and Automation (SPIIRAS), pesquisadores tem estudado um ambiente inteligente para realização de conferências, desenvolvido com o suporte da Russian Foundation for Basic Research. A pesquisa se baseia na implementação de interfaces de reconhecimento da voz humana, movimentos, gestos e posição, através de uma interação homem-computador de forma natural (YUSUPOV; RONZHIN, 2010).

Na Inglaterra, em Portsmouth, foi feito um projeto de pesquisa em conjunto (University of Portsmouth, John Grooms Housing Association e Portsmouth City Council), cujo objetivo era produzir soluções de assistência a pessoas com incapacidades, para viver independentemente. A ideia era realizar soluções integradas de arquitetura e tecnologia traduzindo-se em ambientes inteligentes (CHAPMAN; McCARTNEY, 2002). A instalação, composta por seis apartamentos, permitia que uma grande quantidade de dados fosse adquirida eletronicamente

através de sensores, a fim de se fazer um estudo do comportamento do usuário mediante a utilização do espaço e produtos de ação remota e interativa em teste.

Na Espanha, uma equipe de pesquisas em processamento de linguagem natural, da Universidade de Sevilha, através do Projeto JULIETTA, criou um sistema de interface para ambientes inteligentes que permite dar ordens orais a certos dispositivos e programar funções verbalmente, sem a necessidade de empregar comandos artificiais. O computador controla o sistema e se encarrega da operação de identificar a voz, compreensão de ordens e geração de resposta. O sistema também promove a manipulação das execuções e configurações exigidas pelo usuário, como baixar o volume da televisão quando o telefone tocar, por exemplo. A flexibilidade de uso da voz tem como vantagens importantes a facilidade de emitir ordens e a desnecessária memorização de comandos, que às vezes se tornam complexos (MENDIVELSO, 2003).

#### **5.2.4 Oceania**

Na Austrália, na University of New South Wales, Celler *et al.* (1994) propuseram um projeto para implementação de um sistema multidisciplinar para medir o padrão funcional de saúde de idosos através do monitoramento remoto e contínuo de medidas de parâmetros de interação entre o usuário e o ambiente. Para isso, foi instrumentada uma casa com sensores de movimento e presença, sensores de pressão, luminosidade e temperatura, microfones, medidores de consumo de energia total e por eletrodoméstico, e sensores de abertura e fechamento de portas. Também eram coletados sinais biológicos do usuário, como pulso, pressão sanguínea, glicose e sinais eletrocardiográficos. Os dados eram transmitidos por um sistema de transmissão específico, que direcionava os dados para uma sala de processamento. Com isso, vários eventos podiam ser identificados e processados, como o uso do banheiro e cozinha, mobilidade geral da casa, usuário dormindo, entre outras atividades.

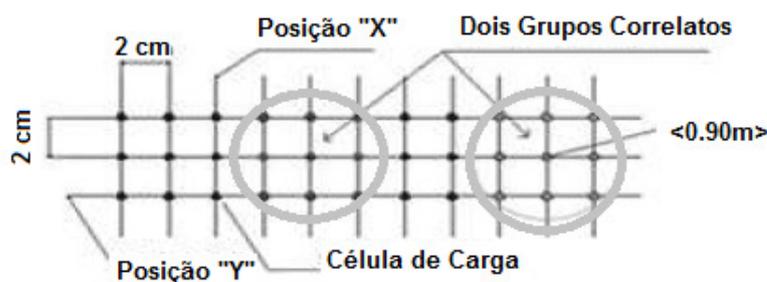
Na Nova Zelândia, na Massey University, está sendo feito um estudo sobre o reconhecimento do comportamento de um usuário num ambiente inteligente (CHUA *et al.*, 2009). Este processo está sendo analisado levando em conta três parâmetros: Tempo, ambiente e contexto racional. O projeto faz uso de um ambiente

instrumentado com uma grande variedade de sensores (áudio, vídeo, sensores no corpo do usuário, e etiquetas de RFID). O objetivo maior é o desenvolvimento de um modelo confiável de detecção de comportamento dentro de um ambiente inteligente.

### 5.3 PESQUISAS NO BRASIL

No Brasil, poucos estudos têm sido realizados envolvendo ambientes inteligentes. Trata-se de projetos de grande relevância, pois seu desenvolvimento proporcionou a criação de laboratórios com foco específico no tema e trabalhos de pesquisa considerados promissores. São citados aqui alguns de maior destaque.

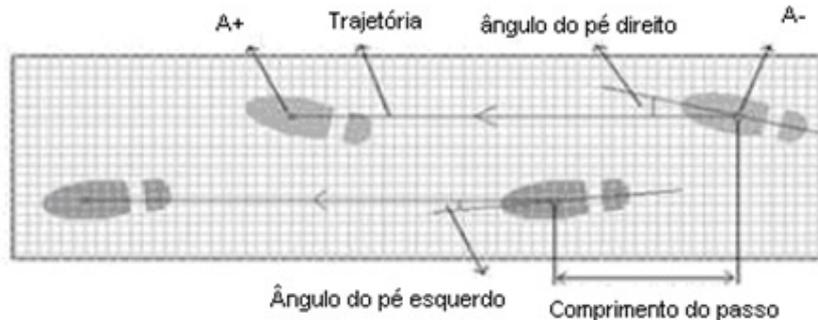
No Instituto Militar de Engenharia (IME), foi proposto por Rosa *et al.* (2004) um trabalho cujo objetivo principal era a adaptação de uma casa inteligente onde seria mínima a interferência dos moradores, não havendo a necessidade de câmeras de vídeo, teclados ou acionamentos por reconhecimento de voz. O ocupante seria monitorado de forma não invasiva por agentes que, juntos tomariam decisões de comando de temperatura e luminosidade da casa. As condições de conforto e segurança se tornariam adequadas, monitorando-se o consumo de energia e mantendo-se a privacidade do usuário. A modelagem da casa inteligente foi feita baseando-se em “pistas” deixadas pelos moradores, ou seja, suas ações características, proporcionadas por uma coleta de dados atualizada de acordo com o usuário. Os dados serão gerados por sensores de força instalados no chão da casa e serão aplicados em algoritmos de passos, que irão identificar através de uma rede neural, o usuário, juntamente com seus hábitos naquele ambiente. Dependendo do ocupante, este poderá ser classificado com morador, visitante ou invasor, o que permitirá ações específicas de tratamento. Na Figura 16 pode-se observar a malha de sensores a serem instaladas nas zonas de entrada dos cômodos.



**Figura 16 – Malha de sensores de força.**

Fonte: ROSA *et al.* (2004).

Para identificação do usuário, os parâmetros físicos a serem comparados pela posição do passo são a frequência, o peso, o ângulo do pé direito, o ângulo do pé esquerdo e o comprimento do passo. Na Figura 17 podem ser vistas essas características.



**Figura 17 – Parâmetros dos passos do usuário.**

Fonte: ROSA *et al.* (2004).

Segundo Bolzani (2010), foi criado no ano de 2007 o Laboratório de Automação Residencial na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, onde foi desenvolvida uma plataforma de programação para ser utilizada em ambientes inteligentes, capaz de receber dados de sensores, detectar ações e eventos, fazer uma análise dos dados, gerenciar ações futuras e, por sua vez, alterar o ambiente por meio da mudança de estado de atuadores. Todo esse processo poderia ser controlado e supervisionado por uma interface gráfica. Também foi criada uma biblioteca que propiciasse a possibilidade de desenvolvimento de novos módulos por terceiros. Com isso, o projeto permitiu o desenvolvimento de vários trabalhos científicos incluindo o de Bolzani (2010), que criou um simulador de controle de dispositivos residenciais inteligentes denominado Home Sapiens, baseado em nós de controle distribuídos (Figura 18).



**Figura 18 – Interface do sistema através de tela de toque.**

Fonte: BOLZANI (2010).

No Laboratório de Redes de Computadores (LAR) do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (CEFET-CE) foi desenvolvido o projeto PIMENTER, que se propõe a transformar o uso do computador pessoal (PC) em uma espécie de “robô” estático doméstico inteligente de acesso remoto, bastando para tanto que o mesmo ficasse ligado 24 horas por dia (SILVA; OLIVEIRA, 2008). Com isso, foi criado o protótipo PIMENTER INTELLIGENT HOME (PIH), uma aplicação que faz um serviço de integração e controle de dispositivos que estariam ligados ao PC, como câmeras de vídeo, sensores e atuadores, instalados de acordo com a necessidade do usuário. Seu gerenciamento também pode ser feito via telefonia móvel através de uma página da *Internet*. O aplicativo também promove o gerenciamento do processamento do PC, de forma que, através de políticas previamente definidas, quando ele ficar ocioso, possa trazer benefícios ao usuário na medida em que ele permita que terceiros (empresas ou organizações) possam fazer uso de seus recursos computacionais, aumentando o poder de processamento final do novo conjunto definido, criando assim uma nova forma de vender serviços.

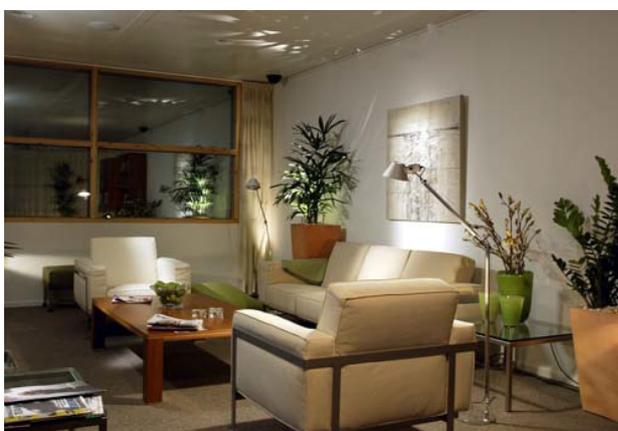
O projeto também serviu de referência para outros, como o DIGA (DIGital Automation in Monitoring and Control using GINGA Technology), que é um sistema de gestão de recursos habitacionais o qual faz uso de dispositivos de controle e automação residencial, permitindo se agregar à funcionalidades da tecnologia de transmissão dos sinais da televisão digital brasileira. Os sinais de controle e serviços poderão fazer uso da interatividade dos canais da TV digital, onde aplicações desenvolvidas para o ambiente residencial poderão ser feitas, como monitoramento nas áreas de saúde e segurança física. Dessa forma, Telemedicina, programação de ações, e controles de serviços poderão ser realizados a partir de qualquer TV integrada ao sistema ou via *Internet* (OLIVEIRA *et al.*, 2008). O DIGA será uma opção de aplicativo doméstico de interatividade após a universalização da TV digital nas residências brasileiras (a previsão para o fim da transmissão analógica é 2016).

#### 5.4 INICIATIVAS CORPORATIVAS

Dentre as empresas corporativas que contribuíram para o desenvolvimento de pesquisas em ambientes inteligentes através de laboratórios industriais e cooperações, podem-se destacar algumas como: Microsoft, Philips, XEROX, IBM e Intel.

Em 1997, a Microsoft Research criou um projeto chamado “EasyLiving”. Ele surgiu graças ao interesse do seu fundador, Bill Gates, pelo assunto, uma vez que ele possuía uma das casas mais automatizadas no mundo, naquela época (BOLZANI, 2010). O projeto tinha como ideia principal a distribuição de computadores em vários ambientes de uma casa, de forma ubíqua, ligados em rede, como se fossem um só. A interação usuário-computador poderia ser feita em todos os ambientes da casa usando gestos e a voz, de forma natural. Isso permitiu a motivação para o desenvolvimento de vários sistemas de controle, interfaces e modelos de análise comportamental do usuário em ambientes inteligentes, como monitoramento dos usuários por rastreamento de vídeo, onde o sistema identifica a pessoa através da sua silhueta em tempo real, permitindo saber a posição do mesmo no ambiente (BRUMITT *et al.*, 2000).

No ano 2000, na Holanda, a Philips Electronics lançou um projeto denominado “HomeLab”, que se tratava de um laboratório para estudos em ambientes inteligentes. À primeira vista parecia uma casa simples com quarto, sala, cozinha e banheiro, porém todos os ambientes possuíam câmeras e microfones no teto, de forma discreta (figura 19 (a)). Caso fosse necessário, sistemas de rede sem fio poderiam ser usados sem esforço e comandados por uma sala de controle central (figura 19 (b)) onde todos os eletroeletrônicos e luzes poderiam ser acionados remotamente ou manualmente, permitindo o estudo de comportamento dos usuários e sua interação com novas tecnologias (AARTS, 2004).



(a)



(b)

**Figura 19 – (a) Visão da sala do HomeLab (Philips) e (b) visão da sala de controle.**

Fonte: ARRTS, 2004

As pesquisas com o HomeLab tem focado no aumento de suporte que as casas podem oferecer ao usuário, no seu dia-a-dia, principalmente para as pessoas idosas, de forma adequada e aceitável.

Uma divisão da XEROX Corporation, a XEROX PARC (Palo Alto Research Center), trabalhou intensivamente desde 1990 com pesquisas relacionadas à computação ubíqua. Seu foco sempre foi baseado em tecnologias de interação homem-máquina de forma móvel, transparente e embarcada traduzindo-se em muitas soluções para interfaces, sensores e sistemas de redes computacionais.

A IBM, através de seus centros de pesquisa, tem trabalhado em vários projetos ligados à ambientes inteligentes, projetando sistemas que possam interagir com o usuário através de voz, gestos e posição do corpo (KEKRE; THEPADE, 2009). Um projeto específico, denominado “DreamSpace”, consegue adaptar se ao usuário permitindo inclusive a manipulação de objetos virtuais inseridos no sistema.

Desde 2010, a IBM também tem investido em serviços e produtos inteligentes para as residências, onde estes produtos estarão conectados em rede, criando uma possibilidade de relacionamento individual entre consumidores, provedores de serviço e indústria. A possibilidade de monitoramento remoto da casa de forma fácil também atrai o interesse dos usuários, segundo suas pesquisas. A tecnologia se desenvolve através do *CLOUD COMPUTING*, um sistema de rede aberto que se traduz em um ambiente inteligente, altamente flexível e eficiente para aplicativos de serviços que poderão ser conectados e usados remotamente, de forma bastante simples (ANDERSON, 2010).

A INTEL, através de um grupo de pesquisas interdisciplinar, desenvolveu várias tecnologias para a casa e o escritório. Foram produzidos para a indústria muitos aparelhos *wireless*, entre modems e produtos de rede (DISHMAN, 2004). Também foram disponibilizados muitos programas-fonte de redes domiciliares. Através do grupo Intel Research Council, foram elaborados vários projetos em convênio com universidades, criando laboratórios multidisciplinares de pesquisa empenhados em criar ferramentas inteligentes para gerenciamento de ambientes visando qualidade de vida através do monitoramento da saúde, usando tecnologia *wireless* integrada a sistemas de informação e comunicação remota (Figura 20).



**Figura 20 – Sensores que transmitem informações sobre possíveis mudanças de comportamento do usuário.**

Fonte: DISHMAN (2004).

Além das empresas citadas anteriormente, na Alemanha, foi desenvolvido em 1996 o projeto Fraunhofer inHaus (Innovation Centre Intelligent House Duisburg), um consórcio com 7 instituições e mais de 100 parceiros na Europa, que trabalham juntos para desenvolver, testar e demonstrar novas soluções em termos de ambiente inteligente, trazendo tudo para o mercado. Dentre as áreas de pesquisa, podem se destacar a otimização de eficiência energética, segurança e assistência de pessoas em domicílio.

## 5.5 PESQUISAS COM ROBÓTICA EM AMBIENTES INTELIGENTES

Como podem ser encontrados em alguns trabalhos citados anteriormente, determinados grupos de pesquisa já estão inserindo robôs fisicamente em ambientes inteligentes. Apesar de, à primeira vista, parecerem eletrodomésticos, muitos pesquisadores consideram os mesmos como possíveis assistentes pessoais num futuro não muito distante, seja realizando serviços domésticos básicos simples, como específicos.

Atualmente, já é comum em algumas casas, em países desenvolvidos, o uso de robôs realizando tarefas, como aspiradores de pó autônomos (Figura 21), cortadores de grama, diversão de crianças e auxílio de idosos.

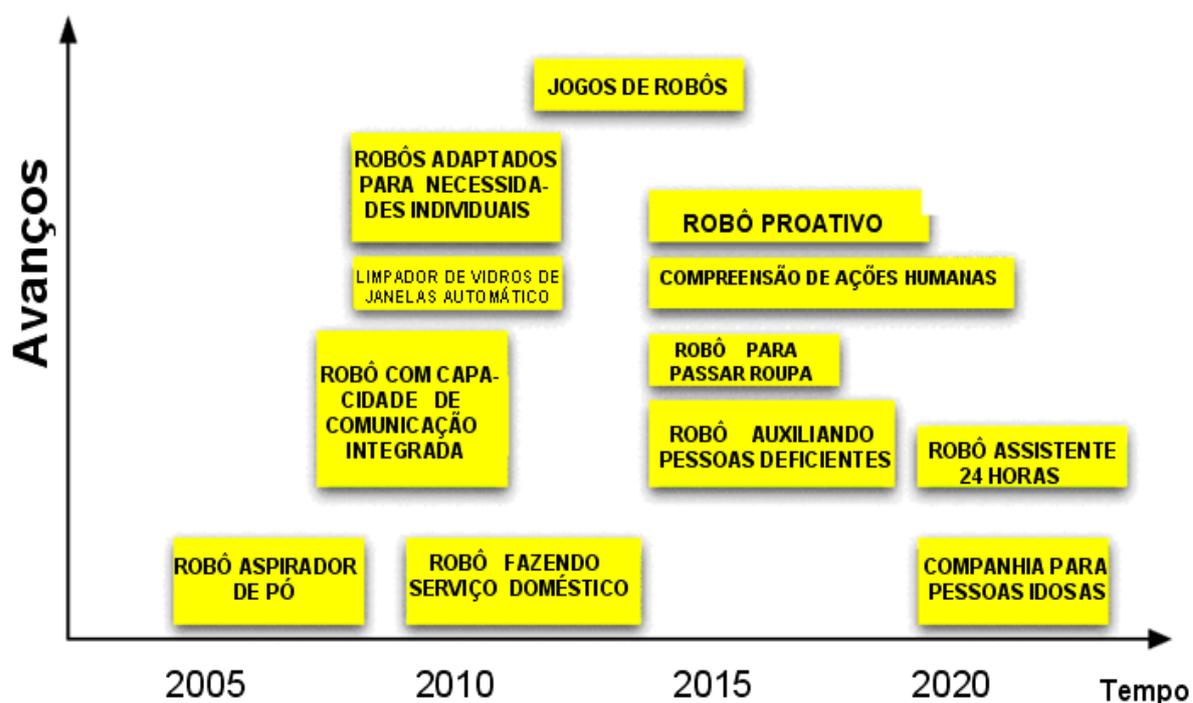


**Figura 21 – Robô aspirador de pó autônomo iRobot Roomba Pet Series.**

Fonte: Próprio autor (15.09.2012).

A adaptação dos ambientes onde eles estão inseridos também tem sido um desafio, onde o conceito existente de espaço precisa ser revisado de modo que os robôs possam se mover de forma livre de obstáculos, dependendo do seu sistema de locomoção.

A linha de tempo de desenvolvimento previsto de robôs de serviço para uso em ambientes inteligentes pode ser vista na Figura 22 (EURON – European Robotics Research Network – 2005).



**Figura 22 – Linha de Tempo aproximada do desenvolvimento previsto para robôs.**

Fonte: EURON (2005).

O objetivo principal e atual desses grupos de pesquisa tem sido tornar o ambiente inteligente o mais confortável possível, somando os benefícios da robótica com os da computação ubíqua.

Entre as pesquisas realizadas envolvendo a interação robô-usuário-ambiente, destacam-se algumas citadas a seguir.

Na Coreia, Baeg *et al.* (2007) desenvolveram no KITECH (Korea Institute of Industrial Technology) o projeto RoboMaidHome, para estudar robôs que realizam serviços através da interação com o ambiente por meio de uma rede de sensores *wireless*. O ambiente em questão consistia de objetos e eletrodomésticos com dispositivos inteligentes instalados com sensores RFID numa rede *wireless*, um computador central para proporcionar informações confiáveis e conexão com os componentes do sistema, e robôs para realizar tarefas de acordo com o ambiente. O objetivo do projeto era mostrar a capacidade de interação dos robôs através da execução de tarefas complexas como reconhecimento de objetos por meio de bancos de dados e identificação de sua localização com a ajuda do próprio ambiente. O robô (SmaRob-1) foi desenvolvido com o uso de poucos equipamentos, como uma câmera, um leitor de RFID e um módulo de comunicação. A planta baixa da casa pode ser vista na Figura 23 e a estrutura física do ambiente segue na Figura 24.

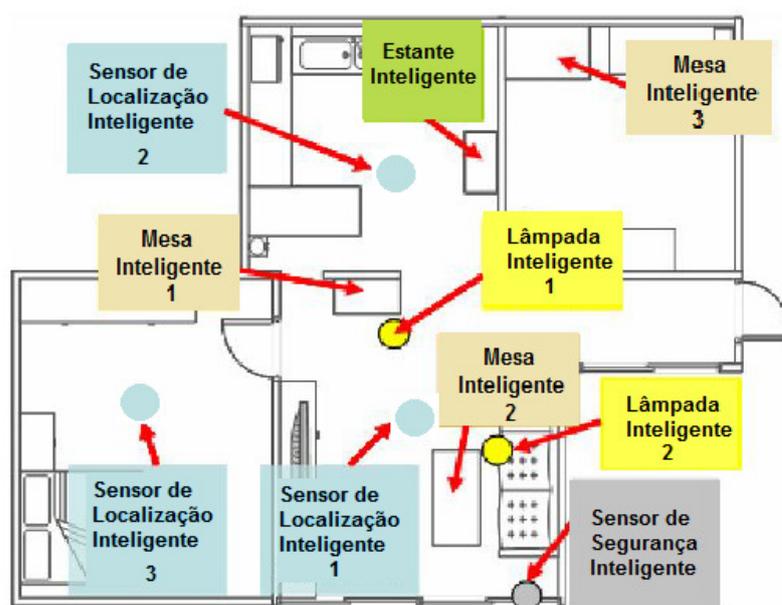
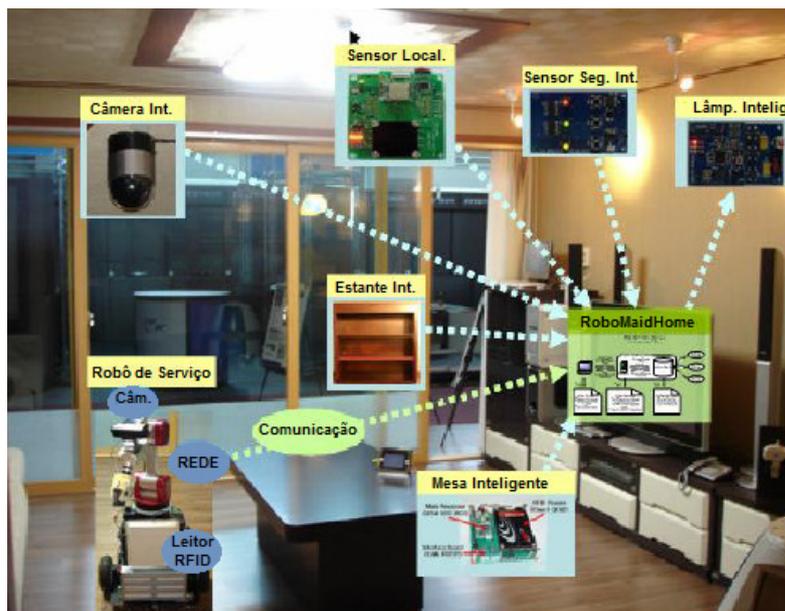


Figura 23 – Planta baixa do ambiente inteligente do projeto RoboMaidHome.

Fonte: BAEG *et al.* (2007).



**Figura 24 – Estrutura física do ambiente inteligente RoboMaidHome.**

Fonte: BAEG *et al.* (2007).

No Japão, em 2008, foi desenvolvido um robô humanóide HRP3, bípede que se parece com um ser humano na estatura e na realização de ações de movimento em ambientes domésticos e externos (KANEKO *et al.*, 2008). Sua concepção foi fruto de investimentos do Ministério da Economia, Comércio e Indústria do Japão desde 1998 no projeto HUMANOID ROBOTICS PROJECT (HRP), em convênio com a University of Tokyo e mais sete universidades no país, além da iniciativa privada através da KAWAD INDUSTRIES, INC.

A necessidade por robôs que fazem assistência ao meio social tem feito com que haja maiores investimentos em sistemas desse tipo, onde são esperados em ambientes como hospitais, escritórios e casas (Figura 25).



**Figura 25 – HRP em serviço de assistência motora.**

Fonte: BALAGUER (2007).

A característica mais interessante na linha HRP é o fato de não ser necessário intervir na infraestrutura física de ambientes, uma vez que suas medidas obedecem ao padrão humano. Com relação à sua programação, a linguagem falada pode ser usada, facilitando assim sua interação com o usuário (BALAGUER, 2007).

No ano de 2011 a linha HRP evoluiu para um novo protótipo em teste, a unidade HRP-4 (Figura 26), desenvolvida com menor peso e mais proteção em suas articulações, possuindo 1,51 metros de altura por 39 quilogramas de peso e 34 graus de liberdade para facilitar seus movimentos (KANEKO *et al.*, 2011). O maior desafio para essas tecnologias é a implementação de uma linha de produção que permita diminuir bastante seu custo final.



**Figura 26 – Robô HRP-4.**

Fonte: KANEKO *et al.* (2011).

## **6 A DOMÓTICA COMO SUPORTE PARA PESSOAS IDOSAS E INCAPACITADAS**

### **6.1 INTRODUÇÃO**

Segundo os dados do censo (IBGE, 2010), o quadro populacional do Brasil em 2010 é composto por, aproximadamente, 192 milhões de habitantes, sendo que 15 milhões (8%) são idosos (acima de 65 anos) e 46 milhões (24%) possuem algum tipo de deficiência. Com relação especificamente à deficiência motora grande ou total, esse número chega a 4 milhões de pessoas (2,1%). Se forem somados a esse grupo os deficientes mentais, que somam aproximadamente 2 milhões de pessoas, o total alcançado pode chegar a 6 milhões de habitantes. De acordo com projeções, esse número vai crescer bastante, pois a tendência é que haja um aumento da expectativa de vida da população, não só no Brasil como no mundo todo, como foi visto no Capítulo 3.

Alguns setores da indústria e da ciência vêm investindo bastante na busca de soluções para atender esses grupos específicos da sociedade, conseguindo resultados satisfatórios através da adequação dos bens e serviços à realidade deles, permitindo que esse mercado se transforme num nicho promissor.

No caso de ambientes inteligentes, ainda existem alguns problemas críticos e difíceis de resolver com relação à assistência, pois é complicado definir o comportamento e atitudes do usuário, tomando como exemplo a dificuldade de perceber e definir se um usuário caiu no banheiro ou se ele está no local apenas lendo um livro, se está fazendo alguma atividade indevida de propósito ou não. Por esse aspecto, a tecnologia de assistência ainda está pouco desenvolvida.

Apesar de estarem longe do ideal, muitas soluções estão sendo desenvolvidas para permitir que o idoso ou incapacitado permaneça em sua casa, se movimente dentro dela e se conecte com a mesma de uma maneira segura e eficiente, com ajuda talvez menor de auxiliares, se for o caso, e com ganho de qualidade de vida. As novas tecnologias podem oferecer enormes oportunidades e benefícios para esse grupo, para a família e para a sociedade.

Ao criar ambientes adaptados para as necessidades de pessoas idosas e incapacitadas, apesar da aplicação da tecnologia utilizada, também se faz necessário mudanças no desenho arquitetônico do espaço físico, de forma que a

acessibilidade seja alcançada, através da eliminação de barreiras, criação de orientações e iluminação, se for o caso.

É conveniente ressaltar que as necessidades desse grupo específico geralmente pedem soluções personalizadas para suas habitações e também dependem da tipologia delas, da tipologia da família e do seu estilo de vida. Deve-se avaliar, portanto a possível interação da tecnologia com o usuário e todas as partes envolvidas da habitação em questão.

## 6.2 EFEITOS POSITIVOS DA DOMÓTICA PARA IDOSOS E INCAPACITADOS

Como efeitos positivos da Domótica para o grupo de idosos e incapacitados, pode-se perceber que a tecnologia proporciona um maior grau de independência e autonomia, como consequência da diminuição de necessidade assistencial.

Com relação à integração social, esta é aumentada através de novas formas de telecomunicações, a exemplo das redes sociais digitais e da implementação do teletrabalho, que também pode promover a integração profissional.

A autoestima pessoal pode melhorar indiretamente e a vontade de cooperar em processos de reabilitação também. Com isso, a assistência de auxiliares tende a ser diminuída, com possibilidades de redução de custos. A projeção final é que a pressão física e psicológica das pessoas ao redor e envolvidas no processo tenda a diminuir.

## 6.3 INTERFACES DE DOMÓTICA PARA IDOSOS E INCAPACITADOS

Para poder usufruir de um ambiente inteligente e seus sistemas, através de aplicações e serviços, as interfaces de uso são fundamentais, de forma que se possa interagir de forma correta. Uma interface deve ser fácil e intuitiva de usar, visualizar, compreender e memorizar. Deve ser adequada às necessidades do usuário, dependendo inclusive da sua limitação. São possíveis inúmeros tipos de interface, como toque, voz, gesto, sopro, movimento de pestanas entre outros. Algumas podem ser adaptadas a camas, cadeiras de roda, sanitários e lugares onde se façam necessárias para a finalidade desejada, diminuindo possíveis riscos e dificuldades.

### 6.3.1 Comandos de Teclados

A maior parte dos sistemas de Domótica permite algum tipo de ação para atuar sobre eles e a forma mais comum é o acesso por meio de comandos e teclados como painéis, controles remotos, telefones celulares, *tablets* e outros. Cada tecla pode realizar uma ou mais ações dependendo da sua programação. Existem vários modelos de comando na indústria, desde os exclusivos aos de uso geral. Um exemplo pode ser visto na Figura 27 (a), onde um painel intuitivo mostra a planta da casa e com um toque é possível acionar determinados comandos de ligar ou desligar luzes e aparelhos. Na Figura 27 (b) pode-se observar um controle remoto de uso universal, que pode ser usado em aparelhos controlados por RF, IR e pode controlar equipamentos que funcionam com a tecnologia X10.



(a)



(b)

**Figura 27 – (a) Painel Intuitivo Controller e (b) controle remoto universal.**

Fonte: Catálogo Expo Predialtec 2012.

### 6.3.2 Interface de Comandos por Voz

As interfaces de comando por voz permitem o acesso a sistemas de domótica de forma que o processamento do sinal da fala possa ativar alguma ação. Hoje em dia, existem sistemas que recebem o comando através de frases predefinidas, sendo até mesmo de uso individual, de forma unidirecional, porém a pronúncia clara e em tempo apropriado ainda é um obstáculo a ser vencido. Muitas pesquisas têm sido feitas para se possibilitar uma “conversa” com a máquina e existem expectativas de que no futuro, eletrodomésticos serão comandados por voz, atendendo tanto pessoas com incapacidade visual quanto intelectual, que não são capazes de interpretar comandos de texto. Hoje existem, especificamente,

programas direcionados para pessoas com deficiência visual onde é possível usar o computador pessoal e navegar pela *Internet*, como o DOSVOX. O programa é capaz de ler e transmitir as informações das páginas e sites em formato de áudio com qualidade. O DOSVOX é o primeiro programa de leitura de tela feito no Brasil, um sistema destinado a auxiliar o deficiente visual a fazer uso do computador através de um aparelho sintetizador de voz. O sistema foi desenvolvido no Núcleo de Computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro e vem sendo aperfeiçoado a cada nova versão por programadores deficientes visuais.

### **6.3.3 Interface de Comandos por Movimento**

Fazendo uso de sensores de movimento, sistemas domóticos podem promover o acionamento de vários processos de forma a ajudar o usuário. Utilizando sensores de infravermelho, mais comuns, pode se citar alguns exemplos, como o acendimento automático de uma lâmpada em determinada hora, normalmente à noite, na entrada de determinados ambientes e apagamento da mesma quando não houver movimento; e o acionamento de um alarme, em caso de movimentos suspeitos, em determinado local e horário da casa.

Para o caso de sensores de movimento à base de câmeras de vídeo, existem projetos que realizam ações simples, de acordo com a variação do pixel do setor filmado, porém sua identificação, interpretação e programação para uso individualizado ainda são muito caros e de difícil elaboração.

## **6.4 SERVIÇOS DE DOMÓTICA PARA IDOSOS E INCAPACITADOS**

Os serviços de Domótica fazem parte da habitação e auxiliam o usuário de forma não intrusiva. Existem serviços de controle, lazer, comunicação, segurança e monitoramento, entre outros, que tornam a vida desse grupo social em particular mais funcional e com qualidade, permitindo boas perspectivas físicas, psicológicas, emocionais e sociais. Dentre esses serviços, podem ser citados alguns, comentados a seguir.

### **6.4.1 Serviços de Tele-saúde**

O serviço de tele-saúde (telemedicina) tem como função descentralizar o atendimento do hospital para a casa. O paciente pode ser atendido por

videoconferência em casa, sem ter que se deslocar para o hospital e ter seus sinais vitais monitorados de forma *on line*. Os usuários são constantemente monitorados em relação à pressão sanguínea, respiração, pulsação, glicose, peso, ECG e outros. A atenção ao paciente pode até mesmo ser maior em casa que no hospital.

Serviços de tele-alarme também são possíveis, onde um colar, pulseira ou algum tipo de transmissor possui um botão para acionamento de um alarme em caso de emergência que, ao mesmo tempo, pode discar para algum telefone de alguém da família, informando algum padrão anormal de ocupação e uso de espaços e equipamentos, por exemplo. A monitoração não invasiva pode ser uma grande ferramenta, onde a não abertura de uma geladeira, de uma janela ou uma porta, pode significar um problema para o usuário.

#### **6.4.2 Serviços de Informação, Lazer e Comunicação**

Como serviços de comunicação, a videoconferência não substitui as visitas pessoais, porém é uma opção bem interessante. A utilização é simples e não custa nada, desde que se esteja conectado a *Internet*. Com relação as redes sociais, estas também podem ser acessadas, proporcionando contatos desejados. Caso haja dificuldade de digitação de um email ou algo semelhante, já existem aplicativos que transcrevem um texto ditado, com pontuação incluída (*Dragon Dictation*), utilizando a tecnologia de reconhecimento de voz.

Com relação à informação, hoje é possível através de um leitor eletrônico ou do computador pessoal, acessar todo tipo de informação. Com a aplicação de uma função de ampliação da tela, fontes grandes podem ser programadas instantaneamente. Jornais, revistas e livros podem ser acessados e armazenados para serem lidos a qualquer hora.

Nos momentos de Lazer, serviços de bibliotecas de filmes e jogos podem ser encontrados para aluguel ou compra via *Internet*. Atualmente existem programas de jogos que fazem os jogadores se mexerem muito, seja um programa de exercícios físicos, seja um programa de dança virtual, onde sensores de movimento embutidos podem ver o corpo do jogador e sua posição.

O uso de porta retratos digitais também se torna uma boa opção de entretenimento. Já existem produtos específicos que recebem fotos por email e postam automaticamente na sua memória, onde um aviso informa que novas fotos chegaram.

### 6.4.3 Serviços de Monitoramento e Controle

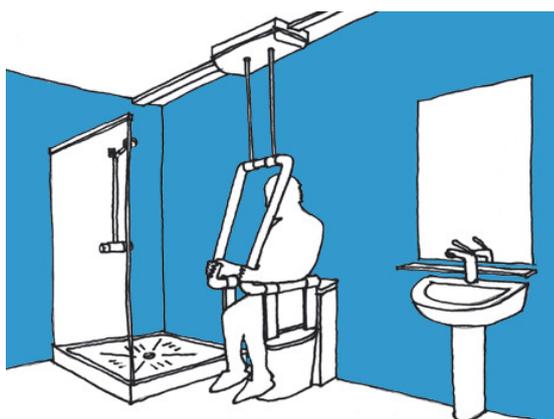
Os serviços de monitoramento e controle de uso assistivo consistem basicamente de alarmes contra intrusos, controle de sistemas ambientais (iluminação e temperatura), serviços de gestão energética, serviços de controle de horário de uso de remédios, detecção de incêndios, detecção de vazamentos de água e gás, controle de abertura de portas, janelas e cortinas e serviços de chamadas pessoais em caso de emergência.

## 6.5 EQUIPAMENTOS DE DOMÓTICA PARA IDOSOS E INCAPACITADOS

Existem no mercado inúmeros equipamentos que podem ser adaptados à habitação de forma que possam promover independência social e conforto, especialmente para pessoas idosas ou com incapacidades de ordem motora, como os relacionados abaixo.

As camas automatizadas são equipamentos específicos onde o controle de movimentos motorizados delas permite ao usuário alterar por sua conta as diferentes posições para, por exemplo, ler, dormir, levantar ou ver televisão.

As gruas de teto (CASADOMO, 2012) são equipamentos adaptados para tetos de habitações, as quais permitem locomoção (levantar, deitar ou ir ao banheiro) com maior facilidade (Figura 28).



**Figura 28 – Grua de teto para movimentação de elevação.**

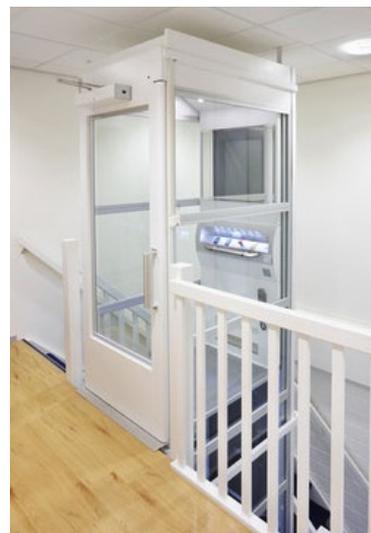
Fonte: CASADOMO (março/2012).

Os armários e bancadas de pia automatizados são móveis que possuem controle motorizado para regulação de altura, permitindo assim o alcance necessário e uso por todos os usuários da habitação.

Um dos principais problemas em casas de mais de um pavimento, para pessoas com mobilidade reduzida, é subir escadas. Dentre os produtos que permitem a realização dessa ação, podem ser citados os ascensores e elevadores internos (ALARTÉCNICA, 2012), de fácil instalação e uso (Figura 29).



(a)



(b)

**Figura 29 – (a) Ascensores e (b) elevadores internos.**

Fonte: ALARTÉCNICA (março/2012)

O vaso sanitário automatizado (QUALITYBATH, 2012) é um equipamento que facilita o uso e higienização, contendo levantamento e fechamento de tampa automático, assento aquecido, sistema de limpeza íntima pessoal integrado (lavagem e secagem) e regulável dependendo do sexo do usuário, opção de água quente, descarga e desodorização automática. Também pode fazer reuso de água, para aqueles que usam a pia acoplada em cima do vaso (Figura 30).



**Figura 30 – Vaso sanitário automatizado (Porcher Electronic).**

Fonte: QUALITYBATH (abril/2012).

## 6.6 ROBÓTICA PARA ASSISTÊNCIA SOCIAL

Vários equipamentos de robótica para assistência social têm sido desenvolvidos como interfaces, sendo direcionados para idosos e pessoas com deficiência. Sua interatividade pode promover auxílio de forma funcional (saúde), psicológica (companhia) e de reabilitação. Exemplos de robôs com tecnologia assistencial podem ser vistos a seguir.

Na Figura 31, pode ser vista a unidade robótica “HECTOR”, que permite muitos comportamentos autônomos, na busca pela independência social do usuário (BADII *et al.*, 2009). Criada na Europa, através de um projeto chamado CompanionAble Project (2008 - 2012), suas funções são observar o usuário de forma não intrusiva, permitindo ajudá-lo em situações críticas, interagir com o mesmo caso haja interesse, e procurar o usuário pela casa, realizando diversos tipos de serviços, como: Vídeo conferências com médicos, parentes ou amigos; gerenciamento da rotina diária do usuário e de dinheiro; reconhecimento e prevenção de situações de perigo, como quedas; programas de estímulo de raciocínio e cognição, podendo ler livros; lembrança de datas especiais e eventos, como hora de tomar remédios; checagem se a comida está sendo feita de forma correta; localização de chaves, óculos, telefone, controle remoto e outros objetos; e acionamento de chamadas de emergência.



**Figura 31 – Robô HECTOR.**

Fonte: COMPANIONABLE (2012).

Robôs desse tipo já existem de forma natural em alguns países desenvolvidos, em ambientes de hospitais, com funções de promover visitas e análises de comportamento de pacientes de forma integrada com o médico, situado em uma base estratégica, permitindo interatividade e aplicação da Telemedicina. Um exemplo dessa aplicação pôde ser visto em hospitais brasileiros, como o Hospital Estadual Getúlio Vargas, no Rio de Janeiro, que ficou com três unidades robóticas RP-7i em teste por um período de três meses, no ano de 2012, para uma possível futura aquisição (Figura 32). A unidade robótica RP-7i é um produto da empresa americana InTouch, representada pela empresa brasileira Eco Sistemas.



**Figura 32 – Unidade robótica RP-7i em teste no Hospital Estadual Getúlio Vargas.**

FONTE: Autor, em 20.07.2012.

## **7 PROJETO DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL COM FOCO NOS IDOSOS E INCAPACITADOS COMPORTANDO SOLUÇÕES DE DOMÓTICA**

### **7.1 INTRODUÇÃO**

Projetar um ambiente adequado para todos os grupos sociais implica em observar vários aspectos de diferentes padrões e expectativas, onde o desenho do espaço e sua infraestrutura não tragam problemas futuros, seja de acessibilidade ou conforto, na promoção da vida independente e autônoma. A habitação deve ser, portanto, adaptável, segura, funcional e que promova seu uso em todas as fases da vida. Com a extensão do ciclo de vida familiar, há que se considerar um ciclo de vida estendido para a habitação, demandando maior qualidade e flexibilidade no uso.

Quando se avalia as necessidades para um projeto de arquitetura habitacional, deve-se pensar de forma interdisciplinar, juntando opiniões de vários profissionais de áreas específicas, de forma que o somatório da visão de cada um possa apresentar resultados satisfatórios.

A finalidade do projeto proposto é apresentar soluções de edificação mínima para habitações de interesse social que permitam atender não somente a população padrão (sem deficiência) da sociedade brasileira, mas também o grupo formado por idosos e incapacitados, na questão de habitabilidade, inclusive através da possível implementação futura de sistemas domóticos neste ambiente habitacional. Para isso, foi feito um estudo em cima de um projeto, o qual serviu de base para análise e proposta de soluções.

No projeto, apenas foram apresentadas soluções baseadas em fundamentos de acessibilidade e Domótica, no sentido de dar alguma contribuição para a melhoria da qualidade das habitações de interesse social quanto à flexibilidade e durabilidade das mesmas. São sugestões e adaptações de caráter teórico, mostrando em seguida uma aplicação experimental dos conceitos relacionados.

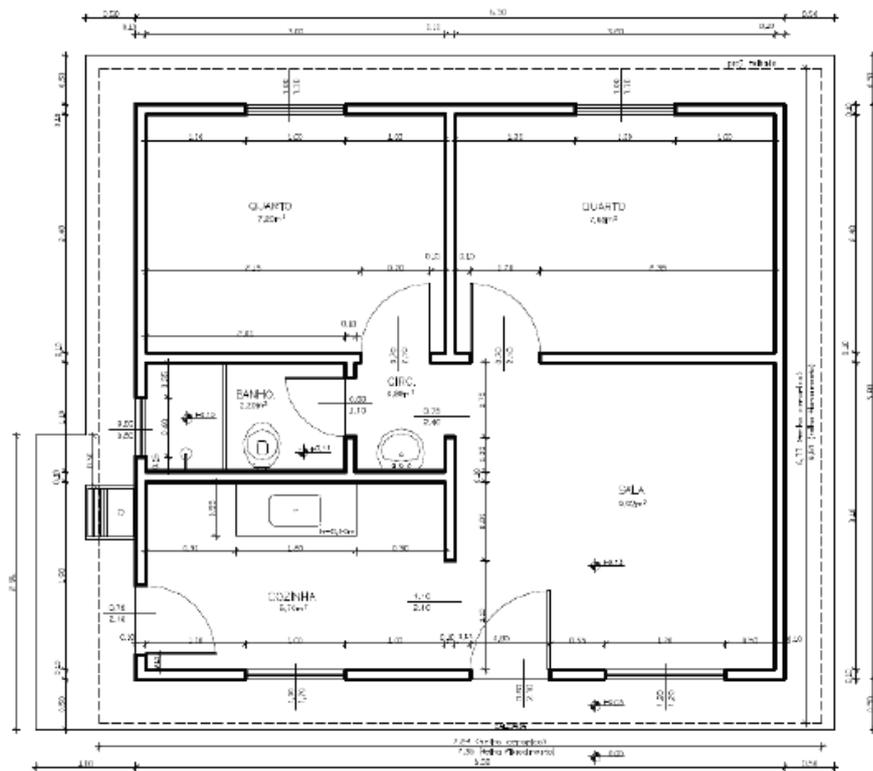
Cabe ressaltar que uma habitação com caráter universal não significa uma habitação específica para pessoas com deficiência, mas sim um projeto que permita sua utilização e possíveis adaptações futuras de forma bastante simples. Aplicações de desenho universal podem evitar a segregação da população de baixa renda no acesso a esse tipo de imóvel.

No Brasil, a aplicação do desenho universal em projetos na habitação levando em conta a área interna de edificações residenciais ainda não faz parte das normas técnicas brasileiras, focando apenas espaços públicos e de uso comum (NBR 9050), o que tem gerado legislações municipais ou estaduais específicas somente para esses espaços.

## 7.2 ESTUDO DE TIPOLOGIA

### 7.2.1 Caracterização do Estudo

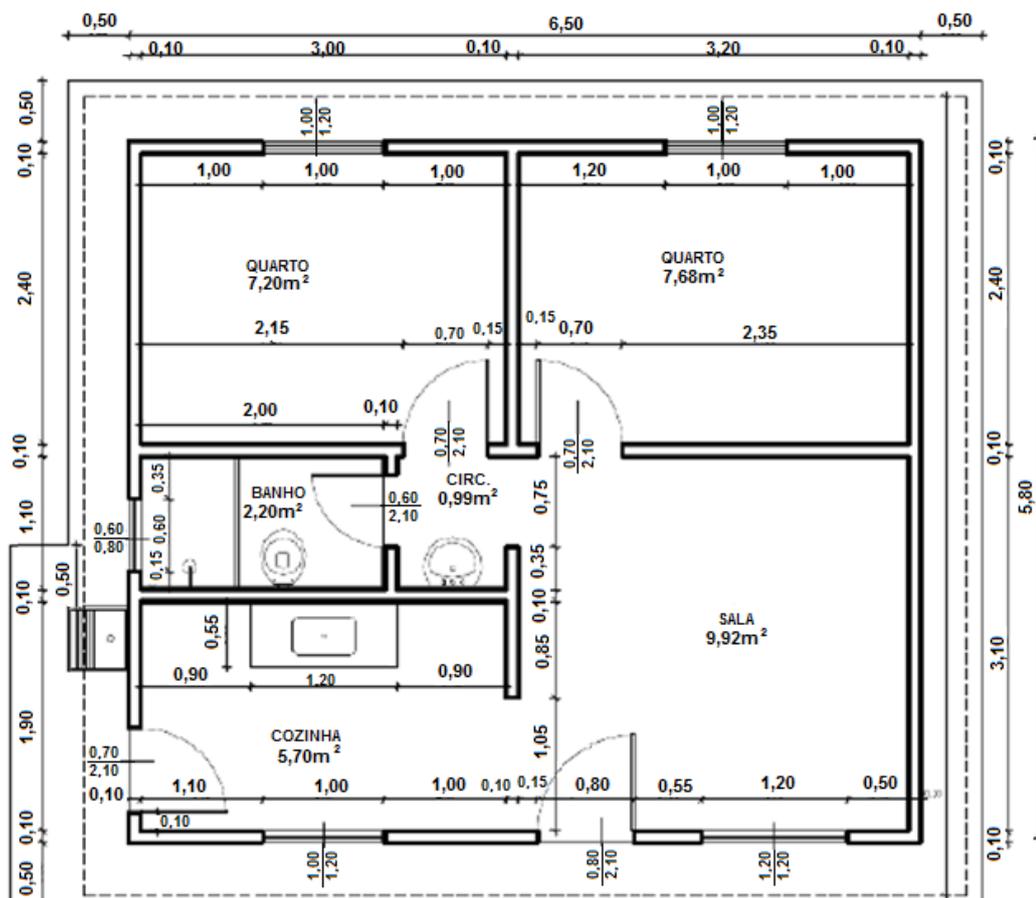
O estudo consistiu da análise de uma das tipologias inicialmente sugeridas por uma cartilha da Caixa Econômica Federal (CEF), relativa a um programa habitacional brasileiro para aquisição de empreendimentos na planta, para famílias com renda bruta até três salários mínimos, denominado “Minha Casa Minha Vida”, dirigido pelo Ministério das Cidades e criado em julho de 2009 (SOUSA, 2012). A casa padrão da tipologia 1 está projetada com os seguintes ambientes: sala, cozinha, banheiro, 2 dormitórios e área externa com tanque. O projeto original pode ser visto na Figura 33, extraído da cartilha, a qual já apresentava baixa resolução.



**Figura 33 – Planta baixa da sugestão de projeto da cartilha da CEF (tipologia 1).**

Fonte: CARTILHA DA CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (2009).

A especificação da casa padrão sugerida compreende uma área construída total de  $35\text{m}^2$ , com uma área interna útil de  $32\text{m}^2$  e largura do passeio de  $0.50\text{m}$  no perímetro da construção. Destina-se a famílias de até quatro pessoas e sua área total se situa numa faixa que certamente será expandida, talvez de forma irregular. Um esboço mais claro, com medidas aproximadas, pode ser visto na Figura 34.



**Figura 34 – Visualização aproximada das cotas do projeto sugerido pela cartilha da CEF.**

Fonte: Elaborada pelo autor.

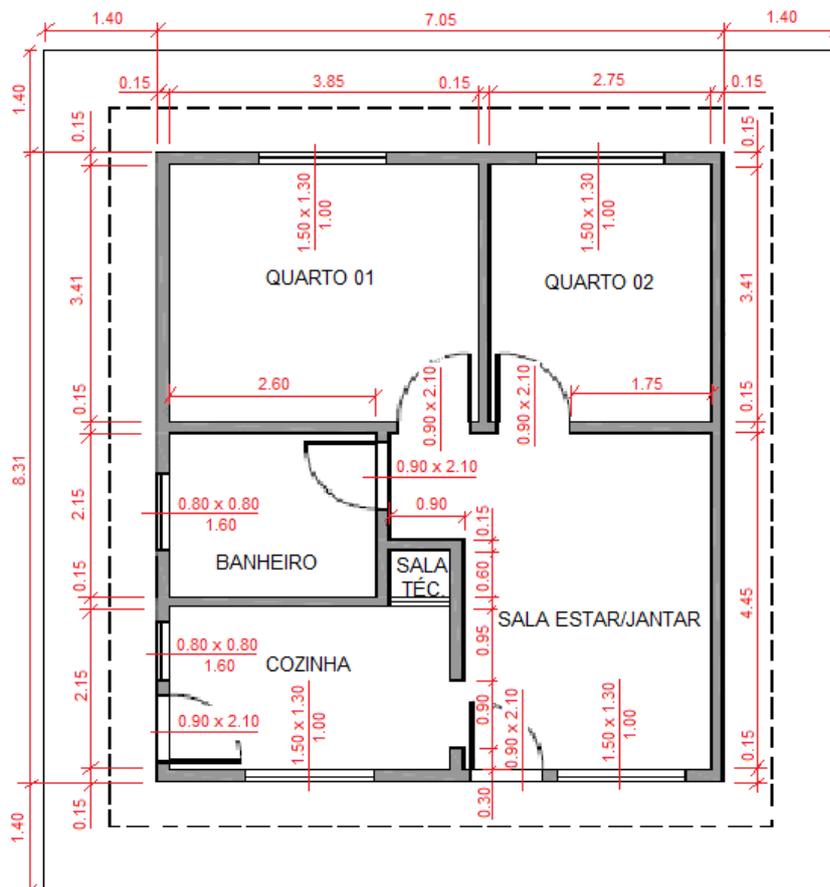
Em termos de acessibilidade, este projeto apresenta muitos problemas onde, entre os principais, pode ser citada a falta de acessos e circulações com dimensões que sejam suficientes para permitir a passagem de cadeiras de roda, bem como realizar manobras. Apesar de não ter sido feita uma simulação de distribuição de mobiliário, percebe-se que deverá existir falta de espaço para acesso aos móveis.

Em face dos problemas encontrados relativos à acessibilidade, foi observada no projeto a falta de preparo para uso de um cadeirante. O mesmo foi projetado para atender pessoas livres de deficiências. É fato que existe uma demanda por habitações preparadas para portadores de deficiência e idosos, com possibilidade de mobilidade, adaptações e independência de uso.

### 7.3 PROPOSTA DE PROJETO

Para o desenvolvimento do projeto proposto, procurou-se compatibilizar as diretrizes de acessibilidade necessárias a um portador de deficiência, com as necessidades de se trabalhar com um espaço mínimo e de menores custos possíveis, sem perda da qualidade mínima necessária para uma habitação. Também foi analisado o suporte e infraestrutura necessários para uma previsão de instalações domóticas, bem como sugestões de uso de tecnologia assistiva.

Segundo Santos (2005), uma unidade típica de habitação de interesse social possui características de áreas úteis cujos valores se situam na faixa entre 34,12m<sup>2</sup> e 56,00m<sup>2</sup>. A área útil típica por morador se situa na faixa entre 8,53m<sup>2</sup> e 13,53m<sup>2</sup>, contendo os seguintes ambientes: 2 dormitórios, sala, cozinha, banheiro e área de serviço. O projeto proposto pode ser visto na planta da Figura 35, o qual será usado como um laboratório experimental. No APÊNDICE F, encontra-se o desenho completo da planta baixa, cortes, fachada e cobertura.

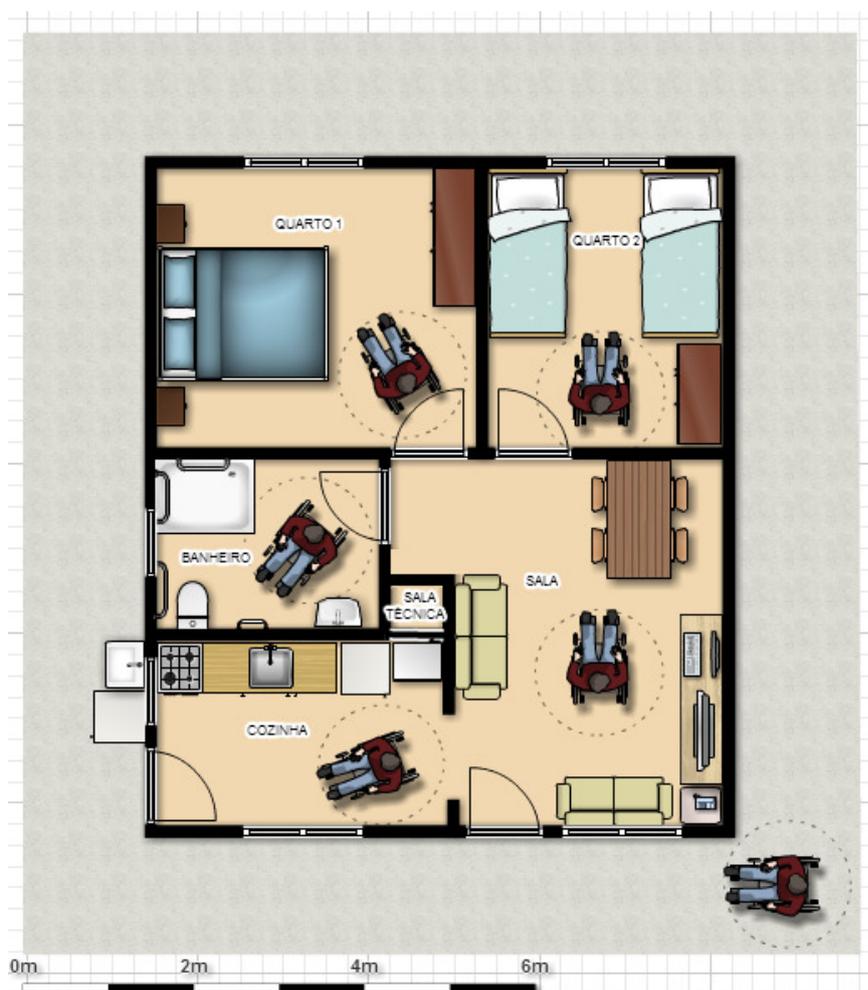


**Figura 35 – Planta baixa do projeto proposto.**

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 7.3.1 Acessibilidade

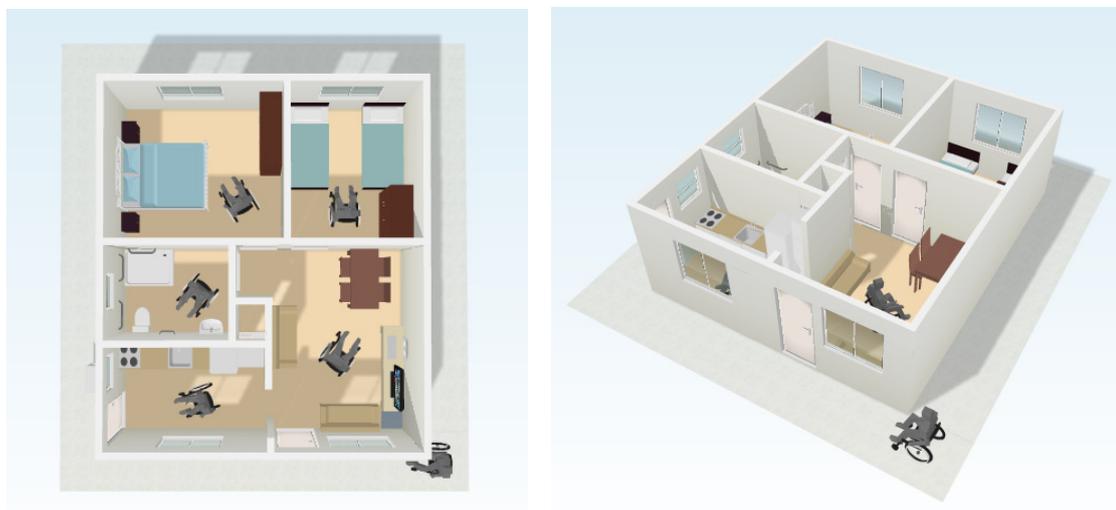
Para o desenvolvimento do projeto, foram consideradas medidas de acesso e circulação compatíveis com a cadeira de rodas e espaços considerados adequados para uso do mobiliário mínimo proposto e com distribuição que não dificulte acessos, circulações e uso. Também foi previsto um ambiente específico para servir de base para futuras instalações de Domótica (sala técnica). Em relação à planta da tipologia 1, apresentada como referência em projetos de habitação de interesse social, a área interna total foi aumentada, para garantia de circulação eficiente. No projeto foi levado em conta o uso de espaços mínimos para proporcionar o mínimo custo da habitação sem perda da qualidade. A área interna útil passou de 32m<sup>2</sup> para 54,06m<sup>2</sup>, aumentando cerca de 70% para poder comportar essas mudanças. A planta humanizada da Figura 36 apresenta sugestões mínimas de mobiliário, onde também se pode observar a capacidade de mobilidade disponível.



**Figura 36 – Planta humanizada do projeto proposto.**

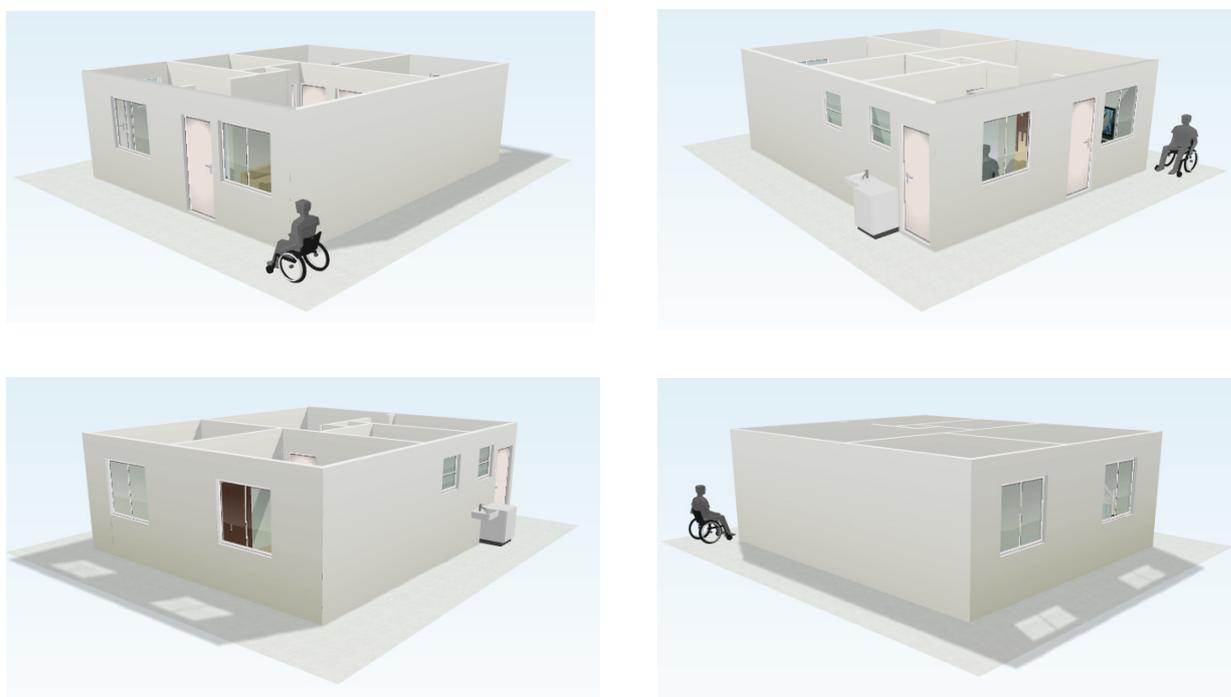
Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 37 apresenta uma vista superior e em perspectiva, ressaltando os detalhes internos da casa, enquanto a Figura 38 apresenta vistas laterais, em perspectiva, mostrando as áreas externas da casa.



**Figura 37 – Vista superior e em perspectiva da planta humanizada do projeto proposto.**

Fonte: Elaborada pelo autor.



**Figura 38 – Vistas laterais em perspectiva da planta humanizada do projeto proposto.**

Fonte: Elaborada pelo autor.

Apesar do acréscimo de custo total em relação ao projeto inicial, o custo de adaptação de uma edificação já construída seria muito maior, assim como sua

viabilidade seria mais difícil, sendo, na maioria das vezes, feita de forma irregular e problemática, visto que a clientela alvo é de baixo poder aquisitivo. Analisando de forma mais abrangente, no âmbito da habitação de interesse social, embora essa sugestão de projeto represente um impacto significativo nos custos iniciais, os ganhos a médio e longo prazo para a sociedade, bem como o usuário, deveriam ser computados, como a diminuição de acidentes domésticos. Com isso, a procura por atendimento médico público tenderia a ser reduzida e os gastos com remédios e tratamentos também, tanto do lado do poder público, quanto do usuário.

Nas áreas da Habitação e do Urbanismo existe um movimento global no sentido de estimular a vida ativa dos idosos e incapacitados, onde a Organização Mundial da Saúde (OMS) propõe que os municípios se adaptem às questões que envolvam acessibilidade no transporte, nos espaços abertos, edifícios e moradia (PRADO *et al.*, 2010).

### **7.3.2 Infraestrutura para Suporte à Domótica**

Em um projeto convencional de instalação elétrica de uma edificação, o mesmo se limitava a definir os circuitos de tomadas e de iluminação da casa. Com o avanço da tecnologia, num futuro próximo, a tendência será a necessidade de um projeto mais completo, que esteja preparado para novas funções como telecomunicações, segurança, lazer (áudio/vídeo) e controle domótico.

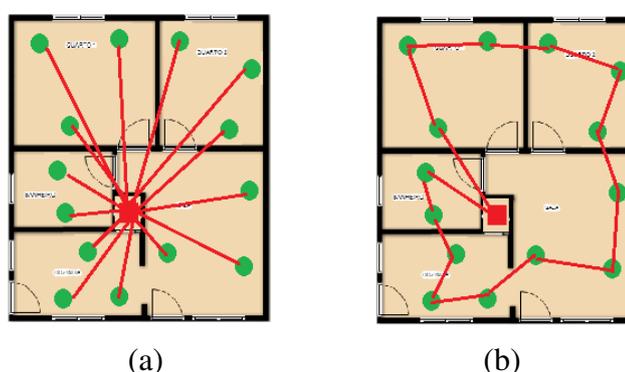
Como pode ser visto na planta da Figura 35 (página 87), o número de ambientes projetado é basicamente o mesmo, onde a diferença encontra-se no aditivo de um ambiente exclusivo, mínimo e estrategicamente centralizado para uma possível e futura instalação de painéis diversos, como o Quadro Elétrico (QE), que é responsável pelas ligações de alta potência; o Quadro de Conectividade (QC), também conhecido como Central de Conectividade (CC), responsável pela parte de telecomunicações; e o Quadro de Automação (QA), que poderá gerenciar todos os processos. O “QE”, o “QA” e o “CC” juntos formam o chamado Quadro de Automação Central (QAC). Este ambiente é conhecido como “Sala Técnica”, onde poderão ser instalados equipamentos para telecomunicações (telefonia, TV por assinatura e *Internet*), centrais de alarme, *no-break* ou uma futura central de automação para gerenciamento de energia. Além da necessidade de garantia de acessibilidade, foi prevista essa possibilidade de adaptação no sentido de garantir maior durabilidade funcional da habitação, evitando reconstruções devido a

possíveis inovações tecnológicas. É certo ressaltar que as habitações com tecnologia domótica devam ser idealizadas de acordo com as necessidades e exigências dos usuários, porém a infraestrutura que permita sua instalação já estando preparada, favorece bastante sua aplicação.

A infraestrutura tradicional de uma residência tem sido projetada com capacidade mínima, podendo trazer uma série de empecilhos para o usuário futuramente, como cabeamentos telefônicos mínimos, o mesmo acontecendo com cabos de outros tipos (áudio/vídeo/dados). Dentre os problemas e dificuldades encontradas, pode-se citar a pouca fiação e com categoria inferior, bem como dutos com diâmetros pequenos, forçando o usuário a colocar sistemas sem fio, que possuem um desempenho menor, são mais caros, oferecem riscos de segurança dos dados e nem sempre são compatíveis com todos os serviços.

Dando continuidade ao projeto proposto, é sugerida a implementação de um sistema de cabeamento estruturado, onde qualquer serviço possa funcionar, sendo necessário apenas mudar o equipamento da tomada. Suas maiores vantagens são sua capacidade de transmissão de informação e possibilidade de usar o mesmo ponto para diferentes tipos de serviço.

O cabeamento estruturado para o projeto se compõe de uma rede padronizada, a qual liga um ponto central da casa, no caso a sala técnica, a cada um dos pontos de comunicação da mesma, utilizando uma topologia em estrela (Figura 39(a)), considerada mais interessante que a topologia em anel (Figura 39(b)), pois se algum braço da rede for interrompido, os outros não serão afetados.



**Figura 39 – (a) Exemplo de rede com topologia em estrela e (b) em anel.**

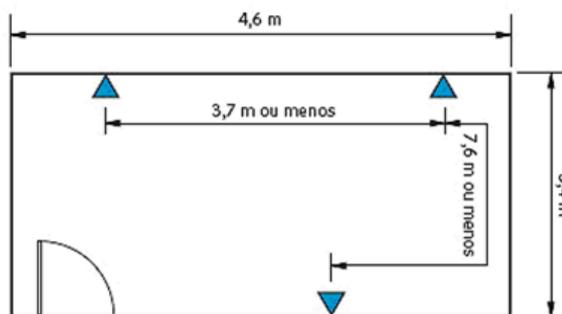
Fonte: Elaborada pelo autor.

Dessa forma, os cabos e fiações devem ser levados do QAC até as tomadas, sem emendas ou derivações. Dentre as características desse sistema, deve-se

ressaltar a sua flexibilidade, onde o cabeamento estruturado pode suportar tanto comunicação de dados, quanto telefonia, automação e sinal de vídeo. As operações de manobra também são facilitadas, uma vez que futuras operadoras de serviço terão necessidade de acesso a um único ponto da casa (sala técnica). Esta característica também facilita a instalação de sistemas de “no-break”, se desejado, para o caso de falta de energia.

O primeiro passo para a implementação dessa infraestrutura, também podendo ser denominada pré-automatização, seria a realização de um projeto para estabelecer os possíveis pontos de serviço da mesma, utilizando a planta da casa.

Como foi visto no capítulo 4, existe uma norma da ABNT para cabeamento estruturado em prédios comerciais, porém, para uso em residências, a norma americana TIA 570B é a utilizada como referência no Brasil. Essa norma preconiza, entre outras recomendações, que sejam alocadas tomadas adicionais em paredes maiores que 3,7 metros de comprimento, de acordo com o cômodo, de forma que a distância entre duas tomadas ao longo da parede sejam menores que 7,6 metros (Figura 40).



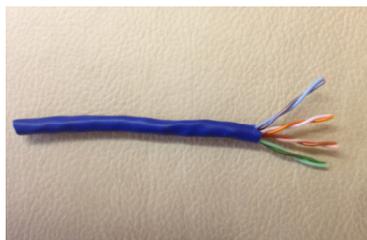
**Figura 40 – Exemplo de posicionamento de tomadas.**

Fonte: (TIA570B, 2004).

Os tipos de cabos a serem utilizados no projeto, ainda de acordo com a norma americana, são (Figura 41):

- (a) Cabo UTP (*Unshielded Twisted Pair*): cabo de par trançado não blindado, categoria 5e (cat5e) ou categoria 6 (cat6), aplicado para distâncias até 90 metros;
- (b) Cabo coaxial RG6 (*Radio Guide 6*): cabo de 75 ohms, para áudio e vídeo, o qual suporta alta capacidade de tráfego.

No caso de projetos com distâncias entre pontos e QAC maiores que 90 metros, bem como passagem por áreas de alta interferência eletromagnética, existiria a necessidade de uso de cabos de fibra ótica, próprios para isso.



Cabo UTP



Cabo RG6

**Figura 41 – Cabos próprios para pré-automação.**

Fonte: Próprio autor, em 15.09.2012.

Também devem ser consideradas previsões de pontos extras para efeito de dimensionamento dos dutos. Caixas de passagem devem ser dimensionadas para facilitar a colocação dos cabos onde várias curvas se fazem necessárias ou quando o comprimento for maior que 30 metros. O Quadro 11 mostra a quantidade máxima de cabos por diâmetro do duto, que considera uma taxa de ocupação de 40% da área total, conforme a norma americana. Para efeito do projeto em questão foi escolhido o duto com diâmetro de 1 polegada, por comportar com folga os cabos.

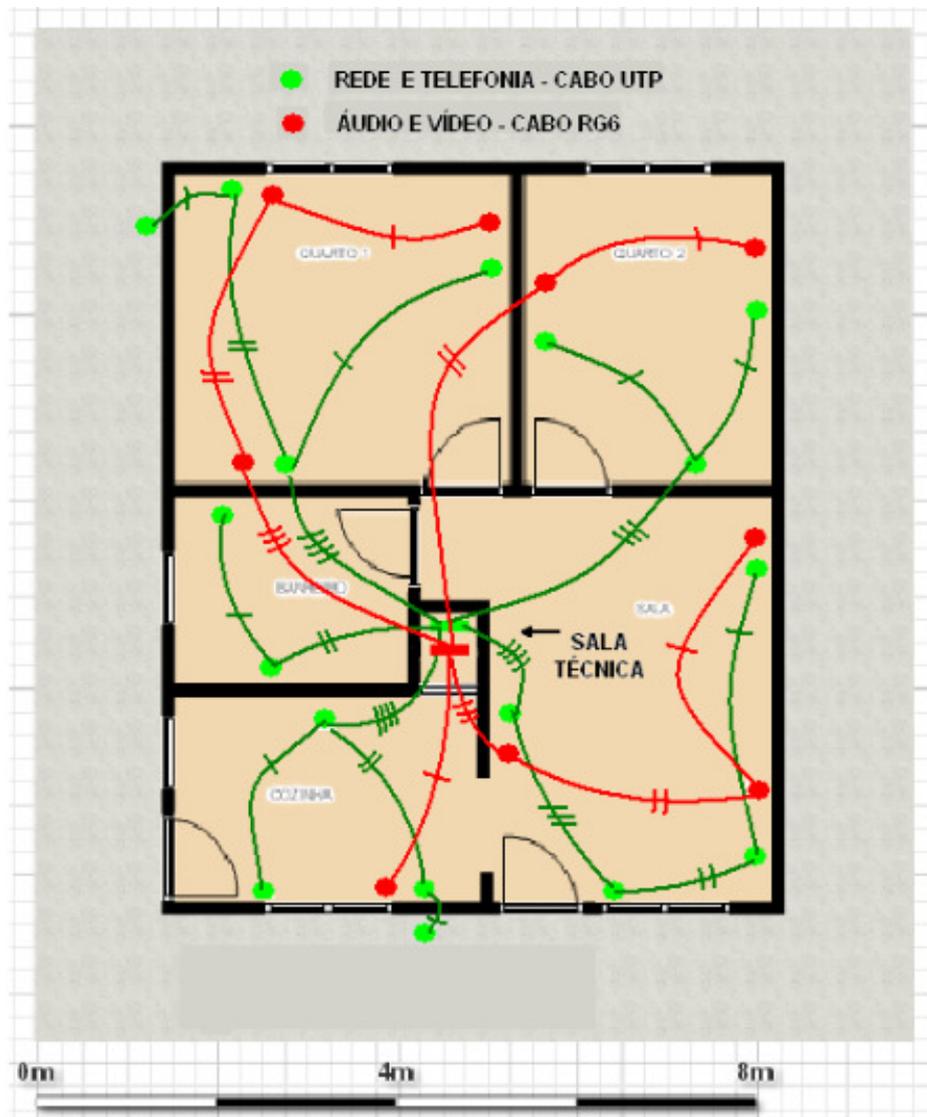
**Quadro 11 – Número máximo de cabos por tubulação.**

Diâmetro da tubulação		Quantidade de cabos por tipo		
(mm)	(pol.)	Cat5e	Cat6	RG6
16	1/2	0	0	0
21	3/4	4	3	2
27	1	7	6	3
35	1 1/4	12	10	4
41	1 1/2	16	15	6
50	2	22	20	12
63	2 1/2	36	30	14
78	3	50	40	20

Fonte: Norma TIA570B

A partir desses conceitos, foi definido o projeto, esboçando a rota dos cabos da mesma forma que um projeto de instalações elétricas, onde a diferença é que os cabos sempre serão ligados diretamente do QAC à tomada correspondente. O esquema pode ser visto na Figura 42. Através dele, podem-se perceber os caminhos

e a quantidade de cabos através da convenção de pequenos traços perpendiculares, bem como conectores e equipamentos que estarão localizados. É conveniente prever alguma tomada a mais para alocação de futuros serviços.



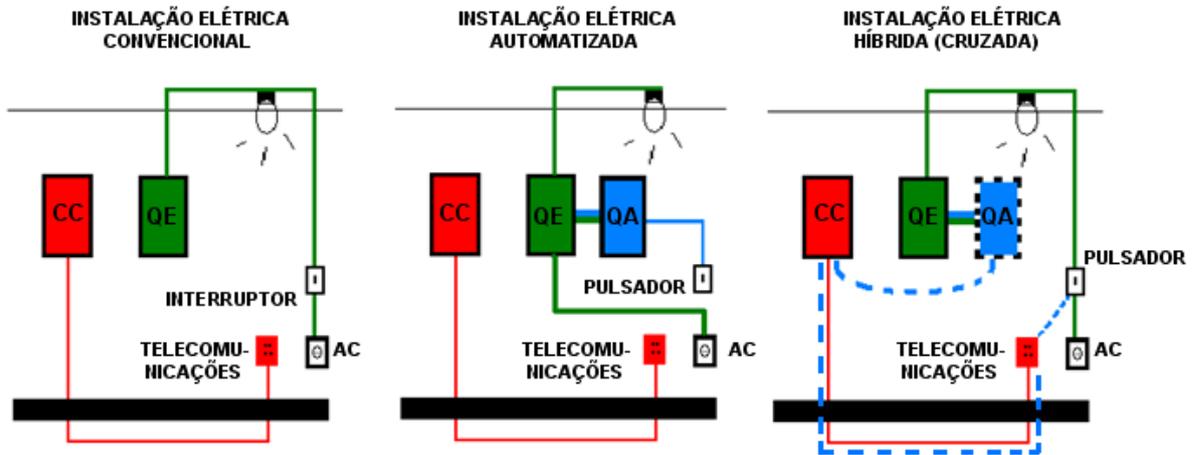
**Figura 42 – Planta do esquema elétrico específico para pré-automação.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

As adaptações de um projeto elétrico convencional para um projeto que permita a implantação de automação, sem necessidade futura de modificações na estrutura física da habitação, podem ser vistas na Figura 43. Essas adaptações devem ser feitas na sala técnica, que deve comportar o QE, o QA e o CC.

O QE utiliza basicamente a fiação por onde existe a passagem de corrente alternada (127/220VAC) e liga os equipamentos. O QA recebe as informações de

acionadores, inclusive de possíveis interruptores especiais, os chamados pulsadores, os quais transmitem pulsos de baixa tensão e corrente (24VDC), para processamento. O CC é o quadro responsável pelos equipamentos de telecomunicações (roteador, *Internet*, telefonia e TV a cabo).

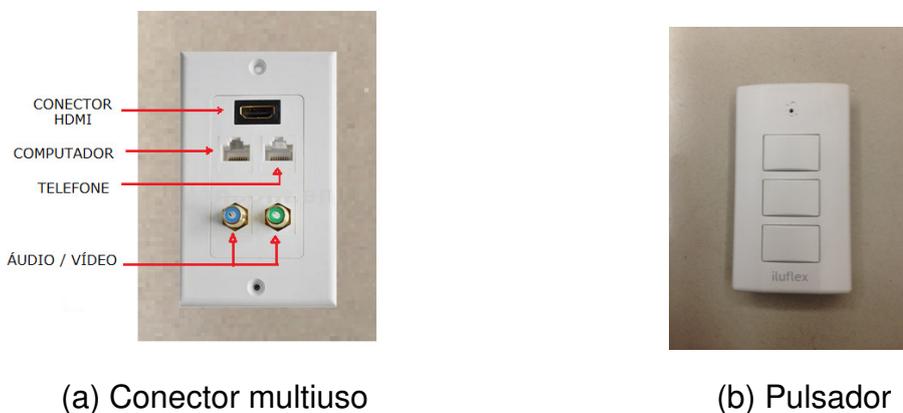


**Figura 43 – Instalação elétrica convencional e automatizada.**

Fonte: Muratori (2008).

A utilização de instalação elétrica de forma híbrida permite a flexibilidade tanto para uso convencional, quanto para instalação de automação, se desejado.

Entre os tipos de conectores e interruptores usados no cabeamento estruturado, pode-se observar alguns exemplos na Figura 44. O interruptor “pulsador” nada mais é do que um interruptor tipo “campainha”, que gera pulsos de 24 VDC a serem interpretados pelo QA. Como a tensão de trabalho é pequena e a corrente que passa na fiação é mínima, os fios não oferecem perigo de manuseio.



(a) Conector multiuso

(b) Pulsador

**Figura 44 – (a) Exemplos de conectores multiuso e (b) interruptores usados em automação.**

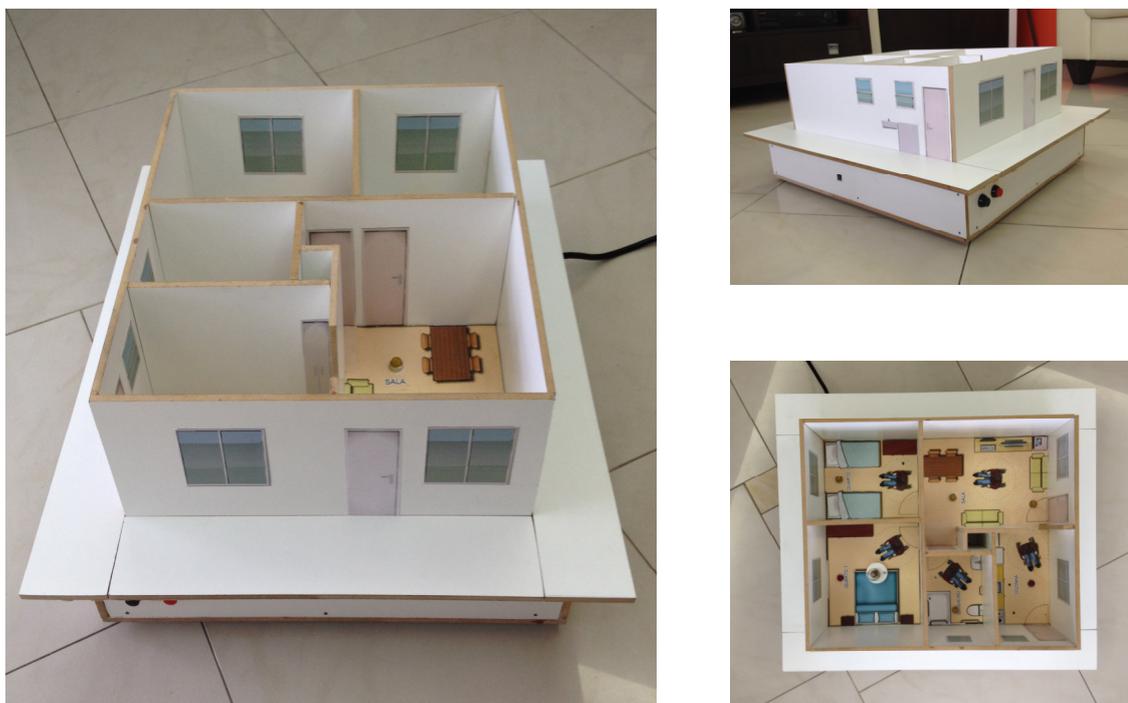
Fonte: Próprio autor, em 10.12. 2012.

A etapa final do projeto é a identificação dos cabos e pontos da rede domiciliar, que ajudará na instalação, montagem, verificações e documentação para futuras adaptações e manutenção.

#### 7.4 LABORATÓRIO EXPERIMENTAL

Devido à dificuldade de se trabalhar com uma habitação real, a partir da proposta do projeto idealizado, foi feito um modelo em escala do mesmo com o objetivo de tentar simular experimentos para execução de determinadas tarefas, com cunho educacional, de forma que possa servir de base para outros procedimentos e simulações futuramente, além de se tornar uma motivadora forma de proporcionar o aprendizado.

O modelo em escala reduzida 1:20 apresenta apenas alguns experimentos onde se procura mostrar o uso dos diversos tipos de aplicação domótica (com e sem fio), comportando soluções de tecnologia assistiva e de conforto. O modelo da casa pode ser visto na Figura 45 e mede aproximadamente 54 cm x 49 cm x 23 cm de comprimento, largura e altura, respectivamente. O processo de montagem da maquete pode ser visto no APÊNDICE A.



**Figura 45 – Modelo em escala reduzida 1:20.**

Fonte: Elaboradas pelo autor.

#### 7.4.1 Soluções de Domótica

Os diversos exemplos de soluções apresentados utilizam tecnologia *POWERLINE* (X-10), *WIRELESS* (RF) e de cabeamento estruturado utilizando CLP, de forma simples e prática. Apesar do caráter universal de uso, as soluções serão, nestes casos, direcionadas para usuários idosos ou com alguma incapacidade. O projeto elaborado possui soluções com instalações descentralizadas, porém elas também podem ser centralizadas futuramente, onde um sistema de controle pode atuar simultaneamente sobre elas de forma integrada.

Uma visão geral das instalações pode ser vista na Figura 46.

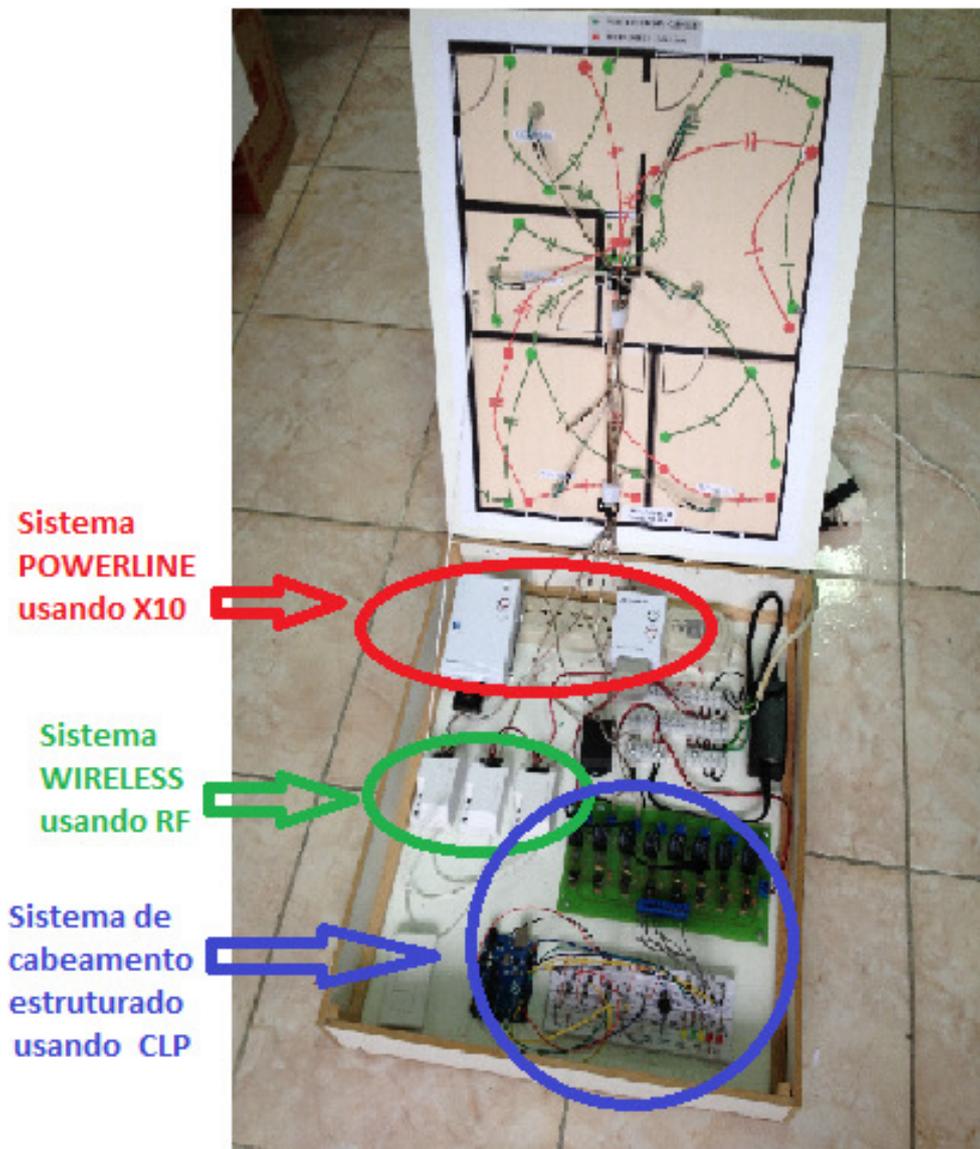
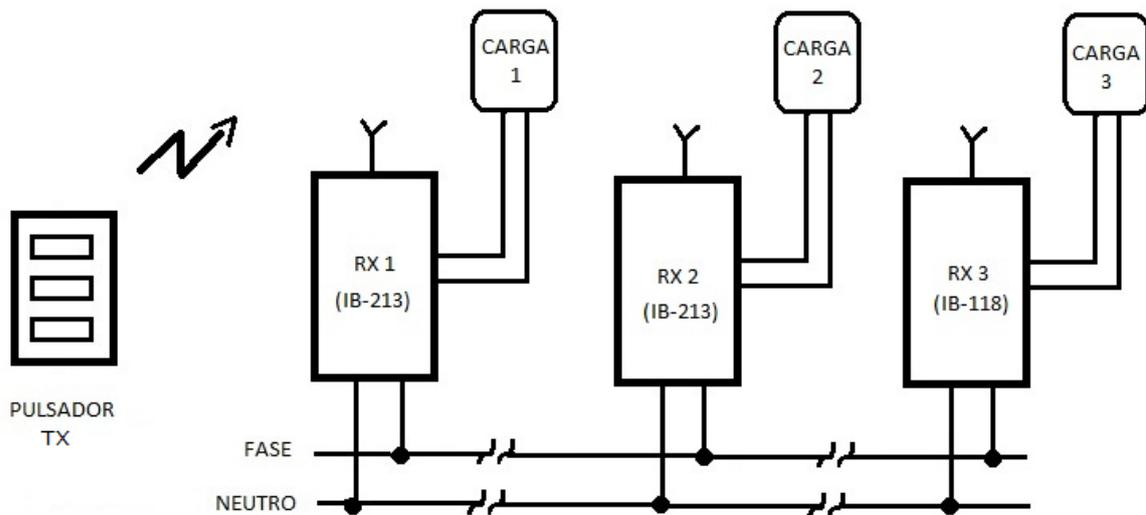


Figura 46 – Montagem das instalações.

Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 7.4.1.1 Primeiro Experimento

A primeira solução foi usada com sistema *WIRELESS*, com tecnologia à base de RF, na elaboração de um sistema de controle de iluminação com ajuste de luminosidade para uso remoto em casos de necessidade de algum usuário ter que se levantar à noite, estando o quarto totalmente sem luz. Também foi programado um comando remoto para ligar/desligar um ventilador de teto e um botão de emergência para o caso de alguma chamada necessária, especialmente em situações críticas. O sistema fez uso de produtos de um fabricante da indústria nacional, a ILUFLEX. Tratam-se basicamente de módulos de transmissão e recepção, capazes de atuar em circuitos de potência da ordem de 300 watts. A programação é simples assim como sua instalação. A relação custo benefício também é interessante. Um diagrama da ligação dos módulos usados pode ser visto na Figura 47.



CARGA 1 – CONTROLE DE POTÊNCIA DA LUZ DO QUARTO

CARGA 2 – ACIONAMENTO DO VENTILADOR

CARGA 3 – BOTÃO DE EMERGÊNCIA

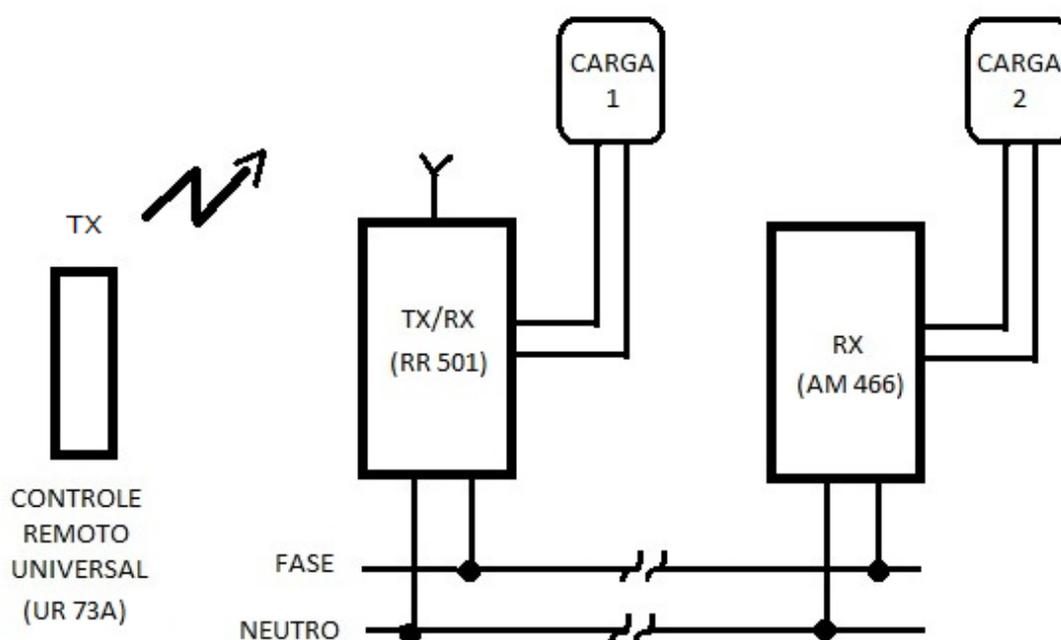
**Figura 47 – Esquema da ligação *WIRELESS* (RF).**

Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 7.4.1.2 Segundo Experimento

A segunda solução utilizou o sistema *POWERLINE*, que faz uso, portanto, da instalação elétrica convencional da própria habitação para transferência das informações de comando. A tecnologia usada foi à base de X-10. Nesse

experimento, foram programados dois comandos através de um controle remoto de caráter universal, que além de possibilitar controlar as cargas através dos X10, também pode ser programado para comandar outros equipamentos que utilizem controle remoto, condensando todos em apenas um controle. O sistema pode ser visto na Figura 48. Uma das cargas a ser controlada, pode ser, por exemplo, a abertura ou fechamento de uma porta, claraboia ou janela, ou o acionamento de um aparelho situado em cômodos diferentes, como um ar condicionado central. Existem vários modelos de X10, tanto de imbutir em tomadas, como os usados no caso, que são externos.



CARGA 1 – ACIONAMENTO DE PORTA

CARGA 2 – ACIONAMENTO DE AR CONDICIONADO CENTRAL

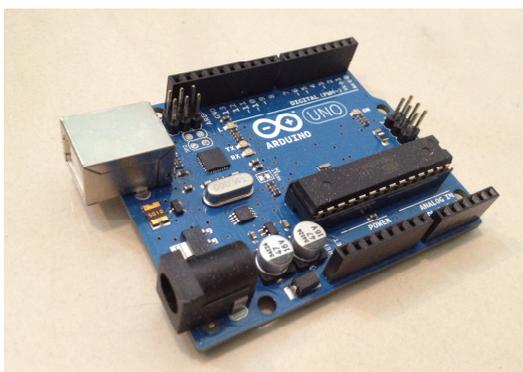
**Figura 48 – Esquema da ligação POWERLINE (X-10).**

Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 7.4.1.3 Terceiro Experimento

A terceira solução implementada deve fazer uso do cabeamento estruturado com instalação centralizada para permitir as ligações de uma unidade de controle lógico programável. No caso, será usada uma plataforma a qual está sendo bastante utilizada atualmente, denominada ARDUINO. Este CLP consiste de um minicomputador com unidade de processamento e memória, capaz de conectar-se a vários circuitos elétricos de entrada e saída, com uma velocidade de 16MHz, ou

seja, é capaz de realizar 16 milhões de instruções por segundo (Figura 49). Sua característica mais interessante é que se trata de um sistema totalmente livre (não proprietário), tanto por parte de software quanto hardware, possibilitando a criação de projetos personalizados e de baixo custo. Uma placa ARDUINO custa algo em torno de U\$ 30,00.

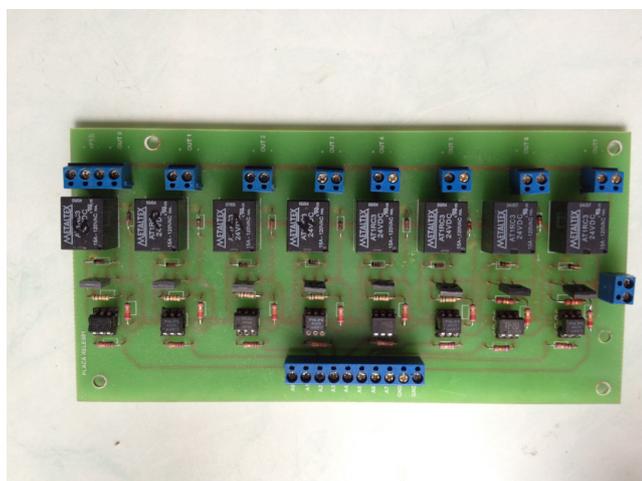


**Figura 49 – Placa ARDUINO UNO.**

Fonte: Próprio autor (13.12.2012).

A programação de tarefas é feita em linguagem de programação Arduino Language, derivada da Linguagem C/C++, através de um computador externo, o qual compila o programa e o carrega no CLP via cabo USB.

O projeto utiliza o CLP juntamente com uma placa de potência projetada pelo autor para possibilitar o acionamento de cargas com alimentação de 110VAC (Figura 50).



**Figura 50 – Interface de potência de 8 canais.**

Fonte: Elaborada pelo autor.

Esta placa foi desenvolvida especialmente para servir de interface de saída entre o CLP e os receptores, permitindo o acionamento de até oito cargas com corrente máxima de 15 amperes. O projeto pode ser visto nos APÊNDICES B e C.

Para o experimento, o sistema foi programado e montado de acordo com simulações de situações específicas, as quais são listadas no Quadro 12.

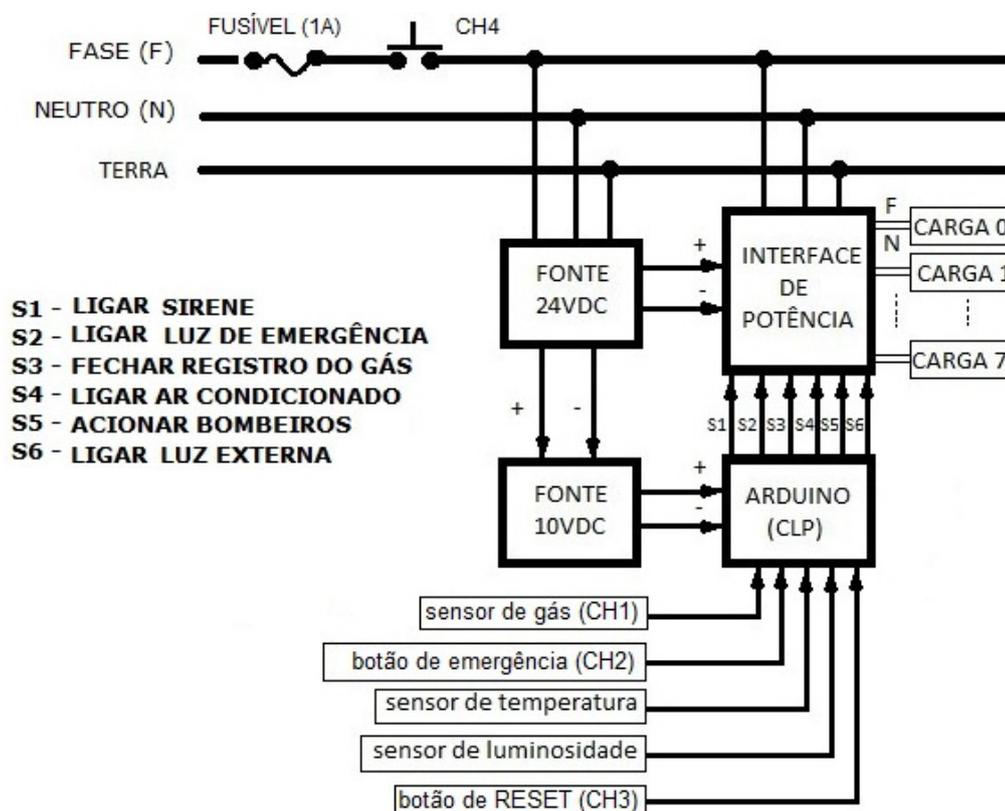
**Quadro 12 – Atividades do terceiro experimento.**

<b>CONDIÇÃO</b>	<b>AÇÃO</b>
Vazamento de gás	A possível detecção de gás, onde o sensor é simulado por uma chave (CH1), aciona uma sirene (S1), uma luz de emergência (S2) e um registro geral de gás (S3), para fechamento do mesmo
Situação de emergência	Um botão é acionado em situações de risco (CH2), podendo ser comandado por RF, se combinado com os devidos acionadores. A sirene (S1) e a luz de emergência (S2) são ligados
Controle de temperatura	Um sensor faz a medição da temperatura de determinado ambiente e liga um ar condicionado (S4), dependendo da mesma. Caso a temperatura exceda um valor crítico, a sirene (S1), a luz de emergência (S2) e o fechamento do registro geral do gás (S3) são acionados. Uma chamada telefônica também é feita para os bombeiros (S5)
Acionamento de luz externa	Quando o sensor de luminosidade detecta pouca luz, uma iluminação externa (S4) é acionada
Botão de reinicialização (RESET)	O botão de RESET (CH3) permite que todas as condições sejam reinicializadas
Botão de alimentação do sistema	O botão CH4 liga e desliga o sistema completamente

Fonte: Elaborado pelo autor.

O diagrama do circuito elétrico (esquemático), bem como o programa correspondente às simulações e carregado no sistema, encontram-se respectivamente nos APÊNDICES D e E.

O diagrama de blocos do circuito pode ser visto na Figura 51.



**Figura 51 – Esquema de ligação do CLP.**

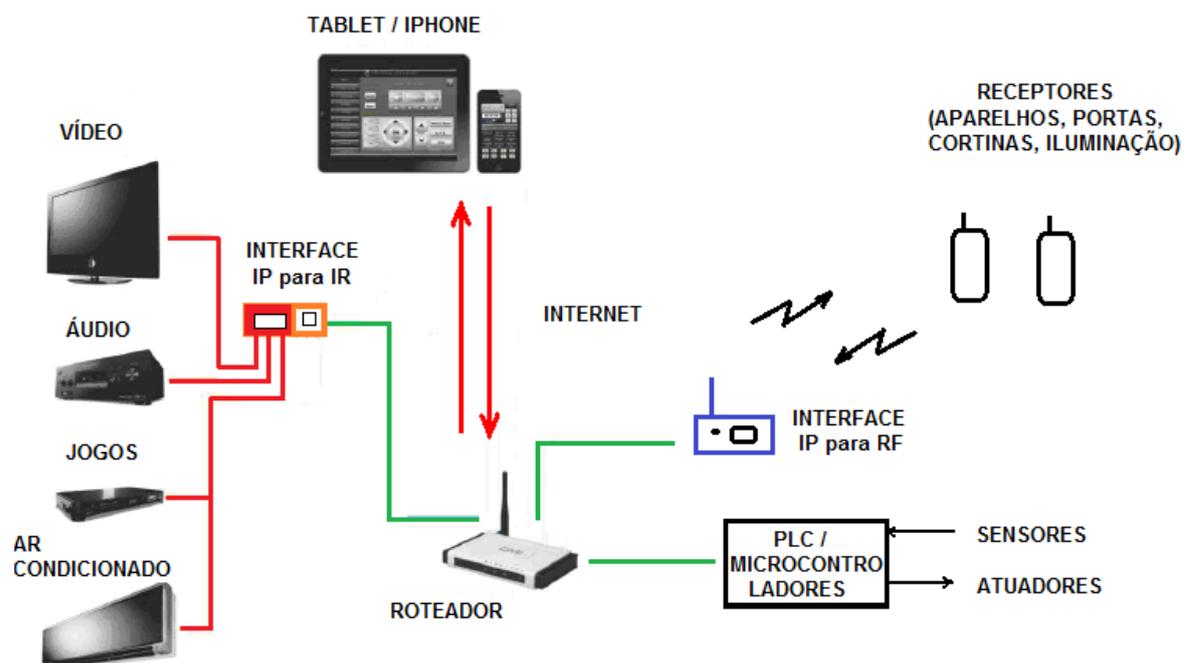
Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 7.4.1.4 Controle Via *Internet*

Os experimentos realizados são simples e futuramente podem ser acoplados a equipamentos que permitam seu controle externamente à habitação. As interfaces de comando mais comuns são *tablets* e *lphones*, que podem acessar o sistema doméstico de qualquer lugar através da *Internet*, geralmente fazendo uso de tecnologia IP.

Através de aplicativos que são feitos por programas específicos, a exemplo do “*IVIEWER4*”, o qual trabalha em parceria com um programa de criação de telas (*GUIDESIGNER*), funções são acessadas em uma tela, onde seus estados podem ser alterados e os comandos equivalentes passados através de um roteador, que se comunica com um equipamento decodificador ou um CLP dentro da casa. Estes

equipamentos, após o recebimento do comando, farão o controle das ações em uma habitação, seja através de radiofrequência, infravermelho, *wireless* ou cabeamento estruturado, podendo, inclusive, dar um retorno da operação. Um esquema pode ser visto na Figura 52. O custo de implantação desse sistema ainda é considerado caro, porém já obteve uma boa queda no mercado.



**Figura 52 – Esquema de controle via *Internet*.**

Fonte: Elaborada pelo autor.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 8.1 CONCLUSÕES

A presente dissertação, inserida no Programa de Engenharia Urbana da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, teve como objetivo analisar a Domótica como tendência na habitação e discutir as questões voltadas para a mesma sob vários aspectos, levando em conta a integração da mesma e considerando todos os tipos de grupos sociais. Também foi avaliada a situação da padronização dos sistemas domóticos e experiências relacionadas ao tema no mundo todo. Por fim, foi feito um estudo de uma tipologia de desenho habitacional no sentido de mostrar as alterações e possíveis soluções de Domótica que comportassem o seu uso em habitações de interesse social para todos os tipos de grupos sociais, especialmente os idosos e incapacitados.

Os níveis de conhecimento necessários para o desenvolvimento de uma arquitetura, de um desenho de habitação que pudesse ser próximo do ideal, juntamente com a dificuldade de suporte financeiro para maiores possibilidades de aplicações e envolvimento com o estudo da Domótica, permearam como limitações para esta dissertação. Também não puderam ser feitas análises de satisfação do usuário brasileiro quanto ao conforto e auxílio assistivo proporcionado com a Domótica em construções com instalações de pré-automação já existentes.

As conclusões deste trabalho são apresentadas a seguir, abordando tudo que foi pesquisado, ressaltando que a área da Domótica, por ser multidisciplinar, é muito vasta e aprofundamentos do tema com outras óticas são recomendados.

As vantagens oferecidas pela Domótica podem proporcionar um ganho considerável na qualidade de vida da sociedade. Devido aos problemas com meio ambiente e escassez de recursos, também é importante destacar o uso das ferramentas de automação residencial para gestão do consumo de energia e monitoramento, bem como a utilização automática de fontes de energia alternativas.

Como resultado da análise do processo de integração dos diversos sistemas existentes na habitação, pode-se dizer que os principais desafios são os tecnológicos e sociais. Os desafios tecnológicos se resumem na preocupação com o estabelecimento de um padrão de tecnologia focado na compatibilização entre os equipamentos de diversos fabricantes, bem como a busca da interação através de

formas mais naturais de interface do homem com a máquina, onde o computador funcionaria como uma entidade invisível e a comunicação seria feita através de voz ou expressões gestuais. Os desafios sociais seriam a falta de consciência e cultura da população quanto à verdadeira importância da Domótica para o auxílio diário aos moradores de uma residência.

É fato que a ausência de cultura da automação seja uma realidade, juntamente com a imagem de que automatizar tem alto custo para pouco retorno. Isso, porém ainda é muito discutido, pois ainda não se tem um método concreto de avaliação de custos e benefícios que a implantação de sistemas de controle em uma residência inteligente possa trazer.

A disponibilidade de produtos de Domótica no mercado ainda é tímida frente ao consumidor final, porém as expectativas de demanda são enormes. Percebe-se que este mercado está em franca expansão, com incontestável ascendência e de forma muito rápida; e, mesmo no Brasil, será um mercado de bilhões de reais para os próximos anos.

Algumas construtoras brasileiras já estão oferecendo a pré-automação de seus imóveis como um atrativo para seus clientes, com grande aceitação por parte da classe de maior poder aquisitivo da população. Com a entrada de sistemas de distribuição elétrica à base de *Smart Grid*, vários serviços poderão se transformar em soluções que poderão passar a pertencer à rotina de uma habitação, exigindo cada vez mais as mudanças de infraestrutura para sua implementação.

A possibilidade de um aumento da taxa de transmissão das redes de comunicação de dados e facilidades de acesso através de uma melhor distribuição das mesmas deve favorecer a utilização e desenvolvimento da Domótica de forma considerável.

A falta de mão de obra qualificada também é um desafio a ser vencido. O surgimento de novas interfaces obriga os profissionais da área, no caso os projetistas, a terem que desenvolver uma visão sistêmica e integrada. Algumas universidades em várias partes do mundo já estão adequando seus cursos para formação de profissionais com essa especialização.

Enquanto a sociedade tem se submetido a rápidas transformações decorrentes da automação, a arquitetura e o planejamento (infraestrutura) estão assimilando de forma lenta seu aparecimento.

Atualmente, muitos fatores não colaboram para que novas edificações possam estar preparadas para receber as tecnologias de forma natural. Entre eles, pode-se destacar a falta de um padrão de projeto de instalações elétricas, a qual exige uma atualização de conceitos que comporte não apenas o formalismo de um projeto convencional, mas todas as exigências que um imóvel moderno precisa.

A legislação brasileira ainda não adotou nenhuma regulamentação definindo as responsabilidades de avaliação e verificação da implementação de um projeto de instalação elétrica interna de uma residência por parte de um profissional devidamente habilitado, apesar de algumas capitais brasileiras possuírem legislação em análise.

A Domótica se torna, a cada dia, primordial para a integração de dois importantes contingentes da sociedade: idosos e incapacitados, que somados podem corresponder a mais de 10% da população brasileira (IBGE – Censo 2010), porcentagem essa que tende a aumentar graças ao envelhecimento populacional que é uma previsão das pesquisas. Por meio da Domótica, barreiras podem ser eliminadas quanto a questões como emprego, saúde, educação, acessibilidade, conforto e qualidade de vida, através da promoção da independência, privacidade, dignidade e integração social.

Uma habitação suficientemente integrada, para assistir os usuários de forma consciente e confortável através da ajuda da tecnologia, onde todos os equipamentos eletroeletrônicos estejam interconectados formando uma rede que possa se comunicar entre eles e com o usuário de forma interativa e proativa, ainda está longe de se tornar realidade, porém as expectativas mostram que esse conceito de habitação pode se tornar realmente o padrão do futuro.

Finalizando, a possibilidade de se construir uma habitação de interesse social, principalmente para a população de baixa renda (até 3 salários mínimos), com um desenho de caráter universal, comportando as características mínimas de uma habitação ideal, com soluções de pré-automação para uso futuro de Domótica, pode ser um investimento bastante interessante tanto para a sociedade, quanto para o Estado, onde a expansão da casa se tornará desnecessária, evitando um feito desordenado, assim como futuros gastos com sistemas de saúde, graças à independência e tecnologia assistiva proporcionada pela Domótica.

## 8.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Percebe-se que o campo para a Domótica se desenvolver é muito vasto, e o aumento da velocidade de processamento dos dispositivos eletrônicos e a sua miniaturização são fatores importantes que influenciam diretamente no desenvolvimento dessa área. A Domótica, devido ao seu caráter multidisciplinar, permite que se desenvolvam várias linhas de pesquisa. Pode-se abordar o estudo de novas tecnologias e tendências, como o exemplo da nanotecnologia, que pode se transformar em uma ferramenta ubíqua e bastante promissora.

Entre as sugestões que mais se relacionam com o trabalho aqui realizado, pode-se sugerir:

Avaliar a implementação do *Smart Grid*. As redes inteligentes de geração, transmissão e distribuição de energia já são uma realidade e em breve farão uma ligação direta com sistemas de controle de habitações com inúmeras possibilidades de soluções relacionadas à energia.

Analisar o mercado de Domótica. Muitas construtoras ainda não investem recursos em pré-automação, pois desconhecem um modelo de investimento ou o mercado de Domótica e seus benefícios. Seria importante prover uma análise desse mercado potencial.

Rever e propor normas, regulamentos e boas práticas de instalação de tecnologia e infraestrutura elétrica nas edificações, considerando os sistemas de telecomunicações e de Domótica.

Avaliar a adaptação ou reforma das unidades habitacionais existentes, quanto à possibilidade de instalação de sistemas domóticos.

Estudar o nível de interesse e satisfação do usuário quanto à possibilidade de aplicação de Domótica no seu cotidiano, principalmente os que residem em habitações que ofereçam pré-automação.

Desenvolver uma proposta avançada do projeto exposto, com a construção de uma expansão e adição de mais soluções de Domótica.

Proporcionar o acesso a estudantes de forma que o projeto possa servir de laboratório e foco de desenvolvimento de novas práticas.

Por fim, seria interessante fazer uma análise dos cursos de graduação e especialização que estão envolvidos com a área de Domótica, a exemplo da

Universidad Politécnica de Madrid, que oferece um curso intitulado “*Máster en Domótica y Hogar Digital*”. Seu programa pioneiro de pós-graduação em domótica e ambientes automatizados inteligentes tem iniciado inclusive uma parceria com a Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteado (FAAP), situada em São Paulo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARTS, E.; RUYTER, B. **Ambient Intelligence: visualizing the future**. ISBN1-58113-867-9. Philips Research. Eindhoven, The Netherlands, 2004.

ABIKO, A. K. **Introdução à Gestão Habitacional**. 1995. Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/12, EPUSP, São Paulo, 1995.

ALARTÉCNICA. **Vencemos barreiras**. Disponível em: <<http://www.alartecnica.pt/stories/soluz/stannah2.jpg>>. Acessado em: Março 2012.

ALDRICH, F. Smart Homes: Past, Present and Future. 2003. In: HARPER, R. (Ed.). **Inside the Smart Home**. Springer Verlag, London Limited, p.17-36, UK, 2003.

ANATEL. **Diretrizes para Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos Variáveis no Tempo (Até 300 GHz)**. [S.l.], 1999.

ANDERSON B. **The IBM vision of a smarter home enabled by cloud technology**. IBM Corporation, Global Electronics Industry, USA, January 2010.

ANGEL, P. M.; FRAIGI, L. B. **Introduccion a La Domótica**. Vol.1. 1993. Versão Publicada para a Escuela Brasileño-Argentina de Informática (EBAI), Embalse, Córdoba. 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050** – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 14565** – Procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para rede interna estruturada. Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. **NBR 5410** – Instalações elétricas de baixa tensão, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 13531** – Elaboração de Projeto de Edificações, 1995.

AURESIDE. **Associação Brasileira de Automação Residencial**. Disponível em: <<http://www.aureside.org.br>>. Acessado em: 13 de novembro de 2011.

\_\_\_\_\_. Associação Brasileira de Automação Residencial. **Programa de Formação Integrador de Sistemas Residenciais**. 2011.

BADII *et al.* CompanionAble: Graceful integration of module robot companion with a smart home environment. **Gerontechnology 2009**, p.181, England, 2009.

BAEG *et al.* RoboMaidHome: A Sensor Network-based Smart Home Environment for Service Robots. Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), **16th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication**, p.182-187, South Korea, 2007.

BALAGUER, C. Towards Robotic Smart Homes. **24th International Symposium on Automation & Robotics in Construction (ISARC 2007)**. Robotics Lab. University Carlos III of Madrid. Spain, 2007.

BOLZANI, C. A. M. **Residências Inteligentes: um curso de domótica**. 2004, 1<sup>a</sup>.ed, São Paulo, Editora Livraria da Física, 332p., São Paulo, 2004.

\_\_\_\_\_. **Análise de Arquiteturas e Desenvolvimento de uma Plataforma para Residências Inteligentes**. São Paulo, 2010. 155p. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas Eletrônicos) - EPUSP, São Paulo, 2010.

BRUMMITT *et al.* EasyLiving: Technologies for Intelligent Environments. **Handheld and Ubiquitous Computing 2000**, Springer-Verlag, 2000.

CAMPOS *et al.* **Análise Experimental da Influência da Tecnologia HOMEPLUG na Qualidade da Energia Elétrica**. HOLOS. Ano 23. Vol.2 – pp. 31-41. 2007

CARTILHA DA CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Programa Minha Casa Minha Vida**. 2009. Disponível em:  
<[http://www.sinduscon-g.org.br/site/arquivos/cartilha\\_minha\\_casa\\_minha\\_vida.pdf](http://www.sinduscon-g.org.br/site/arquivos/cartilha_minha_casa_minha_vida.pdf)>  
Acessado em: 15.06.2012.

CASADOMO. **Todo sobre edifícios inteligentes**. Disponível em:  
<<http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=190&m=185&idm=185&n2=184>>  
Acessado em: Março 2012.

CATÁLOGO EXPO PREDIALTEC 2012. **Catálogo oficial**. 2012. Event Editora Ltda.

CATÁLOGO KNX. **Como tornar seu edifício inteligente** - Schneider Electric. 2011. Disponível em: <<http://www.schneider-electric.com.br> >. Acesso em: 25 Ago/2012.

CATÁLOGO FINDER. **Finder Componentes Ltda. 2012**. Disponível em:  
<[http://www.instalacoeseletricas.com/download/WP\\_Pre\\_Automacao.pdf](http://www.instalacoeseletricas.com/download/WP_Pre_Automacao.pdf)>  
Acesso em: setembro/2012.

CEDOM. **Instalaciones Domóticas. Cuaderno de buenas prácticas para promotores y constructores**. Ed. AENOR. Barcelona, 2008.

CELLER *et al.* An instrumentation system for the remote monitoring of changes in functional health status of the elderly at home. **International Conference IEEE-EMBS**, p. 908-909, New York, USA, 1994.

CHAN *et al.* Assessment of activity of elderly people using a home monitoring system. **International Journal of Rehabilitation Research**, p.69-76, 2005.

\_\_\_\_\_. A review of smart homes – Present state and future challenges. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**. 2008, Volume 91, Issue 1, p.55-81. July 2008.

\_\_\_\_\_. **Smart homes – Current features and future perspectives**. *Maturitas*, 64. 2009, Volume 91, Issue 1, p.90-97. Elsevier Ireland Ltd. 2009.

CHAPMAN, K.; McCARTNEY, K. **Smart Homes for people with restrict mobility**, University of Portsmouth, Portsmouth, UK, 2002.

CHENG, J.; KUNZ, T. **A Survey on Smart Home Networking**. 2009. Technical Report SCE-09-10, Department of Systems and Computer Engineering, Carleton University, 2009.

CHUA *et al.* Spatio-Temporal and Context Reasoning in Smart Homes. **Spatial and Temporal Reasoning for Ambient Intelligence Systems. COSIT 2009. Workshop Proceedings**. France, 2009. School of Engineering and Advanced Technology, Massey University, Palmerston North, p.9-20, New Zealand, 2009.

COMPANIONABLE. Mobile robot companion.Smart Home. Integrated **Cognitive Assistive & Domotic Companion Robot**. Systems for ability & security. Disponível em: <http://www.companionable.net>. Acessado em: 05.03.2012.

COOK, D. J. Health Monitoring and Assistance to Support Aging in Place. The University of Texas at Arlington, USA. **Journal of Universal Computer Science**, vol. 12 nº1, p. 15-29, 2006.

DANIEL, E. **A Segurança e eficiência energética nas instalações elétricas prediais: Um modelo de avaliação**. São Paulo, 2010. 98p. Dissertação (Mestrado em Energia) - USP, EP/FEA/IEE/IF da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

DIAS, C. L. A.; PIZZOLATO, N. D. Domótica: Aplicabilidade e Sistemas de Automação Residencial. 2004. In: **Vértices – Publicação Técnico-Científica do CEFET Campos**. V.6, Nº.3, Set/Dez, p.10-32, Rio de Janeiro, 2004.

DISHMAN, E. **Inventing Wellness Systems for Aging in Place**. Intel Corp., IEEE Computer Society, 2004.

ELOY *et al.* **Utilização de Domótica na Estratégia de Sustentabilidade Social e Ambiental.** 2010. 1º Congresso Internacional de Habitação no Espaço Lusófono, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, Setembro, p.22-24, Lisboa, 2010.

EURON. European Robotics Network. Network of Excellence. Information Society Technologies Priority. **DR.1.1 Research Roadmap V.1**, 2005. Disponível em: <<http://www.euron.org/miscdocs/docs/euron2/year2/dr1-1-roadmap.pdf>>. Acessado em: 20 de setembro de 2012.

FERNANDES, M. **Agenda Habitat para Municípios.** 2003, Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), Julho/2003.

FLORIM, L. C.; QUELHAS, O. L. G. **Contribuição para a Construção Sustentável: Características de um Projeto Habitacional Eco-Eficiente.** 2004. ENGEVISTA, V.6, n. 3, p.121-120, 2004.

FORTY, A. **Objetos de Desejo: Design e Sociedade desde 1750.** Tradução: Pedro Maia Soares, São Paulo, 2007, Ed. Cosac Naify. 352p., 1986.

GANN *et al.* **Digital Futures: Making Homes Smarter.** 1999, PUBLISHED FOR THE JOSEPH ROWNTREE FOUNDATION, BY THE CHARTERED INSTITUTE OF HOUSING. 103p. London, 1999.

GUERRA, I. Transformações dos modos de vida e suas implicações no habitat. In: **A Futura Habitação Apoiada.** 2000. Relatório 75/00 (confidencial) (pp. 179-194). Lisboa: NA, LNEC. 2000.

HA *et al.* Development of PIR sensor based indoor location detection system for smart home. **SICE-ICASE International Joint Conference**, Busan, Corée, p. 2162-2167, 2006.

HARPER, R. **Inside the Smart Home: Ideas, Possibilities and Methods.** Springer-Verlag, London, 2003.

HELAL *et al.* The Gator Tech Smart House: a programmable pervasive space. **IEEE Computer magazine**, p. 50-60, 2005.

HILLMAN, J. Telelifestyles and the flexicity: a European Study / **European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions.** 1993, Luxembourg : Off. for Off. Publ. of the European Communities, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2010 / IBGE**, Coordenação de População e Indicadores Sociais. – Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 321 p.

INTILLE *et al.* Using a Live-In Laboratory for Ubiquitous Computing Research. **Pervasive Computing**. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3968, 2006, pp349-365, 2006.

JUNESTRAND *et al.* Private and public digital domestic spaces. In: **International Journal of Human-Computer Studies**. 2001, Stockholm, Sweden, p. 753-778, 2001.

KANEKO *et al.* Humanoid Robot HRP-3. 2008, **IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems**. Acropolis Convention Center. Nice, France, Sept, 2008.

\_\_\_\_\_. Humanoid Robot HRP-4. 2011, **IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems**. San Francisco, CA, USA, 2011.

KEKRE, H. B.; THEPADE, S. D. **UbiComp: The Future of Computing Technology**. Computer Engineering Department, MPSTME, SVKM's NMIMS University, Mumbai, Journal of Science, 2009.

KIDD *et al.* The aware home: a living laboratory for ubiquitous computing research. In: **Proceedings of 2nd International Workshop on Cooperative Buildings-CoBuild'99**, 1999.

KLEIMAN, M. **Notas sobre redes de infra-estrutura urbana e estruturação das cidades**. 2001. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

LAMIN, H. **Análise de Impacto Regulatório da Implantação de Redes Inteligentes no Brasil**. Brasília, 2013. 300p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade de Brasília. Brasília, DF. 2013.

LARCHER, J. V. M. **Diretrizes visando a melhoria de projetos e soluções construtivas na expansão de habitações de interesse social**. Curitiba, 2005. 160p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná. Paraná, 2005.

MAMEDE FILHO, J. **Instalações Elétricas Residenciais**. 8.<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: LTC 2010.

MATSUOKA, K. Aware Home Understanding Life Activities. **Proceedings of the International Conference on ICOST'2004, Towards a Human-Friendly Assistive Environment**, IOS Press, p. 186–193, 2004.

MATTOS, W. O Caminho para a Automação. **Revista Lumière Electric**. Editora Lumière Ltda. São Paulo, São Paulo. Julho/2012.

MENDIVELSO, J. C. Domótica: La mutación de la vivienda. **Scripta Nova - Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**. Universidad de Barcelona, Vol. VII, nº146, Espanha, 2003.

MIGUEL, L.; NICOLAIO, K. **A democratização do ensino por meio da educação à distância**. 2008. 24p. TCC (Curso de Pedagogia) - Faculdade Internacional de Curitiba (FACINTER), Paraná, 2008.

MOZER, M. C. The neural network house: An environment that adapts to its inhabitants. In: M. Coen (Ed.), **Proceedings of the American Association for Artificial Intelligence Spring Symposium on Intelligent Environments**. (p. 110-114), Menlo Park, CA. AAAI Press., 1998.

MURATORI, J. R. Instalações Elétricas com novas abordagens. 2008. **O Setor Elétrico**, São Paulo, ago. 2008.

Disponível em: <[http://www.institutodofuturo.com.br/setor\\_eletrico\\_set08.htm](http://www.institutodofuturo.com.br/setor_eletrico_set08.htm)>. Acesso em: 15 nov. 2012.

MUSSI, F. C. Conforto: revisão de literatura. **Rev. Esc. Enf. USP**, v.30, n.2, p.254-66, ago. 1996.

NEVES-ARRUDA *et al.* **A qualitative analysis of comfort and discomfort: the case of immigrant hispanic cancer patients**. Florianópolis, 1989. /Mimeografado/.

NOGUSHI *et al.* **Construction of Network System and The First Step of Summarization for Human Daily Action Data in The Sensing Room**, Graduate School of Information Science and Technology. The University of Tokyo, JAPAN, 2002.

NUNES, R. **Análise comparativa de tecnologias para Domótica**. JEACI, 2002. III Jornada de engenharia de automação, controlo e Instrumentação. Setúbal, 2002.

OLIVEIRA *et al.* **DIGA GINGA - Digital Automation in Monitoring and Control using GINGA technology**. Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, Fortaleza, Brasil, 2008.

PAULINO, C. A. **Estudo de tecnologias aplicáveis à automação da medição de energia elétrica residencial visando a minimização de perdas**. São Paulo, 2006. 101p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PINHEIRO, J. M. S. **Sistemas de Automação**. In: 13/06/2004. Disponível em: <[http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo\\_sistemas\\_automacao.php](http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_sistemas_automacao.php)>. Acesso em: 20 de julho de 2011.

POSI, P. Automação residencial pelas ondas do ar. (2007). **Revista HOME THEATER**, Ed. 133. Disponível em: <[http://revistahometheater.uol.com.br/site/tec\\_artigos\\_02.php?id\\_lista\\_txt=3341](http://revistahometheater.uol.com.br/site/tec_artigos_02.php?id_lista_txt=3341)>. Acessado em: 10 jul/2012.

PRADO *et al.* Moradia para o idoso: uma política ainda não garantida. **Caderno Temático Kairós Gerontologia**, 8. ISSN 2176-901X, São Paulo, p 5-17. Nov. 2010.

PROCOBRE. **Procobre cria programa de melhoria das instalações elétricas.** Programa Casa Segura. São Paulo, 2006. Disponível em: <[HTTP://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=28&Cod=19](http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=28&Cod=19)>. Acesso em 15 de agosto de 2012.

QUALITYBATH. **Porcher Electronic Toilet.** Disponível em: <<http://www.qualitybath.com>>. Acessado em: 3 de abril de 2012.

RELATÓRIO DE BRUNDTLAND. **Our common future.** Oxford, New York, Oxford University Press, 1987.

ROSA *et al.* A. Um Agente de Identificação para Aplicações Domóticas, In: **Anais do XV Congresso Brasileiro de Automática**, Gramado, 2004. Instituto Militar de Engenharia, IME, Rio de Janeiro, Brasil, 2004.

RUTHER *et al.* Programa de Telhados Solares Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica Pública no Brasil. **ENTAC 2008.** XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Fortaleza, Ceará. 2008

SANTOS, A. *et al.* Acessibilidade de habitações de interesse social ao cadeirante: um estudo de caso. **Ambiente construído**, Porto Alegre, Vol. 5, n. 1, p.55-75, jan./mar. 2005.

SATPATHY, L. **Smart housing: Technology to aid aging in place – New opportunities and challenges.** Mississippi, 2006. 173p. Degree of Master of Science (Architecture) – Mississippi State University, Mississippi, 2006.

SEYBERT, H; LOOF, A. **Internet usage in 2010 Households and Individuals.** Technical report, Eurostat, 2011.

SILVA, F. E. C.; OLIVEIRA, F. K. **PIMENTER, um sistema para uso otimizado do computador pessoal: automação e outsourcing.** Universidade Estadual do Ceará–UECE, 2008.

SILVA, D. S. **Desenvolvimento e Implementação de um Sistema de Supervisão e Controle Residencial.** Natal, 2009. 51p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - UFRN, Rio Grande do Norte, 2009.

SOUSA, A. M. **Déficit e Política Habitacional no Brasil – O Caso: Conjunto Residencial Village da Ilha, RJ**. Rio de Janeiro, 2012. 177p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Engenharia Urbana, Rio de Janeiro, 2012.

SUPERINVENTOS. Disponível em: <[www.superinventos.com/Queesx10.htm](http://www.superinventos.com/Queesx10.htm)>. Acessado em 22 de setembro de 2012.

TAMURA *et al.* E-Healthcare at an Experimental Welfare Techno House in Japan. Chiba University, Japan. **The Open Medical Informatics Journal**, 2007.

TIA570B. TIA STANDARD – **Residential Telecommunications Infrastructure Standard**. Revision of TIA/EIA/570A. April, 2004.

UN DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS - Population Division. **World Population Prospects, 2010**. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpd/wpp/index.htm> >. Acesso em 12 de julho de 2012.

VELLOSO *et al.* **Redes Domiciliares: Aplicações, Tecnologias, Desafios e Tendências**. Rio de Janeiro, 2005. Grupo de Teleinformática e Automação – GTA (UFRJ) / Dep. Eletrônica e Telecomunicações – FEN (UERJ). Rio de Janeiro, 2005.

WEISER, M. The Computer for the 21<sup>st</sup> Century. 1991. SCIENTIFIC AMERICAN. P.94-104. September 1991

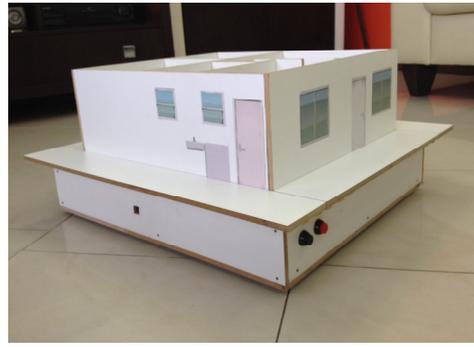
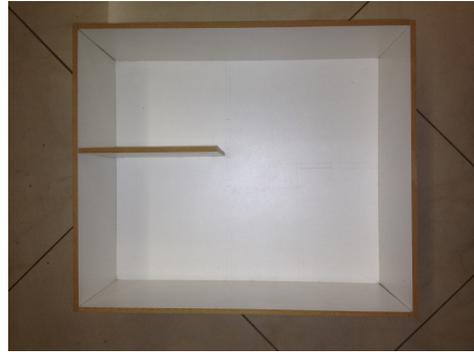
YAMAZAKI, T. Beyond the Smart Home. **International Conference on Hybrid Information Technology (ICHIT'06)**, IEEE, 2006.

YUSUPOV R. M.; RONZHIN A. L. From Smart Devices to Smart Space. **Herald of the Russian Academy of Sciences**, 2010, Vol.80, No. 1, pp.63-68. Pleiades Publishing, Ltd., Russia, 2010.

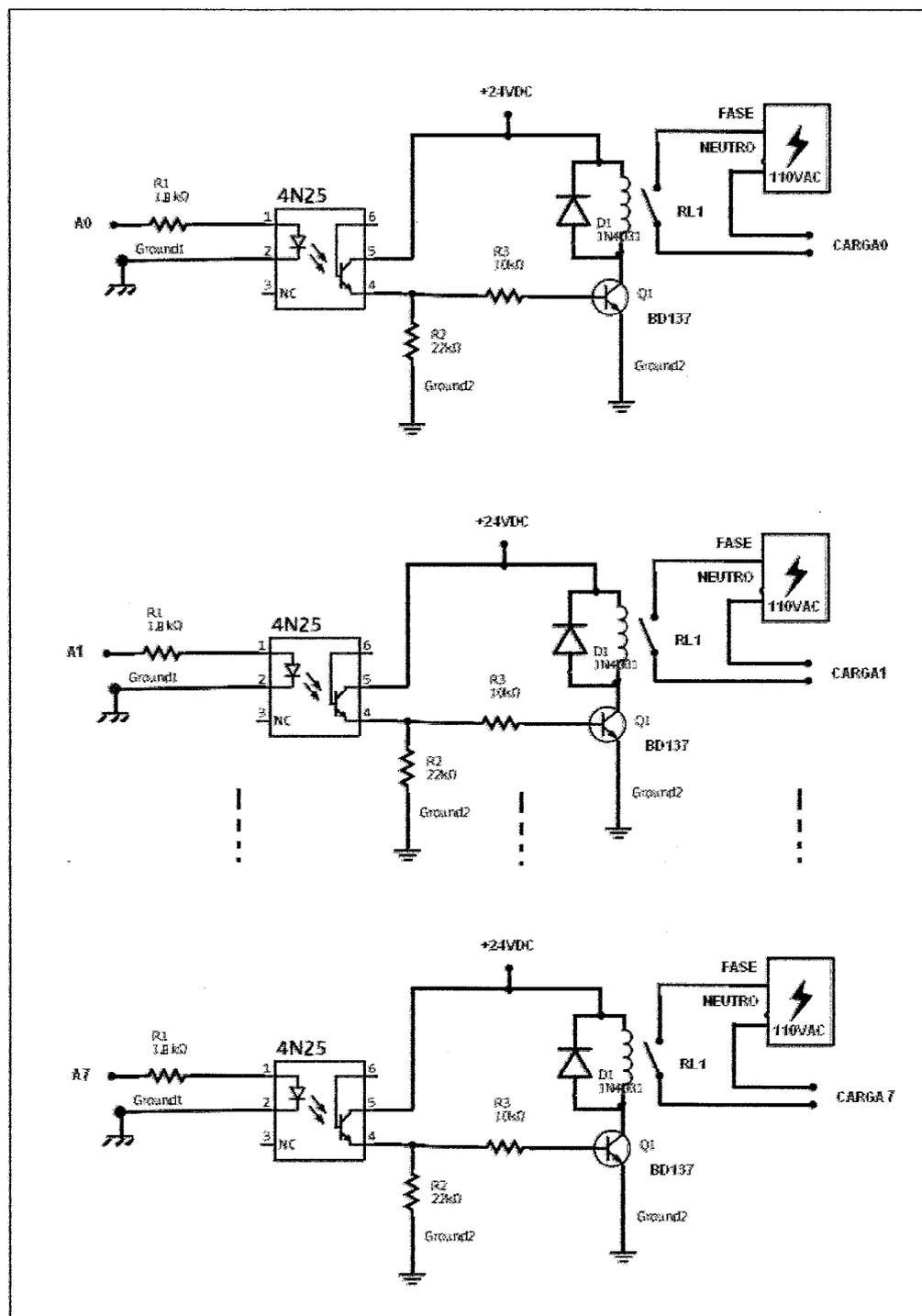
Z-WAVE ALLIANCE. 2012. Disponível em: <<http://www.z-wavealliance.org/technology>>. Acessado em: 9 de Agosto de 2012.

## **APÊNDICES**

# APÊNDICE A - PROCESSO DE MONTAGEM DA MAQUETE

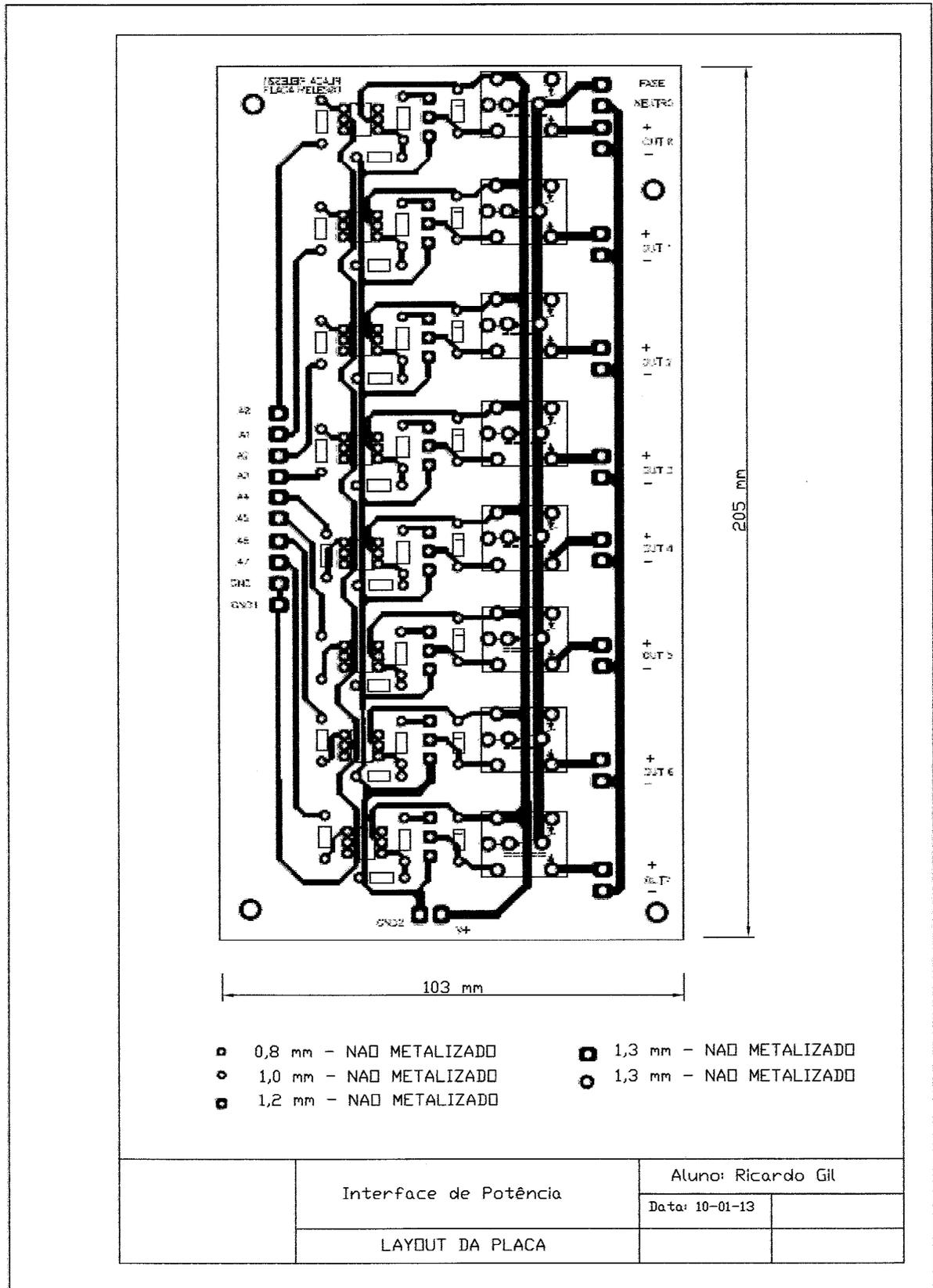


APÊNDICE B - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA INTERFACE DE POTÊNCIA

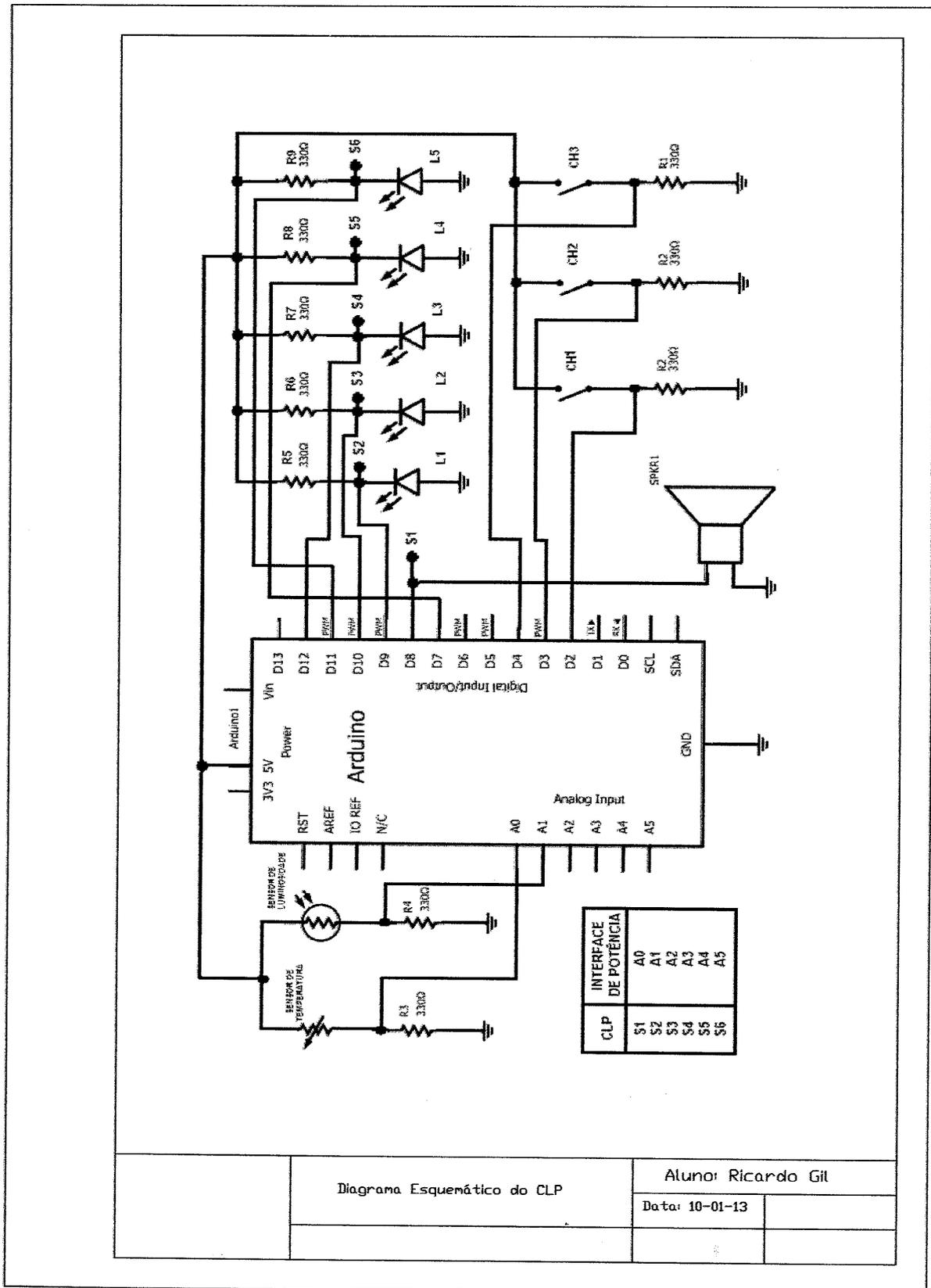


Interface de Potência	Aluno: Ricardo Gil	
	Data: 10-01-13	
Diagrama Esquemático		

APÊNDICE C - LAYOUT DA INTERFACE DE POTÊNCIA



APÊNDICE D - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO SISTEMA DO EXPERIMENTO 3



## APÊNDICE E - PROGRAMA RELATIVO AO EXPERIMENTO 3

```
/******\
***** EXPERIMENTO 3 *****
***AUTOR: Ricardo Gil Data: 10-03-2013***
\*****/
```

```
const int botao1 = 2; // sensor de vazamento de gás
const int botao2 = A0; // sensor de temperatura
const int botao3 = 3; // botão de emergência
const int botao4 = A1; // sensor de luz
const int botao5 = 4; // botão de reset
```

```
const int outpin1 = 8; // ligar sirene
const int outpin2 = 9; // acender lâmpada de emergência
const int outpin3 = 10; // fechar registro de gás
const int outpin4 = 11; // acender lâmpada externa
const int outpin5 = 12; // ligar/desligar ar condicionado
const int outpin6 = 7; // ligar telefone ( bombeiros)
```

```
int ValorsensorT = 0;
int ValorsensorM = 0;
int teste=0;
int teste1=0;
```

```
int estadobotao1 = 0;
int estadobotao2 = 0;
int estadobotao3 = 0;
int estadobotao4 = 0;
int estadobotao5 = 0;
```

```
void setup(){
pinMode(botao1, INPUT);
pinMode(botao3, INPUT);
```

```
pinMode(botao5, INPUT);
pinMode(outpin1, OUTPUT);
pinMode(outpin2, OUTPUT);
pinMode(outpin3, OUTPUT);
pinMode(outpin4, OUTPUT);
pinMode(outpin5, OUTPUT);
pinMode(outpin6, OUTPUT);
}
void loop(){

estadobotao1 = digitalRead(botao1);
estadobotao3 = digitalRead(botao3);
estadobotao5 = digitalRead(botao5);

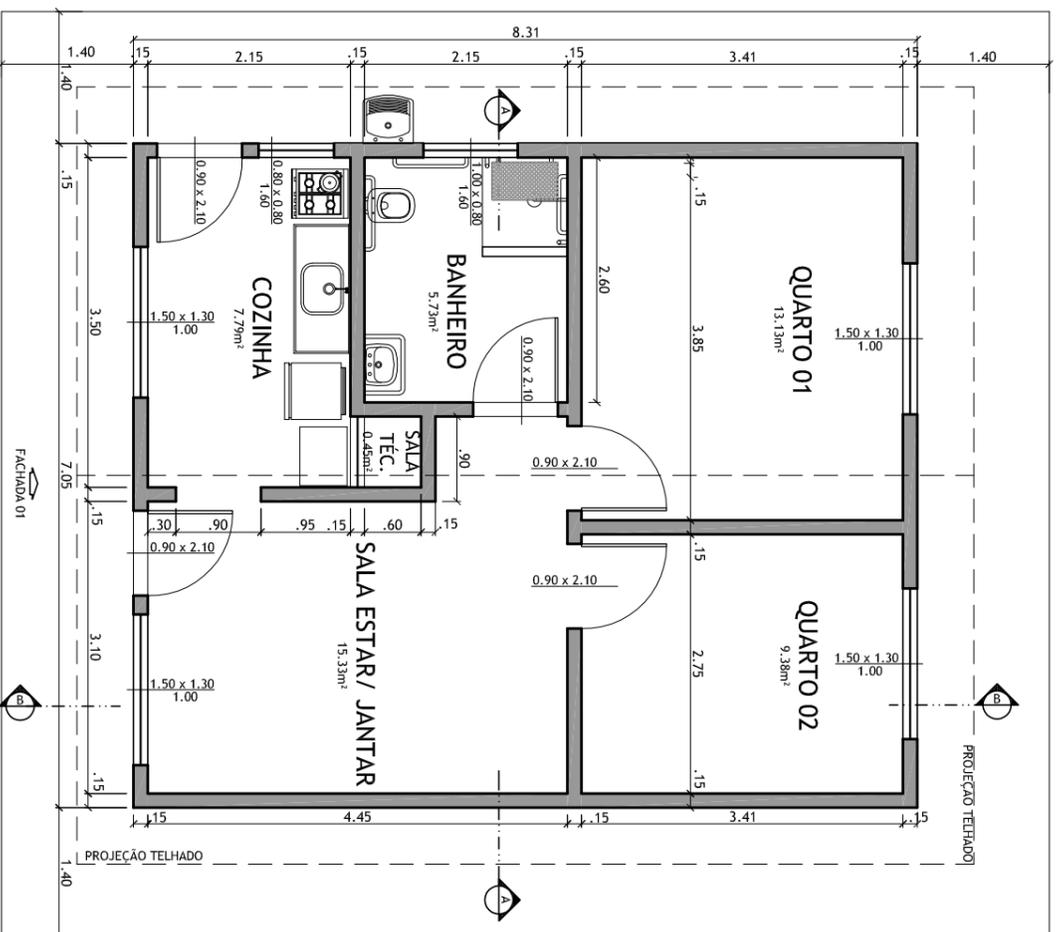
if (estadobotao1 == HIGH) { // vazamento de gás existente
digitalWrite(outpin1, HIGH); // ligar sirene
digitalWrite(outpin2, HIGH); // ligar luz de emergência
digitalWrite(outpin3, HIGH); // fechar registro de gás
teste1=1;
}

if (estadobotao3 == HIGH) { // botão de emergência acionado
digitalWrite(outpin1, HIGH); // ligar sirene
digitalWrite(outpin2, HIGH); // ligar luz de emergência
teste1=1;
}

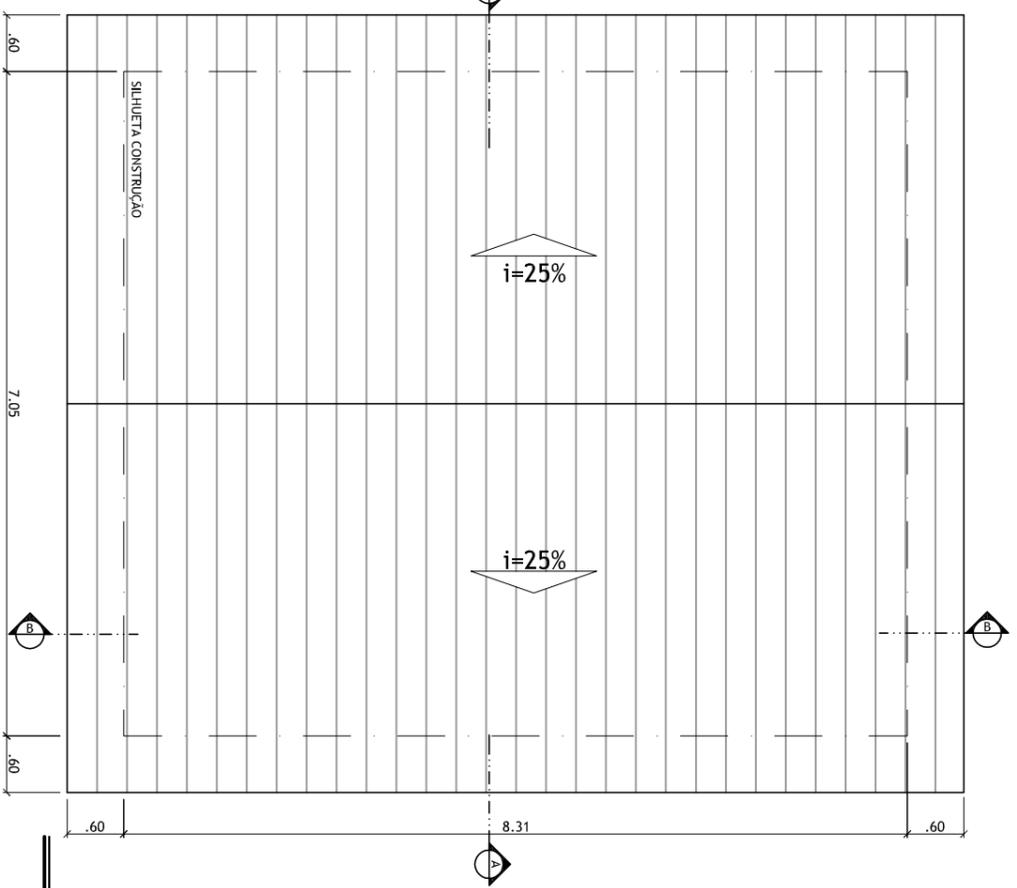
if (estadobotao5 == HIGH) { // botao de reset acionado
digitalWrite(outpin1, LOW); // colocar todas as saídas na condição inicial
digitalWrite(outpin2, LOW);
digitalWrite(outpin3, LOW);
digitalWrite(outpin4, LOW);
digitalWrite(outpin5, LOW);
digitalWrite(outpin6, LOW);
teste=0;
```

```
teste1=0;
}
ValorsensorT = analogRead(botao2); // leitura de temperatura
if ((ValorsensorT > 32) && (ValorsensorT < 50) && (teste==0) && (teste1==0)) {
digitalWrite(outpin5, HIGH);    // se o valor da temperatura estiver na faixa
}                                // de calor (32 a 50), ligar o ar condicionado
else
{
digitalWrite(outpin5, LOW);    // senão, desligar o ar condicionado
}
ValorsensorT = analogRead(botao2); // leitura de temperatura
if (ValorsensorT > 51) && (teste1==0)) {    // se a temperatura passar de um
                                            // valor crítico (51)
digitalWrite(outpin1, HIGH); // ligar sirene
digitalWrite(outpin2, HIGH); // ligar luz de emergência
digitalWrite(outpin3, HIGH); // fechar registro do gás
digitalWrite(outpin5, LOW);  // desliga o ar condicionado
digitalWrite(outpin6, HIGH); // acionar bombeiros
teste=1;
}
ValorsensorM = analogRead(botao4); // ler sensor de iluminação externa
if (ValorsensorM < 40) {    // se o valor indicar pouca luz
digitalWrite(outpin4, HIGH); // acender a lâmpada externa
}
{
ValorsensorM = analogRead(botao4); // ler sensor de iluminação externa
if (ValorsensorM > 38) {    // se o valor indicar muita luz
digitalWrite(outpin4, LOW); // apagar lâmpada externa
}
}
}
```

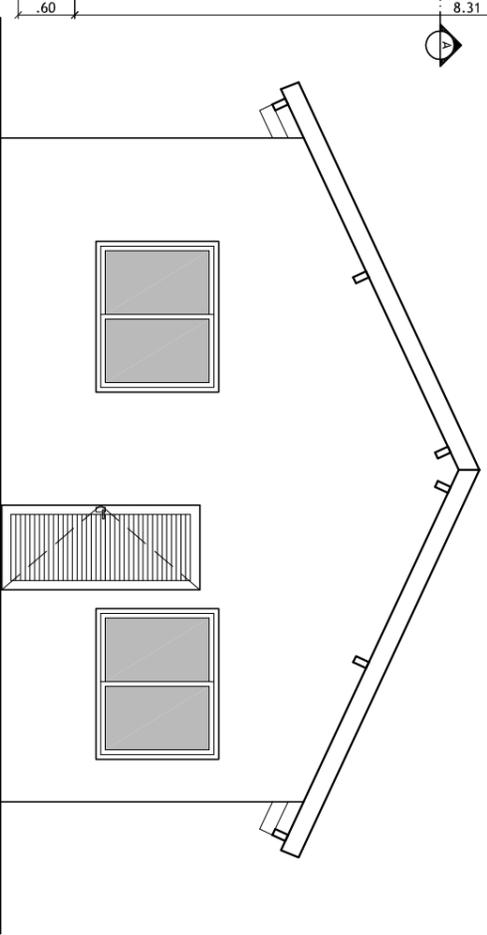
APÊNDICE F – PLANTA BAIXA, CORTES, FACHADA E COBERTURA



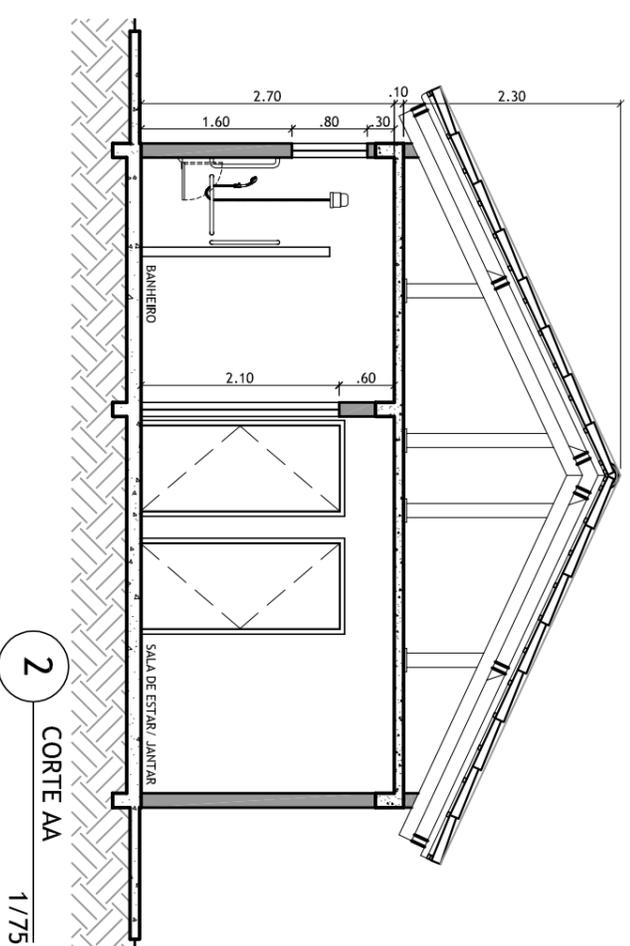
1 PLANTA BAIXA  
1/75



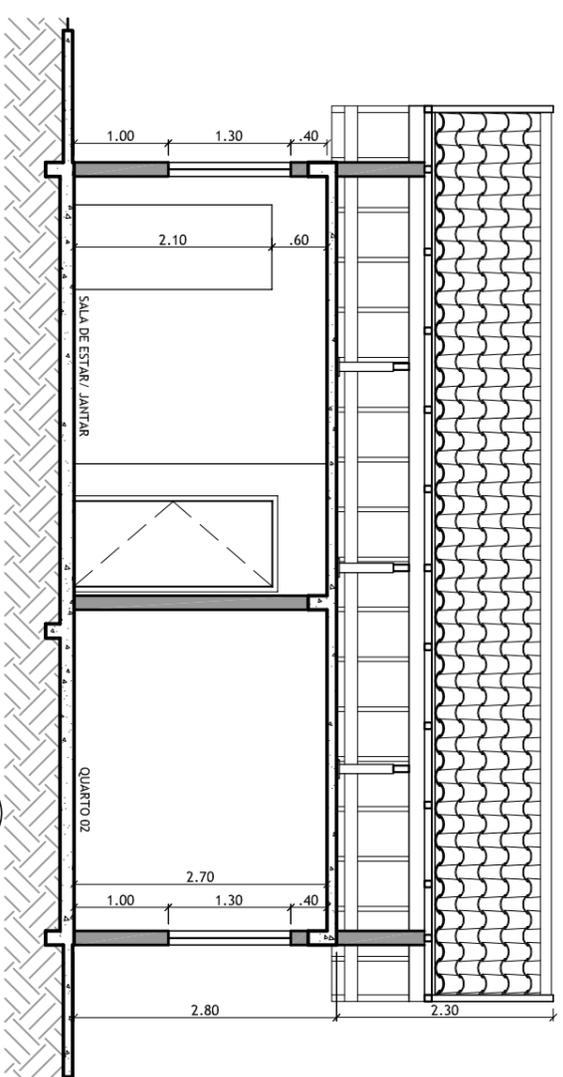
4 PLANTA TELHADO  
1/75



5 FACHADA PRINCIPAL  
1/75



2 CORTE AA  
1/75



3 CORTE BB  
1/75