

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

EVANDRO CARLOS TERUEL

**Uma proposta de framework para sistemas de automação
residencial com interface para WEB**

SÃO PAULO
Outubro, 2008

EVANDRO CARLOS TERUEL

**Uma proposta de framework para sistemas de automação
residencial com interface para WEB**

Dissertação apresentada como exigência parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza no Programa de Mestrado em Tecnologia: Gestão Desenvolvimento e Formação, sob orientação da Prof^o. Dr^o. Aristides Novelli Filho.

SÃO PAULO
Outubro, 2008

EVANDRO CARLOS TERUEL

**Uma proposta de framework para sistemas de automação
residencial com interface para WEB**

Profº Drº Aristides Novelli Filho

Profº Drº Maurício Amaral de Almeida

Profº Drº Fernando Antônio de Castro Giorno

São Paulo, 29 de Outubro de 2008

A minha esposa, Ângela, que bravamente cuidou dos nossos filhos para que eu pudesse desenvolver a pesquisa, ao meus sogros Jorge e Iracema que estiveram sempre à disposição para ajudar no projeto e na vida.

AGRADECIMENTOS

Aos participantes do fórum de discussão Eletrônica.org (<http://www2.eletronica.org/>),
EletrônicaBR (<http://br.groups.yahoo.com/group/eletronicabr/>) e GUJ
(<http://www.guj.com.br>) que solidariamente ajudaram nas dúvidas mais difíceis.

Ao Prof^o. Dr^o. Aristides Novelli Filho, pela orientação, incentivo e confiança.

A minha família e amigos pela tolerância às ausências e compreensão.

A Deus e a Centro Paula Souza que me concederam a oportunidade para que eu
pudesse concretizar este desafio.

RESUMO

Esse trabalho apresenta um framework usando a linguagem UML para o desenvolvimento de soluções de automação residencial com interface para a Internet, inclusive por dispositivos móveis.

Na obtenção de dados necessários para a construção do framework foi feito um levantamento de informações sobre as principais soluções de automação residencial comercializadas no Brasil e suas características e uma pesquisa para conhecer a necessidade de uma amostra de pessoas em relação às soluções de automação residencial.

Para provar a eficiência do framework proposto foi apresentado um estudo de uso onde foi desenvolvido um sistema de automação residencial de baixo custo para monitorar e controlar dispositivos de uma residência localmente por painel de controle e através da Internet por computador ou dispositivos móveis com visualização por câmeras em tempo real.

As informações relacionadas às pesquisas realizadas, ao framework apresentado e ao projeto de hardware e de software do estudo de uso estão dispostas no decorrer desse trabalho.

Palavras-chave: Automação Residencial, Framework, Estudo de uso, UML

ABSTRACT

This work presents a framework using the UML language for the development of solutions for automation with Internet interface, including mobile devices.

In the obtaining of necessary data for the construction a survey about the main solutions for home automation solded in Brazil, their characteristics and a research to know the need of a group of people about their knowledge and hope for the home automation done.

To prove the efficiency of the proposed framework an use study based sample was presented where a system of home automation at a low cost was developed to monitor and to control devices of a residence locally, by a control panel and through the Internet by using a computer or even a mobile device with a real time visualization generated by cameras.

The information about the done researches, the presented framework and the use study based sample are disposed in elapsing of that work.

Key Words: Home Automation, Framework, Use study, UML.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Marketing de produtos de alta tecnologia.....	24
Figura 2: Ligação de lâmpada comum ao quadro elétrico sem automação	30
Figura 3: Ligação de lâmpada comum ao quadro elétrico com quadro de automação	30
Figura 4: Controle de lâmpadas por radiofrequência	31
Figura 5: Rede com topologia em forma de malha.....	32
Figura 6: Convergência IP.....	37
Figura 7: Diagrama de Visão Geral dos Casos de Uso do framework	63
Figura 8: Diagrama de caso de uso do Subsistema de Controle de Dispositivos	64
Figura 9: Diagrama de caso de uso do Subsistema de Segurança.....	68
Figura 10: Diagrama de caso de uso do Subsistema de Vigilância.....	71
Figura 11: Arquitetura de subsistemas.....	73
Figura 12: Arquitetura de implantação do framework.....	75
Figura 13: Arquitetura de implantação do Subsistema de Controle de Dispositivos	76
Figura 14: Arquitetura de implantação do Subsistema de Segurança.....	80
Figura 15: Arquitetura de implantação do Subsistema de Vigilância.....	82
Figura 16: Arquitetura de classes de objetos do subsistema de Controle de Dispositivos	84
Figura 17: Arquitetura de classes de objetos do subsistema de Segurança	85
Figura 18: Exemplo de Diagrama de Implantação para Sistemas Embutidos.....	88
Figura 20: Subsistemas do estudo de uso	97
Figura 21: Diagrama de implantação do estudo de uso	98
Figura 22: Diagrama de classe do Subsistema Monitoramento de Segurança.....	100
Figura 23: Diagrama de classe do Subsistema WEB.....	101
Figura 24: Placa referente ao nó Driver de Interface.....	103
Figura 25: Hardware do nó Controlador de Segurança.....	104
Figura 26: Hardware do nó Controlador Central.....	105
Figura 27: Hardware dos nós Controladores de Entradas e Saídas	106
Figura 28: Hardware da placa reguladora de tensão	108
Figura 29: Imagens do produto instalado	112
Figura 30: Limites de distâncias de comunicação do produto.....	117
Figura 33: Listagem total de acionamentos.....	150
Figura 34: Listagem total de dispositivos cadastrados	152

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cronologia da Tecnologia Doméstica.....	26
Tabela 2: Orçamento de uma solução de automação residencial.....	46
Tabela 3: Diagramas da UML usados no projeto	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Descrição dos atores do Diagrama de Visão Geral de Casos de Uso	61
Quadro 2: Objetivo dos casos de uso do Diagrama de Visão Geral dos Casos de Uso.....	62
Quadro 3: Descrição do caso de uso Atuar nos dispositivos	65
Quadro 4: Descrição do caso de uso Atuar nos dispositivos	65
Quadro 5: Descrição do caso de uso Enviar mensagem	65
Quadro 6: Descrição do caso de uso Incluir atuações nos dispositivos	65
Quadro 7: Descrição dos casos de uso Manter dispositivos, locais, atuadores e usuários.....	66
Quadro 8: Descrição dos casos de uso consultar atuações nos dispositivos	66
Quadro 9: Descrição do caso de uso Operar alarme	68
Quadro 10: Descrição do caso de uso Pressionar botões de emergência.....	69
Quadro 11: Descrição do caso de uso Enviar mensagem de alerta.....	69
Quadro 12: Descrição do caso de uso Verificar dados dos sensores	69
Quadro 13: Descrição do caso de uso Soar sirene	69
Quadro 14: Descrição do caso de uso monitorar câmeras	71
Quadro 15: Resumo explicativo dos modelos de arquitetura do framework	72
Quadro 16: Descrição do Subsistema Controle de Dispositivos	73
Quadro 17: Descrição do Subsistema de Vigilância.....	73
Quadro 18: Descrição do Subsistema de Segurança.....	73
Quadro 19: Descrição do Subsistema WEB.....	74
Quadro 20: Descrição do Subsistema CFTV.....	74
Quadro 21: Descrição do Subsistema Monitoramento de Segurança.....	74
Quadro 22: Descrição do Subsistema Segurança da Residência	74
Quadro 23: Descrição do Subsistema Dispositivos da Residência	74
Quadro 24: Descrição do Subsistema Câmeras da Residência.....	74
Quadro 25: Descrição do nó Servidor	77
Quadro 26: Descrição do nó Servidor de Banco de Dados.....	77
Quadro 27: Descrição do nó Servidor WEB	77
Quadro 28: Descrição do nó WEB Browser	77
Quadro 29: Descrição do nó Driver da Interface	77
Quadro 30: Descrição do nó Controlador Central	78

Quadro 31: Descrição do nó Controlador de Entradas e Saídas.....	78
Quadro 32: Descrição do nó Dispositivo de Controle de Entradas e Saídas	78
Quadro 33: Descrição do nó Dispositivo de Controle Central	78
Quadro 34: Descrição do nó Dispositivo de Visualização	79
Quadro 35: Descrição do nó Sensor do subsistema de Controle de Dispositivos.....	79
Quadro 36: Descrição do nó Atuador	79
Quadro 37: Descrição do nó Controlador de Segurança.....	80
Quadro 38: Descrição do nó Servidor de Banco de Dados.....	81
Quadro 39: Descrição do nó Thread de Monitoramento	81
Quadro 40: Descrição do nó Dispositivo de Controle de Segurança.....	81
Quadro 41: Descrição do nó Sirene	81
Quadro 42: Descrição do nó Sensor do Subsistema de Segurança	81
Quadro 43: Descrição do nó Receptor de Mensagem	81
Quadro 44: Descrição do nó Câmera.....	82
Quadro 45: Descrição do nó Servidor de CFTV	82
Quadro 46: Descrição do nó Servidor WEB	82
Quadro 47: Descrição do nó WEB Browser	83

LISTA DE SIGLAS

UPnP	Universal Plug and Play
IBTA	Instituto Brasileiro de Tecnologia Avançada
SOHO	Small Office – Home Office
PC	Computador Pessoal
IEEE	Institute of Eleectrical and Electronics Engineers
Wi-Fi	Wireless Fidelity
AURESIDE	Associação Brasileira de Automação Residencial
EIA	Eletronic Insustries Alliance
TIA	Telecommunications Industry Association
IHC	Intelligent Home Control
CES	International Consumer Electronics Show
HomePNA	Home Phoneline Networkin Alliance
HomeAPI	Home Application Programming Interface
HomeRF	Wireless Communication Tecnologies
HomeAVI	Home Áudio Víde Interoperability
UML	Unified Modeling Language
OO	Orientação a objetos
JSP	Java Server Pages
CFTV	Circuito Fechado de TV
WML	Wireless Markup Language
J2EE	Java 2 Enterprise Edition
J2SE	Java 2 Standard Edition
J2ME	Java 2 Micro Edition
JVM	Java Virtual Machine
VM	Virtual Machine
WAP	Wireless Application Protocol
HTML	HyperText Markup Language
WML	Wireless Markup Language
SMS	Short message service

CDMA	Code Division Multiple Access
GSM	Global System for Mobile Communications
PIC	Peripheral Interface Controller
CCS	Custom Computer Service
USART	Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter
MHz	MegaHertz
FTDI	Future Technology Devices International
USB	Universal Serial Bus
DTE	Data Terminal Equipment
DCE	Data Communication Equipment
TTL	Transistor-Transistor Logic
VCP	Virtual COM Port
DLL	Dynamic-Link Library
JNI	Java Native Interface
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode
RISC	Reduced Instruction Set Computer

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL	22
1.1 Definição de automação residencial	23
1.2 Desafios da automação residencial	24
1.3 Histórico da automação residencial	26
1.4 A evolução da tecnologia na automação residencial	26
1.5 Classificação das soluções tecnológicas de automação residencial	27
1.5.1 Níveis de automação.....	27
1.5.2 Forma de controle	29
1.5.3 Meios de comunicação.....	29
1.6 A escolha da solução.....	33
1.7 A infra-estrutura de um projeto envolvendo automação	35
1.8 Protocolos de comunicação.....	35
1.9 Integração de sistemas.....	38
1.10 Principais tecnologias de automação residencial	39
1.11 Números da automação residencial	45
1.12 Aspectos sociais da automação residencial	46
1.13 Grupos de trabalho e pesquisa sobre automação residencial	49
2. REUSO DE COMPONENTES: PADRÕES, FRAMEWORKS E A UML	50
2.1 Padrões e frameworks.....	50
2.2 A UML.....	51
2.2.1 Diagrama de caso de uso	52
2.2.2 Diagrama de pacotes	53
2.2.3 Diagrama de implantação	54
2.2.4 Diagrama de classes.....	55
2.2.5 Diagrama de atividades.....	56
2.2.6 O início de um projeto de software.....	57
2.2.7 Engenharia de requisitos.....	57
2.2.8 Requisitos principais	59
3. O FRAMEWORK	60
3.1 Conjunto de requisitos padrão para o framework	60
3.1.1 Casos de uso	61
3.1.1.1 Casos de uso do Subsistema de Controle de Dispositivos.....	64

3.1.1.1.1 Classificação de requisitos do Subsistema de Controle de Dispositivos	66
3.1.1.2 Casos de uso do Subsistema de Segurança	68
3.1.1.2.1 Classificação de requisitos do Subsistema de Segurança	70
3.1.1.3 Casos de uso do Subsistema de Vigilância	70
3.1.1.3.1 Classificação de requisitos do Subsistema de Vigilância	71
3.2 Arquitetura de referência do framework	72
3.2.1 Arquitetura de subsistemas	72
3.2.2 Arquitetura de implantação	75
3.2.2.1 Arquitetura de implantação do Subsistema de Controle de Dispositivos	76
3.2.2.2 Arquitetura de implantação do Subsistema de Segurança	79
3.2.2.3 Arquitetura de implantação do Subsistema de Vigilância	82
3.2.3 Arquitetura de classes de objetos	83
3.2.3.1 Projeto das classes do subsistema Controle de Dispositivos	83
3.2.3.2 Projeto das classes do subsistema Segurança	85
3.2.3.3 Projeto das classes do subsistema Vigilância	86
3.3 Como usar o framework	86
4. ESTUDO DE USO	90
4.1 Escopo do projeto	90
4.2 O modelo dos casos de uso	91
4.3 Classificação de requisitos	91
Requisitos de domínio:	95
4.4 Arquitetura de subsistemas	96
4.5 Arquitetura de implantação	96
4.5.1 Descrição de hardware e software dos principais nós do sistema	97
4.5.1.1 Descrição de hardware e software do nó Servidor	99
4.5.1.1.1 Diagrama de classe do Subsistema WEB do nó Servidor	100
4.5.1.1.2 Diagrama de classe do Subsistema Monitoramento de Segurança do nó Servidor	100
4.5.1.2 Descrição de hardware dos nós Driver de Interface	102
4.5.1.3 Descrição de hardware e software do nó Controlador de Segurança	103
4.5.1.4 Descrição de hardware e software do nó Controlador Central	104
4.5.1.5 Descrição de hardware dos nós Display LCD e Painel de Controle Central	105

4.5.1.6 Descrição de hardware e do software dos nós Controladores de Entradas e Saídas	106
4.5.1.7 Descrição do hardware dos nós Painéis de Controle	107
4.5.1.8 Informações complementares.....	108
4.5.1.8.1 Alimentação do Sistema.....	108
4.5.1.8.2 Desenvolvimento dos artefatos de software.....	109
4.5.1.8.3 A escolha do microcontrolador	110
4.5.1.8.4 Componentes de hardware utilizados no projeto e custo total ...	111
4.5.2 O processo de instalação do sistema, ajustes e testes.....	111
4.5.2.1 Problemas no desenvolvimento dos softwares do servidor	113
4.5.2.2 Problemas na comunicação do sistema	113
4.5.2.3 Problemas na simulação do comportamento de processamento paralelo.....	114
4.5.2.4 Problemas na rede elétrica.....	115
4.5.2.5 Ajustes nos sistemas automáticos.....	115
4.5.2.6 Limitações do projeto.....	116
4.6 Conclusão.....	118
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	120
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
WEBOGRAFIA	124
GLOSSÁRIO.....	126
APÊNDICE A - Questionário para levantamento de requisitos e resultados da pesquisa.....	128
APÊNDICE B – Diagramas de atividade dos subsistemas Controle de Dispositivos e Segurança.....	137
APÊNDICE C – Aspectos da Interface do Website do Subsistema WEB	145
APÊNDICE D – Componentes de hardware utilizados e custos do projeto	154

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a evolução da microeletrônica tem impulsionado o desenvolvimento de muitas áreas do conhecimento. Entre elas, a informática com computadores cada vez menores e mais rápidos, a mecânica automotiva, com a produção de veículos com sistemas de controle e monitoração cada vez mais inteligentes, a eletroeletrônica, com o desenvolvimento de eletrodomésticos e outros aparelhos eletrônicos com múltiplas funcionalidades e a automação, com o desenvolvimento de dispositivos cada vez mais rápidos, menores e com melhor comunicação. Com isso as pessoas passaram a ter mais contato com equipamentos de alta tecnologia e centralizar as funções de lazer, cultura e diversão; a adquirir eletrodomésticos com funções mais amigáveis e inteligentes; a adquirir veículos mais econômicos, confortáveis e práticos e a trazer para sua realidade uma série de aparelhos e equipamentos com tecnologia que antes fazia parte apenas do seu imaginário. Adicionado a isso, o avanço das telecomunicações e a evolução e popularização cada vez maior da Internet criou o ambiente propício para a disseminação e a aplicação da computação e para a criação da casa conectada.

Nesse contexto, a automação residencial deixou de ser sinônimo de luxo e símbolo de status para se tornar uma necessidade na medida em que pode proporcionar mais conforto, segurança e economia de energia elétrica, água e gás. A casa passa a ter novas funções que podem ser gerenciadas remotamente através de uma rede particular ou da Internet e seus artefatos – eletroeletrônicos, iluminação, câmeras de vigilância e dispositivos de acesso – podem ser controlados de qualquer lugar que se tenha acesso à rede.

Apesar dos benefícios, muitos estudos ainda precisam ser feitos no sentido principalmente de integrar o controle das cargas de potência da rede elétrica com a rede de telefonia, dados, som e imagem e também no sentido de fazer com que aparelhos eletroeletrônicos de fabricantes diferentes se comuniquem na mesma linguagem através de um protocolo de comunicação padrão. Hoje, empresas gigantes como a Intel, Microsoft, Philips, Cisco Systems e outras que antes atuavam em outras áreas, assim como universidades, estão desenvolvendo pesquisas para criar tecnologias que permitam uma maior sincronia entre todos os sistemas e subsistemas residenciais. Essas pesquisas procuram entender as relações humanas

com a casa e pretendem inserir mais inteligência nos sistemas de controle e monitoração residenciais e interfaces de comunicação mais amigáveis.

Apesar dos avanços nas pesquisas sobre automação residencial e do sensível barateamento desse tipo de tecnologia, as soluções existentes no mercado possuem um alto valor agregado e são direcionadas a pessoas de poder aquisitivo mais alto. Essas soluções, com uma ampla gama de funcionalidades, possuem preços impeditivos para a maioria da população brasileira pertencente às classes sociais com poder aquisitivo mais baixo.

A hipótese levantada nesse trabalho é que o desenvolvimento de um *framework* auxilie na construção de produtos de automação residencial de baixo custo, focados nas necessidades principais dos usuários, apresentará bons resultados e permitirá o acesso de um público com renda mais baixa a esse tipo de tecnologia.

A redução do consumo de energia e a preocupação com o desenvolvimento sustentável tem sido algumas das justificativas sociais apontadas por especialistas para o uso de sistemas de automação residencial e também são justificativas deste projeto.

No aspecto pessoal sempre houve uma inquietude em relação ao assunto já que a eletrônica e a automação fazem parte do nosso dia-a-dia, seja nos equipamentos eletrônicos, nos automóveis etc.

Já no aspecto acadêmico, este trabalho traz informações importantes e novas que auxiliará outros pesquisadores no desenvolvimento de soluções de automação residencial.

No Brasil há pouco material sobre o assunto: apenas o livro “Residências Inteligentes”, de Bolzani (2004) é dedicado exclusivamente ao tema e utilizado por muitos estudantes com projetos voltados à automação residencial. Outros livros abordam aspectos particulares direcionados à eletrônica, automação comercial ou programação de microcontroladores.

Até mesmo as empresas e profissionais certificados da área de automação residencial são relutantes em fornecer aos estudantes e pesquisadores informações mais aprofundadas sobre as soluções que comercializam, como uma maneira talvez de restringir a entrada de possíveis novos concorrentes nesse mercado em expansão.

Nesse trabalho, o objetivo geral é apresentar um framework que poderá ser utilizado na construção de sistemas de automação residencial com interface para a Internet. O objetivo específico é apresentar o levantamento e análise das principais tecnologias de automação residencial existentes e as principais tendências.

No levantamento bibliográfico, foi realizada uma pesquisa nos bancos de teses da USP e da UNICAMP bem como na CAPES e outras instituições. Alguns pesquisadores abordaram aspectos de tecnologias particulares tratadas individualmente, comparativos entre tecnologias e modelos de aplicações prediais e arquitetônicas.

Parmeggiani (2003) compara dois middlewares¹ usados em automação residencial para garantir maior capacidade de conexão e intercâmbio de dados entre os dispositivos e, conseqüentemente, padronização: Jini, da Sun Microsystems e Universal Plug and Play (UPnP), de um consórcio de empresas liderado pela Microsoft. O estudo é feito através do desenvolvimento de um protótipo e da definição de um conjunto de métricas. Os resultados obtidos são comparados, apresentados e analisados, contribuindo com subsídios para outros pesquisadores.

Neves (2002) estudou alguns edifícios inteligentes da Cidade de São Paulo enfatizando as tecnologias utilizadas, sejam elas equipamentos e materiais ou serviços permitidos pelos sistemas de automação instalados. No trabalho, foi feita uma explanação dos aspectos arquitetônicos, urbanísticos, características dos sistemas e serviços de automação predial e de gestão tecnológica e empresarial de quatro edifícios.

Pereira (2006) estudou adoção de tecnologias de rede de controle, especificamente com a tecnologia LonWorks, em casas de vegetação, envolvendo aspectos de controle e distribuição da inteligência, crescimento incremental, flexibilidade e custos. Nesse trabalho foram analisadas vantagens e desvantagens do uso da tecnologia de automação descentralizada LonWorks em relação às centralizadas.

Souza (2004) enfoca em seu trabalho a automação predial. Procurou fornecer informações para análise destinadas a profissionais e estudantes da área de Construção Civil para emprego de equipamentos de automação predial ou industrial

¹ Middleware é um programa de computador que faz a mediação entre outros programas. É utilizado para mover informações entre programas ocultando do programador diferenças de protocolos de comunicação, plataformas e dependências do sistema operacional.

para controle e supervisão de áreas específicas do edifício e seus sistemas prediais. Através de um estudo de caso, efetuou a descrição dos principais sistemas prediais possíveis de serem automatizados em um edifício efetuando uma análise comparativa entre os sistemas convencionais e baseados na automação de processos.

Para adquirir a base técnica necessária à essa pesquisa, foi feito um aprofundamento de conhecimento nas áreas de automação residencial, sistemas microcontrolados e programação de computadores em Java, através da participação nos seguintes cursos:

- Integração de sistemas de automação residencial, ministrado e certificado pela Associação Brasileira de Automação Residencial (AURESIDE);
- Controle de dispositivos com microcontroladores da linha PIC ministrado on-line através da Internet no site www.rogercom.com;
- Programação em Java ministrado pelo Instituto Brasileiro de Tecnologia Avançada (IBTA).

Para definir o conjunto de requisitos apresentado no framework do Capítulo 3, foi necessário conhecer as características das principais soluções de automação residencial existentes e também o que possíveis usuários esperam desses sistemas. O curso de integração de sistemas de automação residencial e as visitas realizadas ao show room das principais empresas de automação residencial da cidade de São Paulo permitiu o contato com diversos especialistas na área e a obtenção das informações necessárias sobre as soluções existentes. Já a aplicação de um questionário a uma amostra de 140 pessoas permitiu analisar os desejos e variáveis importantes que possíveis clientes consideram para a aquisição de sistemas de automação residencial.

Para complementar, foi realizado o levantamento bibliográfico, o fichamento e a leitura de diversas obras, além da participação em fóruns de discussão na Internet, conferências e exposições.

Como resultado desse trabalho de pesquisa é apresentada essa dissertação dividida em cinco capítulos. No primeiro capítulo são apresentadas informações sobre automação residencial, incluindo as principais tecnologias comercializadas no Brasil e suas características; no segundo capítulo são apresentadas informações sobre padrões e frameworks com o uso da UML; no terceiro capítulo é apresentada a estrutura do framework proposto; no quarto capítulo é apresentado o estudo de uso aplicando o framework e no quinto capítulo as considerações finais e indicações para novas pesquisas.

1. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Durante anos foi possível observar uma acelerada evolução tecnológica, impulsionada pelo desenvolvimento da informática, e nos últimos anos, da Internet. Observou-se a evolução dos sistemas de telecomunicação com ou sem fio tornando acessível e popularizando o uso de linhas telefônicas residenciais e celulares, da eletrônica digital nos automóveis tornando-os mais inteligentes e econômicos, dos eletrodomésticos e computadores tornando-os menores, mais inteligentes e otimizando seu funcionamento e consumo de energia, da medicina, na cura e prevenção de doenças que no passado mataram milhões de pessoas etc. A ciência evoluiu em um ritmo jamais visto antes. Somente a casa não evoluiu no mesmo ritmo. Há anos as residências são construídas com os mesmos materiais, são adquiridos novos móveis, eletrodomésticos e decorações, mas o projeto continua convencional - com um sistema elétrico projetado sem intenção de comunicar com dados, voz, imagem e telecomunicações - com as mesmas tubulações de encanamento e esgoto de anos atrás e sem a preocupação com a integração para a qual caminha toda a tecnologia moderna².

O processo de construção continua artesanal por não ser possível criar uma linha de produção de casas ou edifícios devido às características particulares e peculiares de cada construção. Além disso, há perda de materiais na forma de resíduos de construção que se não tratados adequadamente ainda ajudam a degradar o meio ambiente. No Brasil, novos materiais já começam a ser usados nas construções, como o *drywall*, que apesar de oferecerem muitas vantagens em relação aos materiais convencionais, ainda encontram resistência, não do construtor que já percebe tal necessidade, mas do consumidor que não se sente seguro em adquirir uma residência com materiais não convencionais³.

Neste capítulo, além de conceitos relacionados à automação residencial, são apresentados argumentos que indicam a necessidade de quebrar paradigmas de projeto de engenharia para a adequação de soluções de automação residencial. São apresentadas também as principais soluções de automação residencial

² Informação verbal obtida no curso de formação de integrador de sistemas de automação residencial promovido pela AURESIDE.

³ Informação obtida da Professora Thais Regiani Kitzinger D'Ávila do curso técnico de Desenho da Construção Civil da Etec São Paulo.

comercializadas na cidade de São Paulo e as principais tecnologias de automação residencial com suas características, vantagens e desvantagens.

1.1 Definição de automação residencial

A automação residencial é comumente referenciada como *Home Control*, *Smarth Home*, *Intelligent Home*, *Intelligent Building*, *Domótica* e *Connected Home*. É possível observar que a maior parte as referências estão em inglês devido ao fato da maioria das pesquisas e desenvolvimento de produtos serem realizadas em países como Estados Unidos, Inglaterra e vários outros países europeus.

Independente do termo, trata-se do mesmo assunto, casa inteligente, apesar de ser discutível o uso da palavra *intelligent* para caracterizar automação, pois procedimentos automáticos não representam ações de inteligência em sua abrangência e totalidade.

Neste trabalho foi usado o termo Automação Residencial, assim conceituado por autores e especialistas:

Basicamente a automação residencial é a atuação de dispositivos nas funções de elétrica, hidráulica e ar condicionado, permitindo o uso customizado de aparelhos elétricos e garantindo economia de energia elétrica e água (BOLZANI, 2004, p. 61).

Automação residencial é o uso de equipamentos especializados que podem controlar lâmpadas, eletrodomésticos, aquecedores, e ar condicionado, e talvez perceber em que local da casa as pessoas estão. (MEYER, 2004, p. XIV).

Automação residencial é um conjunto de equipamentos microcontrolados de controle centralizado ou não, que interagem entre si através de meios de comunicação homogêneos ou heterogêneos, trocando informações e tomando decisões orientadas ao usuário para assegurar seu conforto, segurança e bem estar. Sendo assim, a automação residencial pode prover meios para controlar todos os sistemas da residência como sistema de ar condicionado e aquecimento, *home-office*, contemplando serviços de fax, rede de computadores e múltiplas linhas telefônicas, iluminação, segurança e vigilância, entretenimento, incluindo aplicações de áudio e vídeo e equipamentos domésticos; ou seja, deve prover meios de integrar as redes elétrica, de dados, de telecomunicações e de áudio e vídeo. É importante, porém, salientar que o nível de automação de uma residência será definido pelo proprietário e seus ocupantes e pode envolver apenas parte dos sistemas descritos neste parágrafo.

1.2 Desafios da automação residencial

A próxima grande disputa das empresas de tecnologia será pela automação residencial, um mercado que deve movimentar 250 bilhões de dólares nos Estados Unidos nos próximos sete anos, e um trilhão de dólares em todo o mundo no mesmo período. Gigantes como Intel, Motorola, Microsoft e Cisco estão, neste momento, empenhados em criar a casa do futuro. Mas o maior problema é exatamente este: até agora, ninguém sabe o que ela precisa ter para agradar aos consumidores (EXAME, 2005).

Para muitas pessoas automação residencial é algo supérfluo, para alguns, muito complicado, para outros, símbolo de status e modernidade e para outros mais, uma necessidade capaz de proporcionar uma melhoria da qualidade de vida por meio do aproveitamento dos recursos hídricos, elétricos e de outras fontes de energia.

Como toda nova solução tecnológica que entra no mercado, as soluções para automação residencial no Brasil estão em diferentes estágios nas várias regiões do país. Em São Paulo, já não é mais de interesse só dos entusiastas ou visionários, mas também dos pragmáticos e cidadãos comuns de classe média, devido à divulgação na mídia e à redução dos preços em função do aumento do mercado e da concorrência entre empresas.

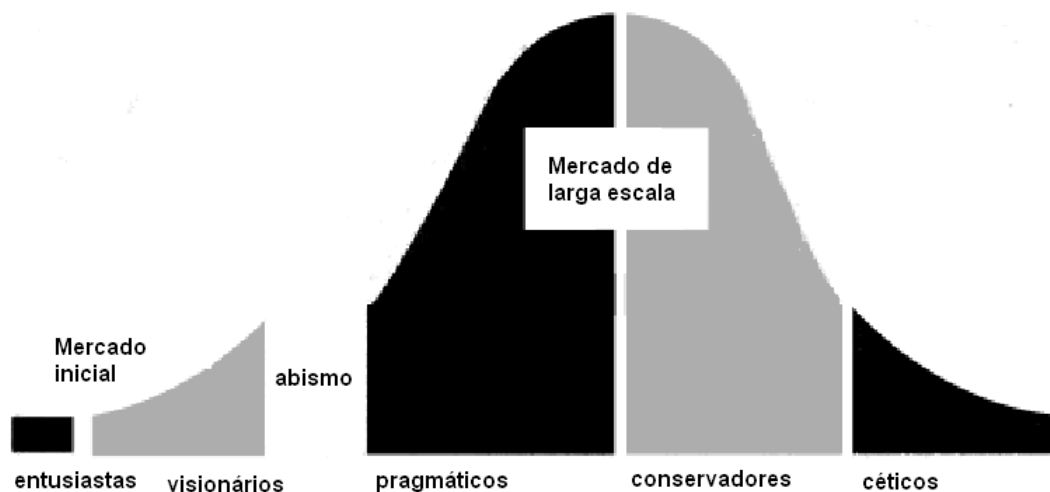


Figura 1: Marketing de produtos de alta tecnologia
 Fonte: AURESIDE, 2007

Numa análise rápida da Figura 1, observa-se que muitas tecnologias, antes mesmo de atingir os pragmáticos, podem cair no abismo e serem fadadas ao esquecimento. Observa-se também que o público de conservadores e céticos são os últimos a serem atingidos por produtos de alta tecnologia como os tratados aqui.

Apesar do aumento das aquisições de soluções de automação residencial, arquitetos e engenheiros apresentam grande resistência em envolver no projeto soluções de automação, ou por falta de conhecimento sobre o assunto ou pela necessidade de alteração no seu modo de trabalho. O engenheiro eletricista, por exemplo, terá de ser convencido a montar o projeto elétrico de forma que dispositivos como lâmpadas e tomadas controladas tenham que passar por um quadro de automação antes de chegar ao quadro elétrico. O arquiteto terá de desenvolver seu projeto deixando um espaço extra ou sala técnica para abrigar um ou mais quadros de automação e central de dados e telefonia; além disso, deve atentar aos tipos de dispositivos de automação que deverão ser fixados na parede em algumas regiões da residência. Deve-se pensar também, na fase de projeto, em deixar, dependendo do pedido do cliente, uma tubulação apropriada para o sistema de aspiração central que, apesar de não fazer parte das soluções de automação residencial de forma direta, tem sido associado e comercializado junto devido ao grande benefício que proporciona.

A automação residencial tem seus impedimentos não só por resistência dos clientes, mas dos profissionais que participam do projeto da obra, não só na fase de projeto - que é o momento mais propício para se inserir uma solução de automação residencial de forma eficiente - mas nas residências já construídas onde os problemas podem ser ainda maiores dependendo da solução escolhida. Para esses casos, chamados de *retrofitting*, soluções com comunicação sem fio evitam uma mudança radical na estrutura do imóvel residencial, mas inevitavelmente algumas paredes terão de ser quebradas para a inserção de módulos e ligação de fios ou colocação de conduítes, uma vez que a comunicação é sem fio entre os módulos, mas geralmente cada dispositivo terá de ser ligado ao quadro elétrico ou ao equipamento a ser controlado por meio de fios.

Ainda nesse capítulo, serão apresentadas com mais detalhes as alterações necessárias na estrutura do imóvel para a implantação de uma solução de automação residencial; porém, antes, um histórico com a evolução das tecnologias domésticas e da automação residencial é necessário para se tirar algumas conclusões.

1.3 Histórico da automação residencial

Para compreendermos melhor a evolução das tecnologias de automação residencial vamos analisar a evolução da tecnologia doméstica nos últimos dois séculos:

Tabela 1: Cronologia da Tecnologia Doméstica

Ano	Tecnologia
1820	Eletricidade
1876	Telefone
1940	Televisão
1960	Stereo doméstico
1989	Internet
1990	Iluminação inteligente
1995	Sistemas de entretenimento
1997	SOHO (Small Office – Home Office)
2000	Comércio eletrônico
2003	Comunicação com vídeo

Fonte: MURATORI, FORTI, OMAI, 2004

Na Tabela 1 pode ser observado que as tecnologias domésticas têm evoluído de uma forma acelerada e nos últimos anos aconteceram grandes avanços que permitem crer que muitas novidades devem surgir em um espaço de tempo cada vez mais curto.

1.4 A evolução da tecnologia na automação residencial

A automação residencial surgiu a partir da industrial no final da década de 70, quando empresas precursoras como X10 Corp e Leviton começaram a desenvolver produtos para a arquitetura residencial; porém, ao contrário do ambiente industrial, nas residências não há espaço para grandes centrais de controle nem para extensos cabamentos, o que tem impulsionado várias empresas como Cisco, Intel, Motorola, Philips entre outras a desenvolverem dispositivos dedicados ao ambiente residencial.

Posteriormente, os computadores pessoais passaram a ser usados como central de automação fazendo todo o processamento e controle da comunicação entre os dispositivos.

A partir da década de 90 acontece o grande avanço nas tecnologias de automação residencial. A utilização de controles remotos programáveis com comunicação por infravermelho ou radiofrequência tornou o controle de um sistema de automação residencial bem mais amigável e prático. Unido a isso, o surgimento e posterior barateamento da Internet banda larga aliada à evolução das telecomunicações, comunicação sem fio e a popularização do celular e dos computadores portáteis criou todas as condições necessárias para a concretização da casa conectada por meio da Internet.

A automação residencial poderia ter evoluído ainda mais não fosse pelo pouco interesse de empresas que tem tecnologia para fabricar soluções. Essas empresas foram seduzidas pelo mercado industrial, comercial e predial que demandam muitos produtos e suas vendas representam um elevado faturamento. Para atingir o mesmo lucro com consumidores residenciais o esforço deveria ser bem maior⁴.

Esse mercado predial e corporativo está cada vez mais concorrido, o que tem feito muitas empresas repensarem sua posição, até porque os produtos existentes podem atender ao mercado residencial com pequenas alterações. Além disso, o mercado residencial é bastante receptivo.

1.5 Classificação das soluções tecnológicas de automação residencial

Antes de apresentar as principais soluções para automação residencial existentes no mercado brasileiro, é importante classificar as tecnologias existentes de acordo com os níveis de automação, forma de controle e meios de comunicação.

1.5.1 Níveis de automação

Toda solução para automação residencial executa uma série de funções que podem estar integradas ou não a outras funções de outros dispositivos envolvidos no sistema.

⁴ Informação verbal obtida no curso para formação de integrador de sistemas de automação residencial promovido pela AURESIDE em 2007.

De acordo com as funções executadas, segundo Muratori et al. (2004), os sistemas de automação residencial podem ser classificados como autônomos, integrados ou complexos:

- Autônomos: projetados apenas para ligar ou desligar um subsistema ou um dispositivo específico de acordo com um ajuste pré-definido. Nesse tipo de sistema não há interação entre os dispositivos, apenas ações de liga/desliga são executadas. Cada subsistema ou dispositivo é tratado independentemente, sem que os dispositivos tenham relação um com o outro.
- Integrados: baseiam-se em uma central de automação para controlar múltiplos subsistemas integrados. Cada subsistema funciona na forma para a qual foi especificado. O processamento pode ser centralizado na central de automação ou distribuído pela rede.
- Complexos: nesses sistemas, o produto manufaturado pode ser personalizado para atender as necessidades do proprietário. O integrador em conjunto com o proprietário delineará instruções específicas para modificar o uso do produto; assim, o sistema torna-se um Gerenciador ao invés de ser apenas um controlador remoto. Esses sistemas residenciais inteligentes dependem de comunicação de mão-dupla e retro alimentação de *status* entre todos os subsistemas para um melhor desempenho; ou seja, um dispositivo recebe um sinal e devolve seu status ao sistema. A integração do sistema é feita por meio de softwares e uma infra-estrutura adequada é necessária, para sua implantação.

No mercado brasileiro, são comercializados sistemas autônomos, integrados e complexos e todos executam sua função com razoável eficiência. Um cliente pode adquirir um sistema autônomo apenas para acender ou apagar uma lâmpada automaticamente ou um sistema integrado porque deseja que, em caso de uma invasão da residência, nenhuma lâmpada se acenda e uma mensagem seja enviada para seu celular; ou ainda um sistema complexo que permita a criação de cenas envolvendo iluminação, TV/som/vídeo, persianas e outros equipamentos de diferentes fabricantes e forneça o *status* de cada dispositivo.

1.5.2 Forma de controle

Quanto à forma de controle, um sistema pode ser centralizado ou descentralizado. Essa classificação é necessária porque existe uma certa confusão em relação ao assunto, uma vez que equipamentos distribuídos com processamento descentralizado podem ter um controle centralizado em uma central de automação. Geralmente os sistemas integrados têm seu controle centralizado em uma única central de automação que comanda todos os dispositivos. Já a maioria dos sistemas complexos têm seu controle descentralizado e muitas soluções não têm a necessidade de possuir uma central de automação. Essas soluções possuem seus módulos programáveis descentralizados que permitem a execução de funções de controle e programação.

Devido ao aumento da complexidade dos sistemas de automação residencial em função do grande número de ações e variáveis, um sistema de controle centralizado tende a se tornar muito complexo, caro e lento. Sendo assim, dividir o problema em partes menores irá facilitar sua resolução além de não afetar todo o sistema no caso de uma parte parar de funcionar.

Na automação residencial as soluções mais complexas terão maior desempenho sendo controladas e programadas de forma descentralizada e essa parece ser uma tendência.

1.5.3 Meios de comunicação

Quanto à forma de comunicação entre os dispositivos, as soluções de automação residencial geralmente são cabeadas ou por radiofrequência. As soluções cabeadas podem usar cabos de dados ou a rede elétrica.

Todas as soluções serão ligadas ao quadro elétrico, portanto todas usam cabeamento. Algumas soluções cabeadas transmitem as informações usando a rede elétrica existente, outras usam um cabeamento de dados próprio que deve ser previsto no projeto da residência para evitar custosas reformas.

A Figura 2 mostra uma ligação de uma lâmpada de forma comum sem automação.

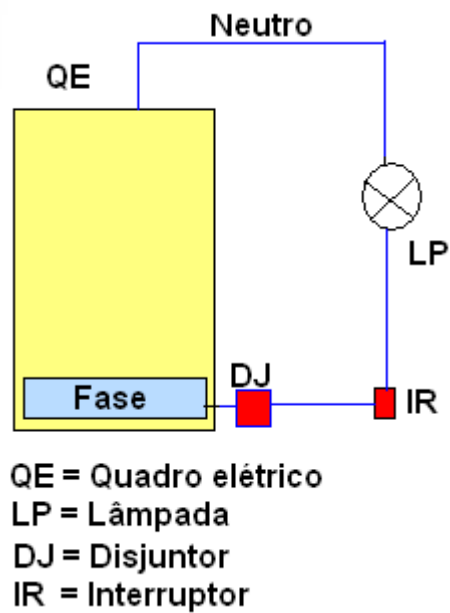


Figura 2: Ligação de lâmpada comum ao quadro elétrico sem automação

Já a Figura 3 mostra quais mudanças serão necessárias no esquema elétrico para a ligação de uma lâmpada controlada por um sistema de automação com cabo de dados.

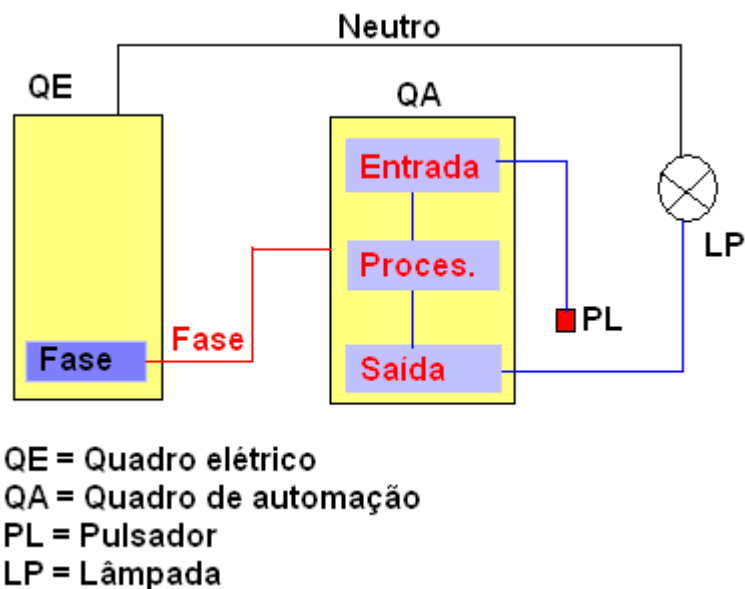


Figura 3: Ligação de lâmpada comum ao quadro elétrico com quadro de automação

Observe que no lugar de um interruptor comum, foi colocado um pulsador (PL) que quando pressionado, envia um sinal para o dispositivo de entrada do quadro de automação (QE) e esse dispositivo envia o sinal para o dispositivo de

processamento. Após a interpretação do sinal, ele o envia para o dispositivo de saída que ativa um relé fechando o circuito e ascendendo a lâmpada.

É importante perceber que todos os aparelhos que antes eram ligados diretamente no quadro elétrico num ambiente automatizado passarão pelo quadro de automação caso necessitem de alguma função automatizada. Essas ligações do quadro de automação para os aparelhos elétricos geralmente são feitas formando uma rede com topologia estrela.

Outra observação apropriada é que os dispositivos de entrada e saída podem fazer parte do quadro de automação ou podem estar separados e ligados por cabos ao quadro de automação, depende do fabricante.

Já nos sistemas com transmissão de dados por radiofrequência, o sistema de ligação é muito parecido com o sistema que usa cabeamento de dados. A diferença principal é que não há um quadro de automação e sim pequenos módulos de automação que são embutidos na parede e recebe também uma ligação do cabo neutro como mostra a Figura 4.

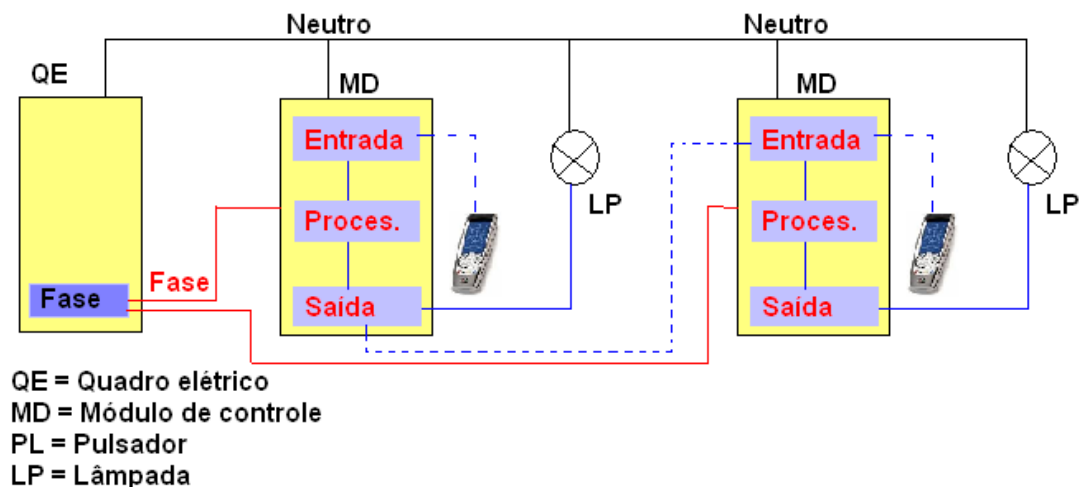


Figura 4: Controle de lâmpadas por radiofrequência

É possível observar que em lugar do pulsador é usado um controle remoto. A troca de dados entre o controle remoto e o dispositivo de entrada é por radiofrequência, assim como entre os módulos de controle. Um módulo de controle pode transmitir o sinal a outro, caso no processamento do sinal seja verificado que uma segunda lâmpada deve ser ligada ou desligada. Esses módulos de controle funcionam também como pontos de retransmissão de informações, o que cria uma rede com topologia em forma de malha em que todos os módulos se comunicam

com todos ao seu alcance (cerca de 30 m) tornando a comunicação bastante eficiente como mostra a Figura 5.



Figura 5: Rede com topologia em forma de malha

Fonte: Z-WAVE, 2006.

Segundo Dristas (2005), redes de malha permitem maior confiança nos comandos de controle por introduzir redundância; comandos repetindo em mais de um caminho asseguram sucesso no caso de outro caminho sofrer interferência.

Redes com topologia em forma de malha também estão sendo usadas na nova tecnologia de comunicação sem fio de uso geral denominada WiMesh e estão surgindo com a promessa de revolucionar a forma de comunicação sem fio existente, já que esse tipo de rede, segundo Gouveia (2006), podem utilizar os sistemas sem fio WiFi, WiMAX ou cabos, para conectar usuários com velocidades de 54 Mbps e alcance maior que a tecnologia WiFi. WiMAX é um padrão de transmissão que difere do WiFi principalmente porque pode alcançar distâncias e velocidades muito maiores, com limites de 50 Km e 75Mbps, respectivamente. Assim, o WiMAX pode cobrir localidades de grandes dimensões. Quando usado em conjunto com o WiMesh pode conectar pessoas usando as várias tecnologias de comunicação existentes. Essas novas tecnologias sem fio de longo alcance também trazem a perspectiva de levar a Internet a áreas rurais e assim contribuir para a inclusão digital além de baratear o uso da Internet de banda larga. Sistemas de automação residencial de comunicação sem fio também poderão ser conectados nessas redes.

Nessa pesquisa os sistemas residenciais de comunicação sem fio foram apontados por especialistas como a tendência para o futuro das redes residenciais por sua facilidade de instalação e adaptação; mas mesmo na implantação desses sistemas serão necessárias mudanças significativas, tanto no projeto arquitetônico,

como elétrico e por isso algumas considerações serão feitas no próximo tópico sobre a escolha da solução.

1.6 A escolha da solução

Para residências já construídas, as opções com comunicação por radiofrequência representam boas soluções, uma vez que as alterações estruturais serão menores. Já para residências em fase de projeto, existem boas soluções cabeadas que garantem maior confiabilidade e segurança.

Mesmo que não haja a intenção imediata de adquirir uma solução de automação residencial, é importante já deixar a estrutura do imóvel preparada para evitar alterações estruturais futuras. Uma casa construída tendo como base uma infra-estrutura com conceitos antigos rapidamente será considerada ultrapassada. Aspectos relativos à implantação de um sistema de aspiração central, também devem ser considerados no projeto, uma vez que necessita de uma tubulação especial. Na Europa, sistemas de aspiração central já existem há mais de 50 anos o que não acontece no Brasil por uma questão de conceito⁵.

Outros aspectos em fase de projeto também devem ser considerados levando em consideração o aproveitamento adequado dos recursos elétricos. É importante projetar o imóvel para aproveitar a luz natural por meio do posicionamento e aumento no tamanho das janelas, já que as soluções de automação residencial têm como uma das preocupações a redução no consumo de energia. Uma boa ajuda também vem de um bom projeto.

Apesar da importância de se inserir espaço para uma solução de automação residencial no projeto da residência, com relação ao cabeamento e à definição dos tipos de equipamentos de automação residencial, os projetos ainda deixam muito a desejar. Na maioria dos casos, as soluções de automação são inseridas no decorrer da obra, quando não apenas ao seu final, o que compromete não só o orçamento final, mas também prejudica o aproveitamento ideal dos recursos de automação.

Antes de construir é importante que o engenheiro civil, o arquiteto, o engenheiro eletricista e um profissional certificado em automação residencial se reúnam para definir os requisitos para que a obra atenda às necessidades de todos

⁵ Informação obtida na apresentação da empresa Aertecnica – especializada em aspiração central - no curso de Integrador de Sistemas de Automação Residencial, ministrado pela Associação Brasileira de Automação Residencial (AURESIDE).

e permita a inclusão do projeto de automação. Um outro aspecto que pode ser discutido nesse momento é o enquadramento da obra nas normas do *Green Building* (Construção Sustentável).

Construção Sustentável (Green Building) é a edificação ou espaço construído que teve na sua concepção, construção e operação o uso de conceitos e procedimentos reconhecidos de sustentabilidade ambiental, proporcionando benefícios econômicos, na saúde e bem estar das pessoas (CASADO, 2008, p.12).

Segundo Casado (2008), uma construção sustentável deve prover entre outras coisas:

- Maximização as áreas abertas e ajardinadas;
- Implantação de sistema de retardo para água de chuva;
- Reutilização da água da chuva e de condensação do ar condicionado para irrigação e torres de resfriamento;
- Uso de vegetação e pintura refletiva para redução do efeito de ilha de calor;
- Controle da poluição luminosa provocada pelo empreendimento;
- Redução do consumo de água potável;
- Consumo exclusivo de água de reuso para irrigação e lavagem;
- Água de condensação para uso na torre de refrigeração;
- Uso de louças de baixo consumo;
- Uso de metais de baixo consumo (automáticos);
- Não utilização de gás CFC no sistema de ar condicionado;
- Sistema de otimização do uso da energia elétrica na residência (automação residencial);
- Utilização de equipamentos de ar condicionado de longo ciclo de vida que minimizam a emissão de gases de efeito estufa;
- Implantação de sistema de automação para medição individual dos consumos de eletricidade e ar condicionado;
- Implantação de sistema de coleta e disposição de materiais recicláveis;
- Uso de materiais reciclados durante a construção;
- Uso de materiais produzidos na região do empreendimento durante a construção;
- Uso de madeira certificada;

- Projeto provendo iluminação natural e vista externa para a maior parte dos ocupantes;

1.7 A infra-estrutura de um projeto envolvendo automação

Um projeto de automação residencial possui infra-estrutura física e infra-estrutura lógica.

A infra-estrutura física corresponde a todos os materiais palpáveis envolvidos em um projeto de automação residencial. É composta por quadros de distribuição, conduítes, cabeamento, hubs, estabilizadores e equipamentos de centrais de automação. É sobre essa infra-estrutura que o arquiteto, o engenheiro eletricitista e o integrador de sistemas de automação têm que entrar em consenso no desenvolvimento do projeto da obra.

Já a infra-estrutura lógica é composta pelos softwares de comunicação, pela programação das centrais de automação ou módulos e os protocolos de comunicação.

1.8 Protocolos de comunicação

Protocolo é um conjunto de regras e padrões que permitem a comunicação entre sistemas.

Protocolo é um conjunto de padrões de comunicação. No contexto de telecomunicações, protocolo é um conjunto formal de convenções que regulam o formato e o sincronismo da troca de mensagens entre dois sistemas de comunicação (BOLZANI, 2004. p. 8).

Todas as soluções que serão discutidas a seguir usam uma linguagem própria entendida pelo dispositivo que envia e pelo dispositivo que recebe os sinais na comunicação. Essa linguagem estabelece regras de comunicação ditando como e quais termos serão reconhecidos, como os erros serão informados e como serão as transações de conversação. Essa linguagem é o protocolo de comunicação.

Um dos protocolos mais antigos para a área residencial é o X10, desenvolvido para as tecnologias de mesmo nome na década de 70.

Para Maikovski (2006), o sistema X10 original foi uma invenção patenteada que permitiu enviar sinais eletrônicos pelo sistema da rede elétrica para controlar remotamente luzes e eletrodomésticos. Meyer (2004) complementa que X10 é um

protocolo de comunicação que usa a rede elétrica existente e que muitas pessoas não vêem sua rede elétrica como uma rede por ter uma topologia incomum.

Muitas empresas que oferecem soluções de automação residencial ainda utilizam um protocolo de comunicação baseado no X10. É o caso da Insteon, da Enikia, a Intellon Co e a Inari Powerline Technology. Muitas dessas empresas utilizam uma arquitetura de rede para seus produtos baseada no modelo Open Systems Interconnection (OSI).

As soluções que usam comunicação sem fio utilizam protocolos definidos pelo Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) como os 802.11, 802.11a, 802.11b e o 802.11g. O IEEE popularizou a tecnologia que conhecemos como Wireless Fidelity (Wi-Fi) IEEE802.11, amplamente usada em redes de computadores e também no ambiente residencial. Outros protocolos também são usados, como o Bluetooth, HomeRF etc.

O HomeRF foi, por muitos anos, o principal concorrente do IEEE WI-FI em soluções residenciais de transmissão de dados sem fio; porém, em 2003 o Home RF Working Group, um grupo de mais de 100 empresas que desenvolviam esse padrão se desfez.

Apesar de existir um grande número de protocolos de comunicação abertos e amplamente divulgados e conhecidos, a grande maioria das empresas que desenvolvem soluções para automação residencial desenvolvem protocolos de comunicação próprios para garantir o diferencial de sua tecnologia e impedir a criação não autorizada de produtos que se comuniquem com sua tecnologia. ZWave, ZigBee, LonTalk e Insteon são alguns exemplos. Insteon é anunciado como o X10 melhorado tanto em nível de segurança como de resistência a ruídos na rede elétrica. Segundo Meyer (2004), Insteon combina a comunicação por radiofrequência com rede elétrica e suporta a comunicação via USB e conexões Ethernet podendo também ser combinado com dispositivos X10 por possuir compatibilidade.

Por um lado esse grande número de protocolos de comunicação coloca no mercado um grande número de opções com características diferenciadas. Por outro lado, impede a criação de um protocolo de comunicação padrão, amplamente adotado que permita aos fabricantes desenvolverem seus produtos para se comunicar com outros permitindo interoperabilidade.

Essa inexistência de um protocolo padrão faz com que as tecnologias existentes no mercado tenham que criar interfaces para se comunicar com produtos de outros fabricantes o que compromete o desempenho das soluções de automação residencial.

Como promessa para resolver esse problema, existe a tendência para uma convergência IP ilustrada pela Figura 6.



Figura 6: Convergência IP
Fonte: FERRAZ, 2005

A cada dispositivo da rede residencial é atribuído um número IP e esse dispositivo se comunica por um protocolo padrão, universal. Já é uma realidade em sistemas de monitoramento residencial o uso de câmeras IP; no entanto, seu alto preço ainda inviabiliza o uso na maioria das vezes.

É possível observar na tendência apresentada por meio da Figura 6 que cada vez mais os sistemas de automação residencial serão unidos às redes de computadores integradas por meios de comunicação heterogêneos. Esse cenário é propício para a disseminação da computação pervasiva. No cenário da computação pervasiva, as pessoas serão rodeadas por tantos computadores que irão interagir com eles - mesmo sem perceber -, por meio de interfaces cada vez mais amigáveis.

1.9 Integração de sistemas

Dentro de uma residência existem muitos subsistemas e dispositivos que podem ser automatizados. Já existem produtos fabricados com inteligência própria embutida, os chamados *embedded systems*, que enviam informações para a rede residencial.

Os principais subsistemas são os de climatização, gerenciamento de energia, entretenimento, dispositivos elétricos e utilidades, alarmes, monitoramento e inspeção, comunicações e computação/Internet.

Cada um desses subsistemas podem ser integrados a rede de automação residencial e ter suas funções e dispositivos automatizados como mostrado abaixo:

- Climatização: funções de aquecimento e resfriamento, ventilação, umedecimento do ar, aquecimento de água e medição de temperatura.
- Gerenciamento de energia: monitoração do consumo de energia e controle do consumo de energia.
- Entretenimento: TV por assinatura, som ambiente, CD, home theater, DVD, A/V externo, CFTV etc.
- Controle de dispositivos e utilidades: iluminação, portas e portões, persianas e cortinas, aparelhos domésticos, ventiladores, irrigação do jardim, piscinas, sistemas de abastecimento de água, bombas e filtros etc.
- Alarmes: sensor de movimento, sensor de vibração, sensor de fumaça, sensor de calor, sensor magnético para portas e janelas, sensor de vazamento de gás, sensor de vibração, sensor de entrada/saída de veículos etc.
- Monitoramento e inspeção: câmeras com acesso local ou pela Internet e gravação das imagens.
- Comunicações: telefone, correio de voz, intercomunicação, fax, identificador de chamadas, notificação de chamadas, secretária eletrônica e vídeo conferência.
- Computação e Internet: multimídia, televisão, lista de compras, pagamento de contas, banco de dados doméstico, agenda diária, correio eletrônico, jornal, previsão do tempo, informações comerciais, investimentos etc.

Em meio a tantos subsistemas, para criar uma rede residencial controlada por uma central de automação é necessário soluções híbridas envolvendo várias tecnologias e interfaces para ligar as diversas tecnologias de fabricantes diferentes. Esse trabalho necessita de um tipo de profissional especializado chamado de integrador de sistemas residenciais.

Os Integradores de sistemas residenciais não são apenas profissionais de TI com conhecimento de redes domésticas; eles são consultores que entendem tanto das disciplinas tradicionais de instalações residenciais como de todas as novidades tecnológicas deste contexto (AURESIDE, 2007).

Esse profissional deve saber definir os tipos de cabos, as rotas de cabeamento, caixas de passagem, pontos de automação, os tipos de equipamentos e sua localização na planta do imóvel, o software a ser utilizado, os equipamentos acionadores, controladores e receptores, as interfaces necessárias e, não obrigatoriamente, as normas internacionais que abordam aspectos de automação residencial como a norma da Eletronic Insustries Alliance / Telecommunications Industry Association (EIA/TIA 570 B) que trata do cabeamento estruturado residencial.

Integrar um sistema de automação residencial é escolher a melhor solução e isso geralmente vai levar à utilização de sistemas e equipamentos híbridos de vários fabricantes e à utilização de mais que um meio de transmissão. Por exemplo, um sistema com cabeamento estruturado possibilita maior desempenho; no entanto, há pontos em que a comunicação sem fio é necessária por ser difícil ou impossível passar cabos.

1.10 Principais tecnologias de automação residencial

No Brasil existem muitas empresas que atuam no comércio e instalação de redes residenciais de automação. As informações apresentadas nesse tópico são resultantes da visita a show room das principais empresas de automação residencial da cidade de São Paulo e da participação no curso para formação de integrador de sistemas residenciais promovido e ministrado pela Associação Brasileira de Automação Residencial (AURESIDE). Nesse curso foram apresentadas palestras de alguns dos principais especialistas na área, e demonstrados produtos das principais empresas de automação residencial do Brasil.

São apresentadas as tecnologias das marcas Insteon, comercializadas pela empresa DK Sistemas; Z-Wave, comercializada pela empresa Segatto; Home Works Lutron comercializada por sua filial no Brasil, a Lutron Eletronics; LonWorks comercializada pela empresa P2P localizada na incubadora de empresas do IPEN-USP; Install Heading comercializada pela Heading Produtos e Serviços Ltda; IHC (Intelligent Home Control), comercializada pela Schneider Electric; X10 e ZigBee sem representantes encontrados.

Insteon é uma tecnologia para automação residencial cujos dispositivos são importados da empresa americana SmartHome. Essa tecnologia usa um protocolo de comunicação plug-and-play de mão dupla, considerado uma evolução do X10 – protocolo que usa a rede elétrica para o transporte de dados entre os dispositivos - com a diferença de ter um controle maior do sinal para garantir que um comando não apague, por exemplo, a luz da casa do vizinho. Cada equipamento tem um endereço para o qual o sinal é direcionado. Este equipamento recebe o sinal e encerra seu trajeto. O protocolo de comunicação do Insteon também não permite o desvio ou perda do sinal por oscilações na rede elétrica devido, por exemplo, ao acionamento de um liquidificador ou furadeira elétrica. O transporte de dados também pode ser por radiofrequência. Essa comunicação ainda não é tão segura porque interferências como de um microondas podem não permitir que o sinal atinja seu destino com eficiência.

A radiofrequência da tecnologia Insteon trabalha em uma frequência entre 902-924 MHz, atingindo uma distância de 150 pés, enquanto a transmissão por rede elétrica é capaz de funcionar com 110 ou 220 volt (DRITSAS, 2005, p. 50).

Os sistemas da Insteon possuem controladores programáveis que são acoplados à parede e possuem botões ou telas sensíveis ao toque com as funções de identificação do ambiente, liga/desliga e controle de intensidade da iluminação com programação de cenários. Todas as funções também podem ser centralizadas em um PC e controladas por um software proprietário da própria SmartHome.

Z-Wave é uma tecnologia desenvolvida especialmente para automação residencial por uma empresa dinamarquesa. Essa tecnologia é considerada por Bolzani (2004) uma das tendências para sistemas de automação residencial.

Z-Wave, desenvolvida e autorizada por uma companhia conhecida como Zensys, é um protocolo de comunicação completamente sem fios que usa uma largura de banda estreita para enviar comandos de controle e, potencialmente, dados secundários (informações do tempo etc.). Não tem largura de banda o bastante para transmissão de áudio ou vídeo (DRITSAS,2005, p. 52).

Segundo Soper (2005), o protocolo Z-Wave permite comunicação de mão dupla – envio e recebimento de sinal – e não são compatíveis com dispositivos X10. Hoje trabalham no desenvolvimento da tecnologia gigantes como Intel e Cisco. Equipamentos que usam esse protocolo consomem pouca energia elétrica e permitem muita flexibilidade. A qualquer momento o usuário pode adquirir novos dispositivos com chip Z-Wave e conectá-los a rede de automação doméstica sem qualquer complicação. A rede Z-Wave, com topologia em forma de malha, pode ter até 232 dispositivos colocados a uma distância máxima de 30m. Qualquer empresa que quiser fabricar algum equipamento que se comunique por meio do protocolo Z-Wave pode se associar ao grupo de empresas colaboradoras que ajudam a manter e desenvolver a tecnologia Z-Wave. Ao se associar, a empresa recebe um kit básico e informações sobre o protocolo e sobre como colocar o chip Z-Wave em seu produto. Como exemplo, uma empresa que fabrica ventiladores pode colocar o chip Z-Wave em seu produto para que este seja integrado à rede de automação doméstica usando seu protocolo.

O controle do sistema é descentralizado, com cada equipamento dotado de um chip Z-Wave com capacidade de processamento e memória e passível de programação. O chip Z-Wave é a inteligência do sistema e escolhe a melhor rota para o transporte de dados para outros dispositivos. Assim, um comando pode ser passado de ponto em ponto até chegar ao destino, aumentando o alcance da comunicação. Cada chip possui um endereço na rede e quando um comando é disparado ele é direcionado a um endereço específico.

Dispositivos Z-Wave podem ser dimerizadores para lâmpadas, dispositivos de tomada para ligar/desligar eletroeletrônicos etc. Um controle remoto é usado como interface com o usuário para captar os endereços dos dispositivos e configurar suas funções. Por esse controle é possível criar cenas para os ambientes, como por exemplo, para romance, para trabalho, para reunião etc. Por exemplo, em uma cena para romance, as luzes diminuem a intensidade, algumas delas se apagam, o

aparelho de som é ligado com uma música em um volume adequado, as persianas são baixadas e a porta é travada.

Durante o uso dessa tecnologia, os dispositivos aprendem os melhores caminhos para a troca de informações; assim, um comando como desligar todas as luzes num primeiro momento pode demorar um minuto e uma semana depois dez segundos, pois as rotas para as informações foram otimizadas.

Apesar da tecnologia Z-Wave ser uma solução interessante 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, a solução Z-Wave começa a ficar mais cara que um sistema cabeado. Por exemplo, para controlar cinco persianas no sistema Z-Wave será necessário cinco dispositivos de persiana. Já em um sistema cabeado, um dispositivo de persiana pode ter saídas para as cinco persianas.

A HomeWorks Lutron é uma tecnologia com aplicação especializada em iluminação, incluindo controle de intensidade da iluminação; no entanto, oferece produtos para controle de persianas e interfaceamento para controle de equipamentos de fabricantes diversificados, como DVDs, TVs, aparelhos de som, sistemas de segurança etc. O transporte de dados entre os dispositivos pode ser por cabeamento ou radiofrequência e o protocolo de comunicação é da própria Lutron. O controle do sistema é descentralizado, mas pode também ser centralizado para atender necessidades individuais dos consumidores. Esta tecnologia é uma das mais caras, mas apresenta um *design* refinado nos produtos e motores potentes para controle de persianas sem nenhum ruído.

A tecnologia LonWorks utiliza o transporte de dados por cabeamento e tem controle descentralizado. LonWorks é uma tecnologia desenvolvida pela empresa Echelon Corporation. Equipamentos com essa tecnologia possuem microcontrolador chamado Neuron que suporta o protocolo de comunicação LonTalk implementado sobre o modelo de referência OSI. Essa tecnologia é muito utilizada na automação predial e também está avançando na área residencial.

O problema principal da tecnologia LonWorks é a baixa interoperabilidade entre equipamentos de fabricantes diferentes na rede. Além disso, os dispositivos LonWorks são importados e caros. O credenciamento e supervisão dos fabricantes é feito por uma organização denominada LonMark.

A linha de produtos Install Heading é uma tecnologia voltada para a automação predial, mas aplicável à automação residencial. É uma tecnologia desenvolvida no Brasil que usa cabeamento estruturado, de controle centralizado que permite gerenciar, supervisionar e integrar localmente ou à distância os vários subsistemas de uma residência. A interface com o usuário pode ser por meio de um controle remoto ou computador de mão.

A desvantagem dessa tecnologia é que a programação dos dispositivos é feita por meio de um computador usando um software dedicado chamado CPSW-1, o que deixa o usuário preso a um profissional para dar manutenção no sistema.

A tecnologia Intelligent Home Control (IHC) é uma tecnologia que usa cabeamento estruturado e controle centralizado e permite controlar diversos subsistemas da residência por meio de controle local e remoto infravermelho, ou à distância por meio da internet, telefone comum e celular. A programação das funções de automação pode ser alterada ou ampliada a qualquer momento. Assim como a maioria das tecnologias, o sistema é modular podendo ser implantado por etapas.

A tecnologia X10 foi desenvolvida nos anos 70 pela Pico Electronics, na Escócia e até hoje é muito utilizada. Usa um protocolo de comunicação de mão única – apenas envia - que se comunica pela rede elétrica existente. Uma de suas limitações é de operar apenas funções simples tipo liga/desliga e controle de intensidade da iluminação.

Por se tratar de produtos relativamente baratos e de fácil instalação e aplicação, em muitos países, equipamentos que usam a tecnologia X10 são comercializados livremente em casas que vendem materiais para construção.

Na cidade de São Paulo não foi encontrada nenhuma empresa especializada na comercialização de produtos com a tecnologia X10.

Zigbee é uma tecnologia desenvolvida por um grupo de empresas como a Honeywell, Philips, Samsung, Motorola, Cisco Systems, Eaton, Crestron, Legrand, LG, NEC, Epson e Texas Instruments que tem como principal característica o baixo consumo de energia, já que os módulos podem funcionar por cerca de seis meses apenas com pilhas comuns. O transporte de dados é via *wireless* e o controle é descentralizado. Utiliza um protocolo de comunicação de mão dupla próprio com o mesmo nome. A topologia de rede é em forma de malha, semelhante a Z-Wave.

ZigBee cria uma rede em forma de malha onde dispositivos trabalham juntos para enviar dados. É uma rede wireless (RF) de baixa largura da banda com tecnologia de controle de rede que opera no padrão de 802.15.4, e tem 26 frequências que podem ser escolhidas nesta banda. Quando a rede é montada, escolhe o canal mais tranquilo que achar estabelece a comunicação naquele canal. A rede também tem a habilidade, sem intervenção de operador de mudar de canal (DRITSAS, 2005, p. 51).

Na cidade de São Paulo não foram encontradas empresas que comercializam produtos com essa tecnologia.

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

A tecnologia ZigBee é indicada por Bolzani (2004) como a grande concorrente da tecnologia Z-Wave por permitir maior velocidade na transmissão dos dados via *wireless*. Essa tecnologia, ao contrário da Z-Wave, ainda possui poucos fabricantes credenciados para fabricar produtos com chip ZigBee e usar seu protocolo de comunicação. Isso se deve ao fato de ainda estar em fase de desenvolvimento. Estudos estão sendo realizados utilizando-se o chip ZigBee no Laboratório de Automação Residencial da POLI-USP (LAR)⁶.

Nessa pesquisa foi observado que a tecnologia que consegue envolver o maior número de empresas fabricando aparelhos com seus chips - o que permite a comunicação com seu protocolo - ganha uma enorme vantagem em relação às outras por evitar o desperdício de equipamentos e a queda do desempenho causada pela criação de interfaces de comunicação.

Muitas dessas empresas aplicam nas soluções residenciais as mesmas tecnologias das soluções prediais ou comerciais com pequenas ou nenhuma alteração, o que causa a necessidade de adaptações nem sempre com bons resultados. Sendo assim, empresas que desenvolvem soluções especialmente voltadas para o mercado residencial conseguem melhores resultados com as tecnologias que comercializam.

⁶ Informação verbal recebida de Caio Augustus Bolzani no curso de Integrador de Sistemas de Automação Residencial.

1.11 Números da automação residencial

A Associação Brasileira de Automação Residencial divulgou, no curso para Integrador de Sistemas, dados de pesquisas realizadas pela associação juntamente com sua rede de integradores e empresas credenciadas.

A primeira pesquisa mostra o perfil do consumidor de sistemas de automação residencial.

- Casal com formação universitária e filhos adolescentes;
- Renda anual familiar acima de U\$ 75 mil;
- Faixa etária de 35 a 44 anos;
- Envolvidos em múltiplas atividades e viajam muito.

A segunda pesquisa mostra o interesse do consumidor em ter uma casa conectada por meio de produtos de automação residencial. A Associação não informou o tamanho da amostra.

- 48% desinteressados;
- 25% propensos a adotar;
- 17% desejam adotar;
- 10% indecisos.

A última pesquisa divulgada foi um orçamento da seguinte solução de automação residencial a algumas empresas representantes das tecnologias apresentadas:

- Três lâmpadas controladas (com função liga/desliga);
- 13 lâmpadas controladas que permitem controle de intensidade da iluminação;
- Quatro tomadas controladas (com função liga/desliga);
- Um lift com função (subir/descer);
- Duas cortinas (com função abre/fecha);
- Um tela (projektor).

É importante ressaltar que o orçamento apresentado abaixo envolve apenas os módulos que permitem o controle dos dispositivos e não os dispositivos propriamente ditos.

Tabela 2: Orçamento de uma solução de automação residencial

Tecnologia	Valor
Install Heading	R\$ 9.833,66
Z-Wave	R\$ 8.399,00
Insteon	Não quis se manifestar
HomeWorks Lutron	R\$ 19.000,00 a R\$ 52.000,00

Pode ser observado que as variações de preços são elevadas devido às particularidades da tecnologia em questão e ao público que cada empresa pretende atingir.

Em muitos casos, nas residências em fase de projeto, segundo a AURESIDE, muitas empresas cobram de 3% a 4% do valor da obra em automação sendo que deste percentual, 10% é relativo ao projeto, 60% relativo aos dispositivos e 30% relativo à mão-de-obra.

1.12 Aspectos sociais da automação residencial

Apesar de uma solução para automação residencial melhorar consideravelmente a qualidade de vida dos usuários na medida em que realiza os deveres repetitivos da residência e permite uma maior personalização do ambiente, não é só na busca do conforto que estão centrados os esforços para o desenvolvimento de residências inteligentes.

Os motivos que impulsionaram a expansão das atividades de automação residencial foram principalmente a procura por fórmulas para a economia de energia, juntamente com a administração eficaz de seu consumo, além da grande redução nos custos dos equipamentos de informática (NEVES, 2002, p. 15).

Segundo Mackenzie (1991):

O Comitê Mundial para o Desenvolvimento do Meio Ambiente definiu, em 1987, que desenvolvimento sustentável significa suprir as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das próximas gerações suprirem as necessidades de seu tempo.

Analisando as duas citações anteriores é possível concluir que é necessário incorporar no planejamento de uma residência não apenas os fatores econômicos, mas também as variáveis sociais e ambientais, considerando as conseqüências dessas ações em longo prazo para as próximas gerações.

Apesar de muitos especialistas e pesquisadores afirmarem que a automação residencial proporciona economia de energia elétrica por meio do controle da intensidade da iluminação, sensores de luminosidade e presença, botões que apagam todas as luzes da casa, cenários de iluminação e aproveitamento de energia solar, é importante esclarecer alguns pontos.

Automação residencial implica a instalação de novos dispositivos consumidores de energia elétrica, como módulos de controle, módulos de entrada e saída, *no-breaks*, servidores para acesso à Internet vinte e quatro horas por dia etc. Além disso, as soluções existentes usam o controle de intensidade da iluminação geralmente em lâmpadas incandescentes que consomem mais energia elétrica que lâmpadas fluorescentes. O controle da intensidade da iluminação em lâmpadas fluorescentes já é possível; no entanto, usam um reator especial com preço ainda impeditivo.

É importante salientar que não é possível afirmar que soluções de automação residencial implicam necessariamente a redução do consumo de energia elétrica sem um estudo mais aprofundado e independente de interesses comerciais.

De qualquer forma, a preocupação com o consumo de energia deve entrar no projeto da residência, como é feito por lei em alguns estados americanos. Nesses estados, os projetos de engenharia devem realizar simulações para enquadrar o projeto na quota de consumo permitida por metro quadrado de construção. Essa quota é definida por órgãos reguladores. Por esse motivo, a maioria dos projetos de residências americanos já incorpora projetos de automação residencial para atender as normas legais⁷. No Brasil não existe este controle por órgãos governamentais; no entanto, nos últimos anos têm crescido a preocupação e as discussões em torno do desenvolvimento sustentável e do uso racional de recursos.

Segundo Mothci (2006), Roberto Adams, da HomeSystems - empresa fabricante de componentes eletrônicos de Porto Alegre - em uma palestra no 1º Fórum Mazer de Tecnologia, realizado em três de outubro de 2006 em Curitiba, a automação residencial é responsável por uma redução de 10% a 15% nos gastos de energia elétrica por meio do controle da iluminação, calefação etc.

Para Bolzani (2004), a redução do consumo de energia elétrica em uma residência pode ser alcançada por meio da utilização de programas de

⁷ Informações obtidas em uma entrevista realizada em 13/10/2005 com José Assunção Rodrigues Junior, consultor da empresa DK Sistemas que comercializa produtos de automação residencial.

gerenciamento de energia. Segundo ele, um programa gerenciador aliado a sensores e atuadores pode otimizar a utilização de todos os equipamentos, inclusive os de alta potência, permitindo o uso racional e inteligente da energia. Ele ainda acrescenta que o controle de portas, janelas e persianas permitem um melhor aproveitamento da luz natural, e durante um período de não utilização, o sistema automatizado deverá ser capaz de alterar a iluminação e a climatização para situações como “noturno”, “férias” e “não funcionamento”, seguindo sempre os limites pré-definidos de conforto.

Outro ponto importante a ser discutido neste tópico é relacionado à questão do uso da automação residencial a favor dos deficientes físicos.

Em uma conferência realizada em 1994 nos Estados Unidos para discutir as tecnologias emergentes para possibilitar vida independente a deficientes físicos, os participantes identificaram algumas barreiras para a aplicação de soluções de automação residencial para os deficientes, dentre elas⁸:

- Fabricantes têm dificuldade de identificar as necessidades do usuário e posicionar os produtos para satisfazer estas necessidades;
- Fabricantes vêem muitas das aplicações indicadas como tecnologia de assistência, como pouco atrativas devido ao fato de ser um mercado de massa limitado;
- Instaladores de automação residencial não são educados sobre aplicações do produto para pessoas com deficiências;
- Os fabricantes e especialistas de automação residencial têm medo do estigma negativo que pode ser o resultado do produto deles sendo associado com pessoas com deficiência;
- Os consumidores podem resistir à tecnologia de assistência enquanto não perceberem que precisam da ajuda.

Apesar de algumas empresas brasileiras adaptarem as soluções existentes para atender às necessidades dos deficientes físicos, não existem soluções de automação residencial especialmente desenvolvidas para esse fim.

⁸ Informação obtida no fórum de discussão automação-residencial, disponível em <http://br.groups.yahoo.com/group/automacao-residencial/>.

1.13 Grupos de trabalho e pesquisa sobre automação residencial

Quando Bill Gates abriu a 40ª edição da International Consumer Electronics Show (CES), realizada em 07 de Janeiro de 2007 em Nova York, falando sobre a casa digital, novamente o tema da casa conectada entrou na mídia e começaram os debates por todo o mundo sobre a importância da casa inteligente. Desta vez, Gates (2007) afirma que a intenção da Microsoft é vender servidores residenciais com o Windows a preços acessíveis que permita a concretização do sonho da realização da casa conectada. Esses servidores devem integrar TV, DVD, eletrodomésticos, vídeo games e Internet.

Mas não é só a Microsoft que desenvolve pesquisas nessa área; a POLI, da Universidade de São Paulo (USP), criou em 2006 o Laboratório de Automação Residencial (LAR) - dedicado a estudos na área da automação residencial, o que permite crer que há muito espaço para pesquisas nessa área. Esse empreendimento, que envolve esforços multidisciplinares, tem o apoio de várias empresas e deve impulsionar a pesquisa e o mercado das casas inteligentes no Brasil (BOLZANI, 2007).

Além da POLI-USP, várias outras organizações discutem protocolos de comunicação entre equipamentos e conectividade entre diversas tecnologias - o que tem sido o gargalo impeditivo para um avanço tecnológico mais rápido na área da automação residencial – dentre elas estão a Home Phonline Networkin Alliance (HomePNA), Home Application Programming Interface (HomeAPI), Wireless Communication Technologies (HomeRF), Home Áudio Vídeo Interoperability (HomeAVI) e Internet Home Alliance.

2. REUSO DE COMPONENTES: PADRÕES, FRAMEWORKS E A UML

Componentes reutilizáveis são uma realidade no desenvolvimento de projetos nas mais diversas áreas da engenharia, principalmente na engenharia de software. O reuso se baseia em componentes que já foram amplamente experimentados e testados. Segundo Sommerville (2003), componentes reutilizáveis são mais confiáveis que componentes novos, seu uso é mais barato que o desenvolvimento de novos componentes, o conhecimento de especialistas podem ser sintetizados nesses componentes, eles facilitam a padronização e permitem maior rapidez no desenvolvimento do projeto. Entretanto, componentes reutilizáveis apresentam inerente complexidade e leva tempo para aprender a utilizá-los. Em alguns casos pode haver a necessidade da especialização de alguns profissionais no uso desses componentes.

Esse capítulo apresenta os conceitos relacionados ao reuso de componentes, à engenharia de requisitos e aos diagramas da UML utilizados nesse trabalho.

2.1 Padrões e frameworks

Um framework é o projeto de um conjunto de partes que colaboram entre si para execução de um conjunto de tarefas e responsabilidades. É utilizado para apresentar um ou vários níveis de abstração usando um vocabulário comum no desenvolvimento de sistemas de software ou de hardware. Os frameworks podem apresentar soluções para diversos problemas que acontecem com frequência e aumentar a produtividade no desenvolvimento por meio do reuso de componentes e até mesmo da arquitetura do sistema. Sommerville (2003) define framework como um projeto de subsistema constituído de um conjunto de partes abstratas e concretas e da interface entre elas. Os frameworks raramente são aplicações propriamente ditas. As aplicações, normalmente são construídas pela integração de diversos frameworks.

Para classificar esse trabalho como um framework foi usada a seguinte definição de Booch et al. (2005):

Um framework é um padrão de arquitetura que fornece um template extensível para aplicações dentro de um domínio. Você pode pensar em um framework como um tipo de microarquitetura abrangendo um conjunto de mecanismos que trabalham juntos para resolver um problema básico de um domínio comum. Ao especificar um framework você especifica o esqueleto da arquitetura, juntamente com os conectores, guias, botões e indicadores que você expõe aos usuários que desejam adaptar esse framework ao seu próprio contexto (BOOCH et al., 2005, p. 390).

Um subsistema ou uma aplicação mais específica podem ser criados a partir da ampliação de frameworks, já que esses representam a ocorrência de um ou vários padrões.

O 'padrão' é uma descrição do problema e a essência de sua solução, de modo que a solução possa ser reutilizada em diversos casos. O padrão não é uma especificação detalhada. Em vez disso, você pode pensar nele como uma descrição de conhecimento e experiência acumulados (SOMMERVILLE, 2003, p.273).

Sommerville (2003) afirma que o uso de frameworks é mais compatível em um processo de desenvolvimento de soluções orientado a objetos, já que os objetos são a mais adequada abstração para o reuso.

Na prática, existem dois tipos de padrões de interesse – os padrões de projeto e os frameworks -, e a UML fornece um meio para modelar cada um deles (BOOCH et al., 2005, p. 388).

Booch et al. (2005) ainda afirma que a UML fornece um meio eficiente de modelar padrões de projeto representando-os como colaborações e frameworks representando-os como pacotes estereotipados.

2.2 A UML

A UML é uma linguagem oficializada no final de 1997 que surgiu da iniciativa de um grupo de pesquisadores que, a partir da investigação de métodos reconhecidos mundialmente como os principais métodos orientados a objetos, definiram uma gramática e um conjunto de regras sintáticas para modelar projetos de softwares orientados a objetos. Podemos definir a UML da seguinte maneira:

UML (Unified Modeling Language) é uma família de notações gráficas, apoiada por um metamodelo único, que ajuda na descrição e no projeto de sistemas de software, particularmente daqueles construídos utilizando o estilo orientado a objetos (OO) (FOWLER, 2005, p.25).

A UML é adequada para a modelagem de sistemas, cuja abrangência poderá incluir sistemas de informação corporativos a serem distribuídos a aplicações baseadas em Web e até sistemas complexos embutidos de tempo real (BOOCH et al., 2005, p. 13).

Apesar da UML ser especialmente utilizada no desenvolvimento de softwares orientados a objetos, Booch et al. (2005) afirmam que ela é suficientemente expressiva para modelar sistemas que não sejam de software, como por exemplo, projetos de hardware. Matos (2002) acrescenta que a UML não prescreve nenhum roteiro para o desenvolvimento de um sistema, apenas permite que a criatividade e bom senso permeiem um desenvolvimento com qualidade.

No vocabulário de representação da UML podem ser usados diversos diagramas para fornecer visões diferentes do modelo do projeto. Nesse trabalho, são utilizados os diagramas de caso de uso, de classes, de atividade, de pacotes e de implantação. A Tabela 3 apresenta a classificação desses diagramas de acordo com o tipo de modelo.

Tabela 3: Diagramas da UML usados no projeto

Diagrama	Tipo de modelo
Casos de uso	Modelo comportamental
Pacotes	Modelo estrutural
Classes	Modelo estrutural
Atividades	Modelo comportamental
Implantação	Modelo estrutural

2.2.1 Diagrama de caso de uso

Os diagramas de caso de uso procuram capturar as intenções e necessidades dos usuários do sistema a ser desenvolvido. São importantes principalmente para a organização e a modelagem de comportamentos do sistema. Para casos de uso utilizaremos a definição de Fowler (2005):

Os casos de uso são uma técnica para capturar os requisitos funcionais de um sistema. Eles servem para descrever as interações típicas entre os usuários de um sistema e o próprio sistema, fornecendo uma narrativa sobre como o sistema é utilizado (FOWLER, 2005, p. 104).

Casos de uso (do inglês use case) são utilizados para identificar as regras do negócio e são uma excelente forma de entender o ponto de vista do usuário simplesmente pelo fato de que modela o que ele precisa executar (MATOS, 2002, P. 35).

Não é importante no desenvolvimento dos diagramas de caso de uso saber como o sistema implementa os casos de uso ou como ocorre seu funcionamento interno. “Os casos de uso especificam o comportamento desejado; eles não determinam como esse comportamento será executado” (BOOCH et al., 2005, p. 228).

“Os casos de uso fornecem uma maneira para os desenvolvedores chegarem a uma compreensão comum com os usuários finais do sistema e com os especialistas do domínio” (BOOCH et al., 2005, p. 227).

2.2.2 Diagrama de pacotes

Segundo Fowler (2005), diagramas de pacote devem ser usados na modelagem de sistemas grandes para mostrar os pacotes de classes e suas dependências.

Um pacote é uma construção de agrupamento que permite a você pegar qualquer construção na UML e agrupar seus elementos em unidades de nível mais alto. Seu uso mais comum é o agrupamento de classes, mas pode ser usado para todos os outros elementos da UML (FOWLER, 2005, p. 96).

Nesse trabalho serão usadas as definições de Sommerville (2003). Segundo ele, modelos de subsistemas mostram agrupamentos lógicos de objetos em subsistemas coerentes. Eles são representados com o uso de uma forma de diagrama de classes, em que cada subsistema é mostrado como um pacote.

[...] um modelo de subsistema é um dos modelos estáticos mais úteis, uma vez que mostra como o projeto pode ser organizado em grupos de objeto relacionados logicamente. Em UML, os pacotes são construções encapsuladas e não refletem diretamente as entidades no sistema que é desenvolvido (SOMMERVILLE, 2003, p.233).

Na UML, a modelagem de um framework é realizada como um pacote estereotipado. Observe detalhadamente esse pacote e verá os mecanismos existentes em qualquer uma das várias visões da arquitetura do sistema (BOOCH et al., 2005, p. 390).

Penker et al. (2004) e Booch et al. (2005) afirmam que os pacotes fornecem um mecanismo de agrupamento para a organização de elementos da UML. Podem conter outros elementos, incluindo classes, interfaces, componentes, nós, casos de uso, diagramas e até outros pacotes.

2.2.3 Diagrama de implantação

O diagrama de implantação permite visualizar a parte física da topologia do sistema, podendo descrever a arquitetura das unidades de hardware e os softwares que executam nessas unidades.

O diagrama de implantação descreve a arquitetura de dispositivos em tempo de execução, ambiente de execução, e artefatos que residem nessa arquitetura. É a última descrição física da topologia do sistema, descrevendo a estrutura das unidades de hardware e o software que executa em cada unidade (PENKER et al., 2004, pg. 273)

Esse diagrama é usado para representar a visão estática do sistema. Isso envolve a modelagem da topologia de hardware em que o sistema é executado e permite a visualização da configuração dos nós de processamento e dos artefatos⁹ que executam em cada nó. Booch et al. (2005) e Penker et al. (2004) descrevem um nó como sendo um elemento físico que existe em tempo de execução e representa um recurso computacional, que pode ter alguma memória e capacidade de processamento, como por exemplo, computadores, dispositivos móveis, dispositivos de comunicação etc.

Os nós podem ser usados para representar recursos físicos e ambientes de execução. Penker et al. (2004) afirmam que para representar recursos físicos deve ser usado o estereótipo <<dispositivo>>. Já para nós contendo ambientes de execução embutidos deve ser usado o estereótipo <<ambiente de execução>>. Nos nós com estereótipos <<ambiente de execução>> são dispostos os artefatos.

Os diagramas de implantação podem ser usados para modelar diversos tipos de sistemas. Booch et al. (2005) afirmam que eles podem ser usados para modelar sistemas embutidos, sistemas cliente/servidor e sistemas totalmente distribuídos.

Os principais sistemas de Automação Residencial existentes hoje são considerados sistemas embutidos e muitos deles são distribuídos.

Um sistema embutido é uma coleção complexa de software para o hardware que interage com o mundo físico. Os sistemas embutidos envolvem o software que controla dispositivos como motores, atuadores e monitores e que, por sua vez, é controlado por estímulos externos como entrada de sensor, movimentação e mudança de temperatura (BOOCH et al., 2005, p. 414).

⁹ Booch et al (2005) define artefato como uma porção física de informação que é usado ou produzido por um processo de desenvolvimento de software e executado em um nó.

Os sistemas distribuídos podem abranger diversos níveis de servidores representados como nós com artefatos que se comunicam e podem até migrar de um nó para outro. Os diagramas de implantação podem ser usados nos sistemas distribuídos para visualizar a topologia física e a distribuição dos artefatos nos servidores.

Nos sistemas embutidos, os diagramas de implantação podem fazer a modelagem dos dispositivos e processadores que fazem parte do sistema. Para fazer essa modelagem é necessário o uso de um conjunto de representações familiares para que engenheiros de hardware e desenvolvedores de software se comuniquem adequadamente.

Booch et al (2005) afirmam que para modelar um sistema embutido é necessário levar em consideração sua interface com o mundo real e isso significa analisar dispositivos pouco usuais, além dos nós. Por esse motivo recomendam a representação de nós estereotipados para se parecerem com dispositivos familiares que sejam compreensíveis para engenheiros de hardware e desenvolvedores de software do projeto. Por exemplo, um nó nomeado como Sensor de Movimento pode ser representado pela imagem do sensor adequado.

2.2.4 Diagrama de classes

O diagrama de classe é importante para a modelagem do sistema por identificar um conjunto de partes reais ou abstratas que compartilham as mesmas características, operações e relações, e apresentam uma visão geral do sistema com base no conjunto de partes e suas conexões.

Nesse trabalho será usada a definição de Booch et al. (2005). Segundo eles, o diagrama de classe exibe um conjunto de classes, interfaces, colaborações e seus relacionamentos. São usados principalmente em sistemas orientados a objetos e apresentam uma visão estática da estrutura do sistema. Essa visão oferece principalmente suporte para os requisitos funcionais do sistema.

Um diagrama de classes descreve os tipos de objetos presentes no sistema e os vários tipos de relacionamentos estáticos existentes entre eles. Os diagramas de classe também mostram as propriedades e as operações de uma classe e as restrições que se aplicam à maneira como os objetos estão conectados (FOWLER, 2005, p. 53).

Penker et al. (2004) afirmam que o diagrama de classe embora possa ser semelhante a um modelo de dados com entidades e atributos, deve mostrar não só a estrutura da informação, mas seu comportamento servindo de base para diagramas que definem outros aspectos do sistema, como o estado dos objetos e sua colaboração.

2.2.5 Diagrama de atividades

Os diagramas de atividade são usados para representar os aspectos dinâmicos do sistema como o fluxo de operações, decisões e finalizações. Uma atividade refere-se a uma seqüência de ações. Segundo Matos (2002, p.86), “desenhamos um diagrama de atividade com a intenção de deixar claro o que acontece na cooperação entre os objetos de classes distintas”.

Os diagramas de atividade são uma técnica para escrever lógica de procedimento, processo de negócio e fluxo de trabalho. De várias formas eles desempenham um papel semelhante aos fluxogramas, mas a principal diferença entre eles e a notação de fluxograma é que os diagramas suportam comportamento paralelo (FOWLER, 2005, p.118).

Os diagramas de atividade permitem representações de tempo, envio e recepção de mensagens, tomada de decisões e processamento paralelo, fornecendo uma visão clara do fluxo de trabalho. Será usada nessa dissertação a seguinte definição:

Um diagrama de atividade é essencialmente um gráfico de fluxo, mostrando o fluxo de controle de uma atividade para outra. Ao contrário de um gráfico de fluxo tradicional, um diagrama de atividades mostra a concorrência, bem como as ramificações de controle (BOOCH et al., 2005, p. 268).

Segundo Penker et al. (2004), o diagrama de atividades deve ser usado para:

- Capturar o trabalho que é realizado quando uma operação é executada;
- Capturar o trabalho interno em um objeto, mostrar como um conjunto de ações podem ser realizadas e como elas afetam os objetos a sua volta;
- Mostrar como uma instância de um caso de uso pode ser realizado em termos de ações e mudança de estado dos objetos;
- Mostrar como uma empresa trabalha em termos de atores, fluxo de trabalho e organização.

2.2.6 O início de um projeto de software

A primeira etapa do projeto de software envolve o trabalho de capturar as intenções e necessidades dos usuários do sistema a ser desenvolvido por meio do modelo de casos de uso da UML.

O primeiro estágio de qualquer processo de projeto de software consiste em desenvolver uma compreensão das relações entre o software que está sendo projetado e seu ambiente externo. Desenvolver essa compreensão ajuda a decidir como fornecer a funcionalidade necessária para o sistema e como estruturar o sistema de modo que ele possa comunicar eficazmente com seu ambiente (SOMMERVILLE, 2003, p.266).

Em princípio, a especificação dos principais casos de uso e dos agentes que interagem com eles permite descrever os principais requisitos do sistema. Esse modelo, apesar de bastante abstrato e generalizado, permite a construção, se necessário, de modelos mais especializados. Modelos especializados podem ser criados a partir do desmembramento de casos de uso mais complexos permitindo a obtenção de requisitos mais específicos.

Segundo Sommerville (2003) cada um dos casos de uso pode ser descrito por meio da linguagem natural para ajudar os projetistas a identificar objetos no sistema e a compreender o que o sistema deve fazer.

2.2.7 Engenharia de requisitos

“As descrições das funções e das restrições de um sistema e o processo de descobrir, analisar, documentar e verificar essas funções e restrições é chamado de engenharia de requisitos” (SOMMERVILLE, 2003. p. 82).

Um requisito pode ser definido como algo que uma aplicação pode fazer por seus usuários ou uma restrição que deve ser implementada em um sistema.

Segundo Pressman (2006), o processo de engenharia de requisitos é realizado por meio da execução das funções de concepção, levantamento, elaboração, negociação, especificação, validação e gestão.

A engenharia de requisitos começa com a concepção – tarefa que define o escopo e a natureza do problema a ser resolvido. Ela avança para o levantamento – tarefa que ajuda o cliente a definir o que é necessário; e depois para a elaboração – em que os requisitos básicos são refinados e modificados. À medida que o cliente define o problema, ocorre a negociação – quais são as prioridades, o que é essencial, o que é necessário? Finalmente, o problema é especificado de algum modo e depois revisado ou validado de modo a garantir que o seu entendimento e o entendimento do cliente sobre o problema coincidam (PRESSMAN, 2006, p. 116).

Os requisitos de um sistema podem ser definidos em diferentes níveis de descrição. Sommerville (2003) classifica os requisitos em dois níveis: de usuário e de sistema. Os requisitos de sistema descrevem detalhadamente as funções e as restrições do sistema. Já os requisitos de usuário são requisitos abstratos de alto nível sobre as funções que o sistema deve fornecer e as restrições sob as quais deve operar. Um requisito de usuário pode ser expandido em diversos requisitos de sistema.

Sommerville (2003) classifica os requisitos de sistema em funcionais, não funcionais e de domínio.

- Requisitos funcionais são declarações de funções que o sistema deve fornecer, como o sistema deve reagir a entradas específicas e como deve se comportar em determinadas situações. Em alguns casos, os requisitos funcionais podem declarar também o que o sistema não deve fazer.
- Requisitos não funcionais são restrições sobre os serviços ou as funções oferecidas pelo sistema. Entre elas destacam-se restrições de tempo, restrições sobre o processo de desenvolvimento, padrões, entre outros.
- Requisitos de domínio são requisitos que se originam do domínio de aplicação do sistema e que refletem características desse domínio. Podem ser requisitos funcionais e não funcionais. (SOMMERVILLE, 2003. p. 83)

Sommerville (2005) recomenda extrair do diagrama de caso de uso um conjunto de requisitos principais, em seguida expandir esses requisitos na medida em que os casos de uso são desmembrados em casos de uso mais especializados e por fim classificá-los.

2.2.8 Requisitos principais

Segundo Sommerville (2003), para se fazer o levantamento dos requisitos do sistema é necessário o conhecimento do domínio da aplicação, a interação com os colaboradores do sistema (profissionais, clientes, funcionários etc.), a classificação dos requisitos em grupos coerentes, a resolução de conflitos entre colaboradores sobre os requisitos, a definição dos requisitos por prioridade, a verificação da consistência e completude dos requisitos e a verificação se os requisitos estão em concordância com os colaboradores.

Com base no diagrama de caso de uso, os requisitos principais do sistema podem ser obtidos, a princípio, sem fazer nenhum tipo de classificação. O objetivo é apenas descobrir um conjunto de funções que fazem parte do sistema e restrições a essas funções em diversos níveis de abstração.

O próximo passo é levantar os requisitos de usuário e do sistema com base nos requisitos principais já obtidos. Segundo Sommerville (2003), os requisitos de usuário para um sistema devem descrever os requisitos funcionais e não funcionais de modo compreensível pelos usuários que não tem conhecimentos técnicos detalhados. Do detalhamento de cada requisito de usuário podem ser obtidos diversos requisitos do sistema.

3. O FRAMEWORK

Esse capítulo apresenta a estrutura de um framework que tem por objetivo fornecer uma arquitetura de referência extensível para aplicações de automação residencial. Essa arquitetura fornecerá suporte ao projeto e construção de soluções, permitindo modelar sistemas de automação residencial de forma independente da tecnologia a ser utilizada, de forma que diferentes componentes possam ser implementados em diferentes linguagens de programação e executados em tipos de processadores inteiramente diferentes. Os modelos de dados, a representação das informações e os protocolos de comunicação também poderão ser diferentes.

O framework proposto nesse capítulo poderá ser utilizado no projeto e construção de sistemas de automação residencial com interface para a Internet que contenham pelo menos um dos seguintes subsistemas: Subsistema de Controle de Dispositivos, Subsistema de Monitoramento de Câmeras de Vigilância e Subsistema de Segurança.

Todo o referencial teórico no qual esse framework está embasado foi apresentado no Capítulo 2. Os tópicos seguintes apresentam o conjunto de requisitos padrão e a arquitetura de referência do framework.

3.1 Conjunto de requisitos padrão para o framework

Para descrever as funções e restrições de um sistema de automação residencial foram usadas informações coletadas em uma pesquisa realizada com a intenção de conhecer a necessidade de possíveis clientes em relação às soluções de automação residencial e também informações coletadas em um estudo sobre as principais soluções de automação residencial existentes no mercado paulista.

A pesquisa foi realizada através de um questionário aplicado a uma amostra de 140 pessoas nos meses de Abril e Maio de 2007 e procurou identificar:

- Quais aparelhos são mais solicitados para funções de automação residencial;
- Qual o dispositivo ou meio que o usuário deseja utilizar para controlar as funções de automação dos artefatos residenciais, como por exemplo, controle remoto, celular etc;
- Quais as variáveis que os pesquisados consideram relevantes em um sistema de automação residencial, como por exemplo, consumo de energia, custo, segurança e volume físico dos equipamentos;

- Quais funções os pesquisados acham necessário ter um controle automatizado para os principais artefatos residenciais, como por exemplo, função liga/desliga etc.

Os resultados dessa pesquisa foram interpretados e tabulados e deram origem ao conjunto de requisitos incluídos nesse framework.

O questionário e os detalhes e resultados da pesquisa estão apresentados no Apêndice A.

Outros requisitos foram obtidos com base na experiência e troca de informações com especialistas e representantes das várias tecnologias estudadas nesse trabalho.

3.1.1 Casos de uso

Para apresentar os requisitos funcionais principais e delimitar as fronteiras do framework utilizou-se o diagrama de casos de uso. A Figura 7 mostra o Diagrama de Visão Geral dos Casos de Uso, integrando os subsistemas de Controle de Dispositivos, de Vigilância e de Segurança. Os diagramas de caso de uso separados por subsistema são apresentados pelas Figuras 8, 9 e 10.

Por meio do diagrama da Figura 7 é possível observar que o framework atende às necessidades de sistemas que possuem funções relacionadas ao controle de dispositivos localmente e pela Internet, à vigilância, por meio de câmeras e à segurança, por meio de um sistema de alarme.

Para apoiar o entendimento do diagrama de Visão Geral de Casos de Uso da Figura 7, os Quadros 1 e 2 apresentam respectivamente a descrição de cada ator e o objetivo de cada caso de uso.

Quadro 1: Descrição dos atores do Diagrama de Visão Geral de Casos de Uso

Ator	Descrição
Sistema Automático	É composto por um sistema de software que executa nos microcontroladores dos componentes de hardware no interior da residência. Esse sistema atua nos dispositivos de acordo com estímulos vindos de sensores.
Usuário Local	É o usuário que atua no sistema diretamente no interior da residência por meio de dispositivos de controle como painéis, controle remoto etc.
Administrador	É o usuário que atua no sistema tanto localmente como por meio da Internet e possui privilégios especiais de configuração do sistema, controle de usuários etc.
Usuário WEB	É o usuário que atua no sistema através da WEB com acesso a funções de atuação nos dispositivos e monitoramento de câmeras.

Quadro 2: Objetivo dos casos de uso do Diagrama de Visão Geral dos Casos de Uso

Caso de Uso	Objetivo
Verificar dados dos sensores	Verificar a chegada de dados (estímulos) dos sensores. Com base nesses dados, dispositivos podem receber automaticamente sinais de atuação para, por exemplo, ligar/desligar, soar sirene etc.
Soar sirene	Soar a sirene com base nos dados vindos de sensores do sistema de segurança, caso acusem entrada e/ou presença não identificada no ambiente.
Enviar mensagem de alerta	Enviar uma mensagem de alerta para os usuários com base nos dados vindos de sensores do sistema de segurança, caso acusem entrada e/ou presença não identificada no ambiente. A mensagem também será enviada caso algum botão de emergência seja pressionado.
Operar alarme	Permitir que o usuário local ou administrador realize operações no alarme como, por exemplo, armar ou desarmar etc.
Pressionar botões de emergência	Permitir que o usuário local ou administrador pressione botões que acusem situações de emergência. Nessas situações os usuários são avisados por meio de uma mensagem de alerta.
Atuar nos dispositivos localmente	Permitir que o usuário atue localmente nos dispositivos como lâmpadas, tomadas etc. realizando ações para, por exemplo, ligar ou desligar o dispositivo.
Atuar nos dispositivos remotamente	Permitir que o usuário WEB ou administrador atue por meio da Internet, nos dispositivos como lâmpadas, tomadas etc. realizando ações para, por exemplo, ligar ou desligar o dispositivo. Nessas situações, os dados da atuação serão armazenados em uma base de dados.
Incluir atuações nos dispositivos	Permitir que ao ser realizada uma atuação em um dispositivo através da Internet, seja feito um registro dos dados da atuação em uma base de dados.
Monitorar câmeras	Permitir que o usuário monitore as câmeras da residência localmente ou remotamente por meio da Internet.
Consultar atuações nos dispositivos	Permitir que o usuário administrador consulte local ou remotamente as atuações realizadas nos dispositivos por meio da Internet.
Manter dispositivos, locais, atuadores e usuários	Permitir que o usuário administrador inclua, consulte, exclua ou altere dados referentes aos dispositivos que serão controlados, como por exemplo, tomadas, lâmpadas etc. Permite também as mesmas ações para locais, atuadores (relés, motores etc.) e usuários.
Enviar mensagem	Permitir que os usuários administrador e WEB possam enviar mensagens para a residência por meio da Internet.

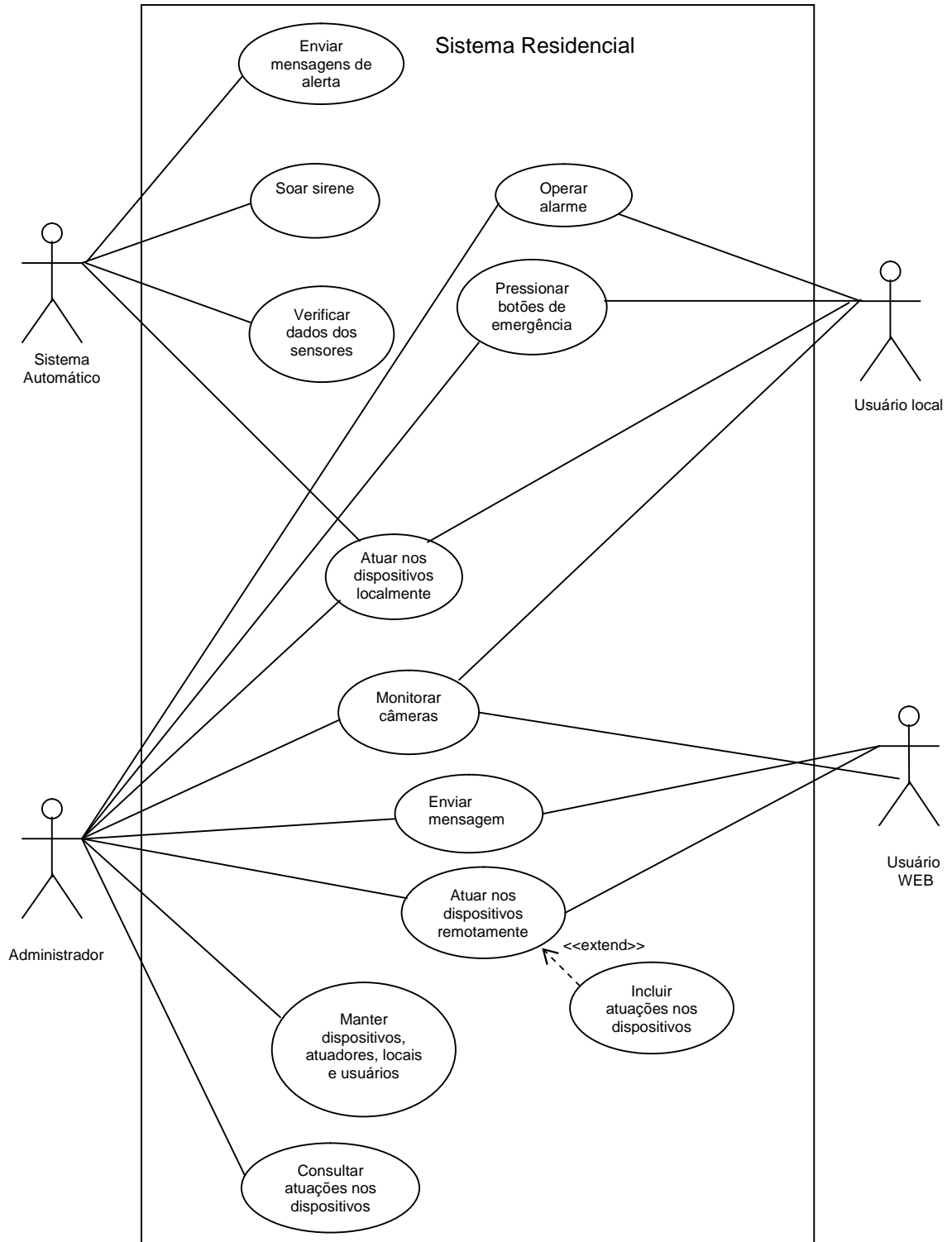


Figura 7: Diagrama de Visão Geral dos Casos de Uso do framework

3.1.1.1 Casos de uso do Subsistema de Controle de Dispositivos

Esse tópico apresenta o diagrama de casos de uso do Subsistema de Controle de Dispositivos, a descrição dos casos de uso e o conjunto de requisitos desse subsistema.

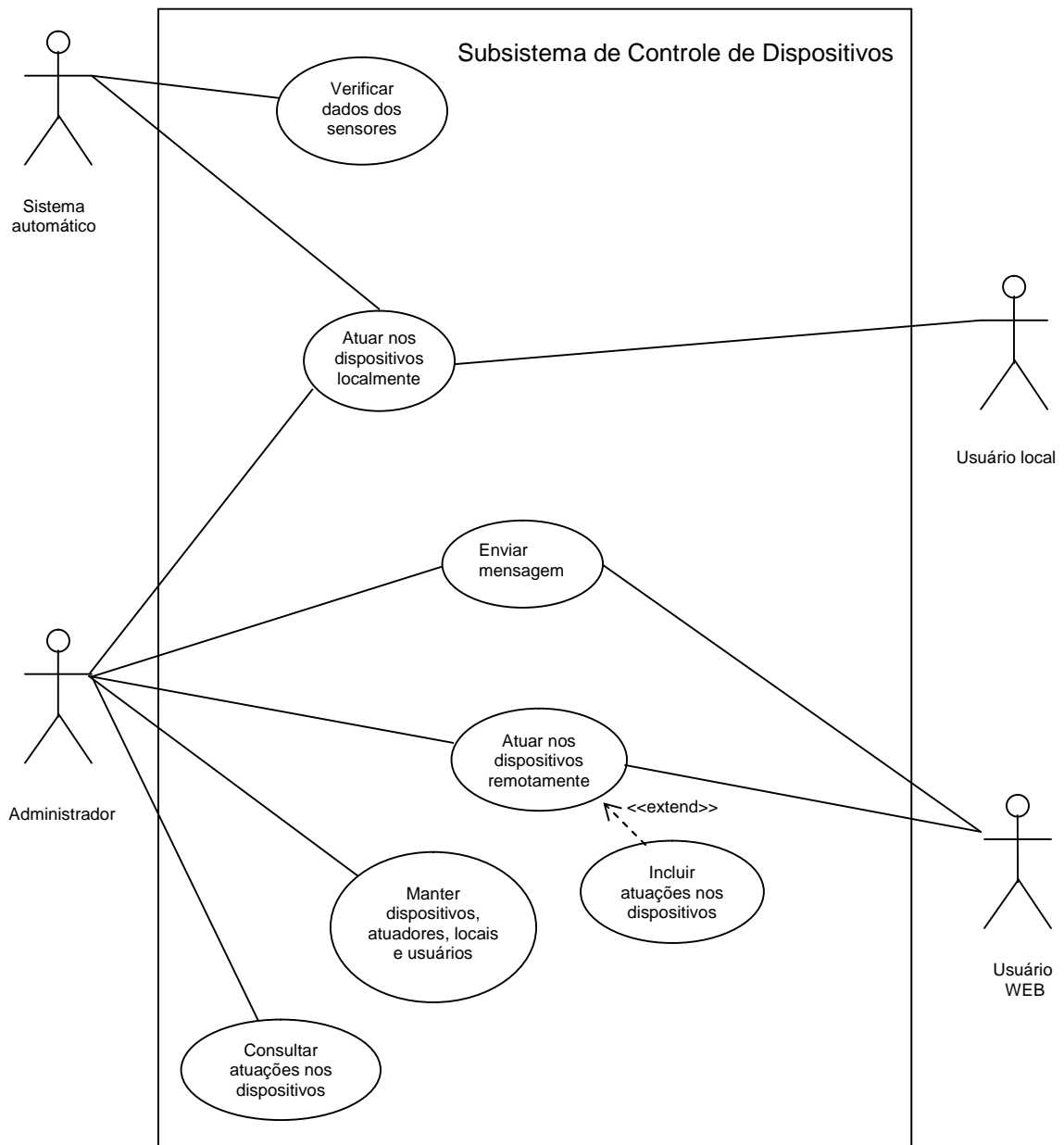


Figura 8: Diagrama de caso de uso do Subsistema de Controle de Dispositivos

Os Quadros de 3 a 8 apresentam a descrição individual dos casos de uso.

Quadro 3: Descrição do caso de uso Atuar nos dispositivos

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Caso de uso	Atuar nos dispositivos localmente
Atores	Usuário local, Administrador e Sistema automático
Fluxo	O usuário local ou administrador atua nos dispositivos por meio de artefatos de controle no interior da residência como, por exemplo, painéis ou controle remoto. Já o sistema automático recebe informações dos sensores e, baseado nelas, atua nos dispositivos.
Estímulo	Instruções advindas de dispositivos de controle internos na residência ou de sensores.
Resposta	Mudança no estado do dispositivo.
Comentários	As atuações de todos os atores podem acontecer simultaneamente.

Quadro 4: Descrição do caso de uso Atuar nos dispositivos

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Caso de uso	Atuar nos dispositivos remotamente
Atores	Usuário WEB e Administrador
Fluxo	O administrador ou o usuário WEB envia instruções através da Internet para o computador da residência. Esse computador repassa as instruções para o sistema de hardware e software na residência que atua nos dispositivos.
Estímulo	Instruções advindas do usuário por meio da Internet.
Resposta	O usuário recebe uma mensagem de retorno da atuação.
Comentários	As atuações de todos os atores podem acontecer simultaneamente.

Quadro 5: Descrição do caso de uso Enviar mensagem

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Caso de uso	Enviar Mensagem
Atores	Usuário WEB e Administrador
Fluxo	Os atores enviam mensagens para o computador da residência e esse as disponibiliza em um meio de visualização como, por exemplo, um display LCD, TV etc.
Estímulo	Mensagens advindas de usuários por meio da Internet.
Resposta	O agente emissor da mensagem recebe o retorno da atuação.
Comentários	Todos os atores podem enviar mensagens simultaneamente.

Quadro 6: Descrição do caso de uso Incluir atuações nos dispositivos

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Caso de uso	Incluir atuações nos dispositivos
Atores	Usuário WEB e Administrador
Fluxo	Ao atuar nos dispositivos, os dados da atuação, como por exemplo, nome do usuário, data e hora, e dispositivo receptor da atuação serão armazenados em uma base de dados.
Estímulo	Atuação nos dispositivos.
Resposta	O agente atuador recebe a confirmação da inclusão.
Comentários	

Quadro 7: Descrição dos casos de uso Manter dispositivos, locais, atuadores e usuários

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Casos de uso	Manter dispositivos, locais, atuadores e usuários
Atores	Administrador
Fluxo	O administrador pode incluir, alterar, excluir ou consultar dados de usuários, de atuadores, de locais e de dispositivos.
Estímulo	Dados fornecidos pelo ator.
Resposta	O administrador recebe a confirmação da ação.
Comentários	O administrador tem acesso a recursos diferenciados, como por exemplo, gerenciar dados de outros usuários.

Quadro 8: Descrição dos casos de uso consultar atuações nos dispositivos

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Casos de uso	Consultar atuações nos dispositivos
Atores	Administrador
Fluxo	O administrador pode consultar as atuações realizadas nos dispositivos por meio da Internet.
Estímulo	Dados fornecidos pelo ator.
Resposta	O administrador recebe os dados solicitados.
Comentários	.

3.1.1.1.1 Classificação de requisitos do Subsistema de Controle de Dispositivos

No framework proposto, a apresentação e classificação dos requisitos foi realizada de acordo com a abordagem de Sommerville (2003) apresentada no Capítulo 2. Segundo ele, os requisitos devem ser classificados inicialmente como requisitos de usuário e de sistema. Os requisitos de sistema devem ser classificados como funcionais, não funcionais e de domínio.

Na seqüência são apresentados os requisitos para o Subsistema de Controle de Dispositivos.

Requisitos de usuário:

- O sistema deve fornecer um meio de controlar os dispositivos da residência;
- O sistema deve fornecer um meio de controlar dispositivos localmente por meio de dispositivos de controle como, por exemplo, painéis, controle remoto etc.;
- O sistema deve fornecer um meio para controlar dispositivos da residência através de sinais vindos de sensores;

- O sistema deve permitir o acesso através da Internet de dois tipos de usuários, usuário WEB e administrador, com permissões diferenciadas.

Requisitos Funcionais:

- O sistema deve fazer a leitura constante de dados vindos dos sensores;
- O sistema deve enviar uma mensagem de alerta aos usuários caso seja detectado o pressionamento de botões de emergência;
- Deve ser permitido ao usuário enviar mensagem através da Internet para um dispositivo de visualização instalado no interior da residência;
- Deve ser permitido que o administrador consulte as atuações realizadas nos dispositivos por meio da Internet.
- Deve ser permitido que o usuário administrador inclua, altere, consulte ou exclua:
 - Os locais da residência onde estão instalados os dispositivos;
 - Novos usuários;
 - Os atuadores da residência onde estão ligados os dispositivos;
 - Os dispositivos da residência passíveis de atuação.
- O sistema deve registrar automaticamente em um repositório de dados a atuação feita pelo usuário através da Internet.

Requisitos não funcionais:

- A atuação nos dispositivos pela internet o retorno da atuação deverá acontecer em um intervalo de tempo determinado;
- Um toque no botão do dispositivo de controle deverá ser reconhecido e a atuação realizada em um intervalo tempo determinado;
- Um evento de pressionamento de botão nos dispositivos de controle deverá ser detectado em um determinado intervalo de tempo. Já a atuação no dispositivo deverá acontecer alguns segundos após o botão ter sido pressionado.

Requisitos de domínio:

- O sistema deve permitir que somente usuários com status de administrador possam gerenciar informações de outros usuários;
- O sistema não deve permitir que o usuário WEB altere os registros de atuação nos dispositivos feitos por meio da Internet.

- O sistema deve permitir que o administrador tenha acesso total às funcionalidades;
- O sistema deve permitir que o usuário local interaja com o sistema através de diversos tipos de dispositivos de controle.

3.1.1.2 Casos de uso do Subsistema de Segurança

Esse tópico apresenta o diagrama de casos de uso do Subsistema de Segurança, a descrição dos casos de uso e o conjunto de requisitos padrão.

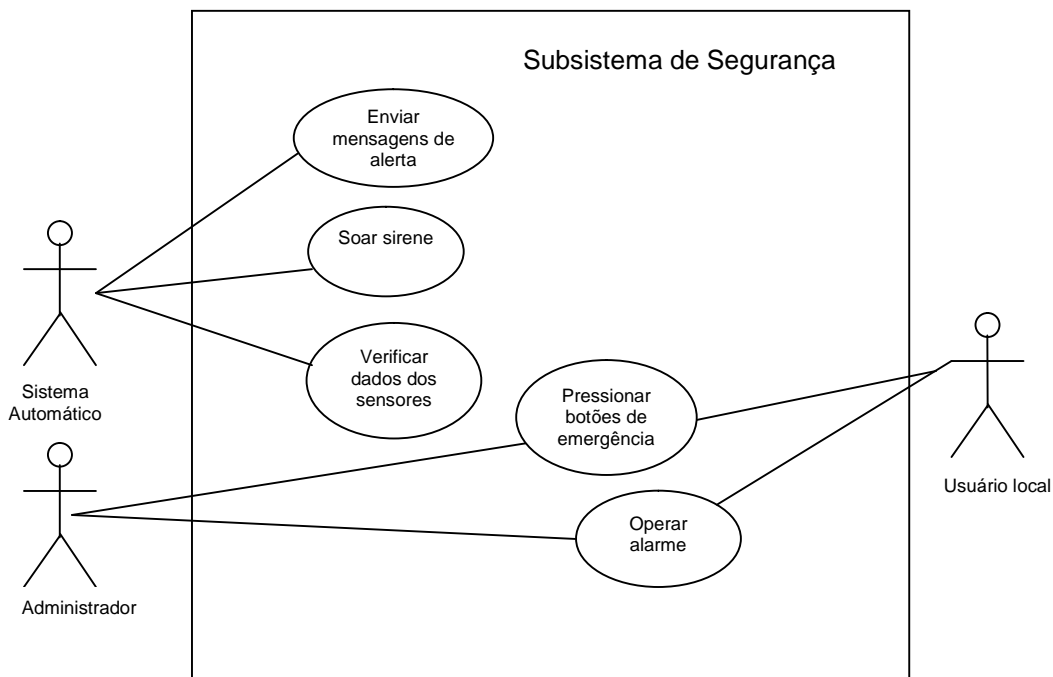


Figura 9: Diagrama de caso de uso do Subsistema de Segurança

Os Quadros de 9 a 13 apresentam a descrição dos casos de uso do Subsistema de Segurança.

Quadro 9: Descrição do caso de uso Operar alarme

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Casos de uso	Operar alarme
Atores	Usuário local e Administrador
Fluxo	O usuário local ou administrador pode armar ou desarmar o alarme e silenciar a sirene.
Estímulo	Pressionamento de botões.
Resposta	No caso da operação do alarme, sinais - como os fornecidos por leds - mostram o retorno das ações.
Comentários	

Quadro 10: Descrição do caso de uso Pressionar botões de emergência

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Casos de uso	Pressionar botões de emergência
Atores	Usuário local e Administrador
Fluxo	O usuário local ou administrador pode pressionar botões de emergência que enviam mensagens para os usuários.
Estímulo	Pressionamento de botões.
Resposta	No caso do pressionamento dos botões de emergência, a confirmação do envio da mensagem deve ser apresentada ao usuário.
Comentários	

Quadro 11: Descrição do caso de uso Enviar mensagem de alerta

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Caso de uso	Enviar mensagens de alerta
Atores	Sistema automático
Fluxo	Com base nos sinais recebidos de sensores e de botões de emergência, uma mensagem é enviada para os usuários.
Estímulo	Pressionamento de botões de emergência e sinais de sensores.
Resposta	O usuário recebe a confirmação da resposta em um dispositivo de visualização.
Comentários	A mensagem poderá ser enviada para o e-mail dos usuários, para o celular - como mensagem SMS - etc.

Quadro 12: Descrição do caso de uso Verificar dados dos sensores

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Casos de uso	Verificar dados dos sensores
Atores	Sistema automático
Fluxo	O sistema automático verifica constantemente os dados vindos dos sensores. Se os sensores da parte de segurança indicarem entrada não autorizada na residência, a sirene soará.
Estímulo	Dados provenientes dos sensores da parte de segurança.
Resposta	Som da sirene.
Comentários	

Quadro 13: Descrição do caso de uso Soar sirene

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Casos de uso	Soar sirene
Atores	Sistema automático
Fluxo	No caso da identificação da entrada não autorizada na residência, a sirene soará.
Estímulo	Dados provenientes dos sensores da parte de segurança.
Resposta	Som da sirene.
Comentários	

3.1.1.2.1 Classificação de requisitos do Subsistema de Segurança

Esse tópico apresenta o conjunto de requisitos padrão para o Subsistema de Segurança.

Requisitos de usuário:

- O sistema deve garantir a segurança da residência através um sistema de alarme, monitoramento e informação ao usuário.

Requisitos Funcionais:

- O sistema deve soar a sirene automaticamente mediante a interpretação dos dados de sensores que indicam a entrada e/ou presença não autorizada na residência e enviar uma mensagem de alerta para os usuários.

Requisitos não funcionais:

- As mensagens enviadas do subsistema de segurança para o usuário devem chegar ao seu destino em um período de tempo determinado;
- O sistema de alarme deverá ser ativado em um intervalo de tempo determinado após ter sido armado;
- A sirene deverá silenciar após um período de tempo determinado ou pelo desarmamento do alarme pelo usuário;
- A sirene deverá soar automaticamente em um intervalo de tempo determinado após detectar a entrada não autorizada na residência.

Requisitos de domínio:

Não foram apresentados requisitos de domínio para esse subsistema.

3.1.1.3 Casos de uso do Subsistema de Vigilância

Esse tópico apresenta o diagrama de casos de uso do Subsistema de Vigilância, a descrição dos casos de uso e o conjunto de requisitos padrão.

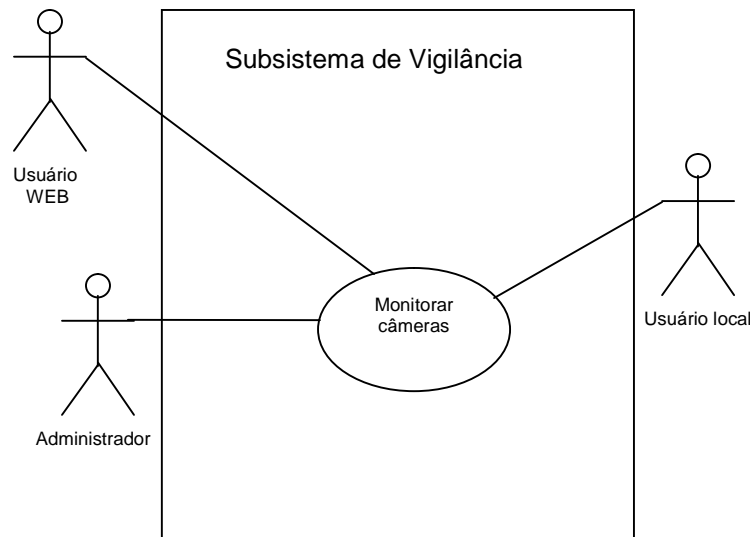


Figura 10: Diagrama de caso de uso do Subsistema de Vigilância

O Quadro 14 apresenta a descrição dos casos de uso do Subsistema de Vigilância.

Quadro 14: Descrição do caso de uso monitorar câmeras

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Caso de uso	Monitorar câmeras
Atores	Usuário local, Usuário WEB e Administrador
Fluxo	O administrador ou usuário WEB acessam as câmeras através de um <i>login</i> e senha para fazer o acompanhamento do ambiente em tempo real através da Internet. Já o usuário local ou administrador podem acompanhar as câmeras localmente pelo computador ou TV.
Estímulo	Acesso à opção para monitorar câmeras.
Resposta	Imagens providas pelas câmeras.
Comentários	O monitoramento de câmeras por diversos agentes poderá acontecer simultaneamente.

3.1.1.3.1 Classificação de requisitos do Subsistema de Vigilância

Esse tópico apresenta o conjunto de requisitos padrão para o Subsistema de Vigilância.

Requisitos de usuário:

Não foram apresentados requisitos de usuário para esse subsistema.

Requisitos funcionais:

- O sistema deve permitir que o usuário monitore as câmeras da residência localmente ou através da Internet.

Requisitos não funcionais:

- As imagens das câmeras devem ser apresentadas ao usuário em tempo real.

Requisitos de domínio:

Não foram apresentados requisitos de domínio para esse subsistema.

3.2 Arquitetura de referência do framework

Segundo Sommerville (2003), os grandes sistemas são sempre decompostos em subsistemas que fornecem algum conjunto de serviços relacionados. O processo inicial de projeto, que consiste em identificar esses subsistemas e estabelecer um framework para o controle e a comunicação de subsistemas, é chamado de projeto de arquitetura.

Para o framework proposto, o projeto de arquitetura está dividido em Arquitetura de Subsistemas, Arquitetura de Implantação e Arquitetura de Classes de objetos, como mostra o resumo explicativo do Quadro 15.

Quadro 15: Resumo explicativo dos modelos de arquitetura do framework

Arquitetura	Objetivo
Arquitetura de subsistemas	Mostrar a decomposição do modelo do sistema em subsistemas e apresentar suas dependências.
Arquitetura de implantação	Apresentar a arquitetura da implementação física do sistema que permite representar o hardware e o software que executam em cada nó da arquitetura.
Arquitetura das classes de objetos	Apresentar a estrutura estática do sistema com suas classes e colaborações. Esse modelo permite visualizar principalmente as partes do sistema orientadas a objetos.

3.2.1 Arquitetura de subsistemas

Para mostrar a decomposição do modelo do sistema em subsistemas e apresentar suas dependências utilizou-se o diagrama de pacotes da UML.

Os subsistemas são apresentados como partes do sistema que podem ser desenvolvidas de forma independente umas das outras. Nessa representação os subsistemas são distribuídos nos pacotes Segurança, Vigilância e Controle de Dispositivos como mostra a Figura 11. Essa representação é a base do framework e os subsistemas mostrados nela podem ser observados em todos os demais modelos da arquitetura.

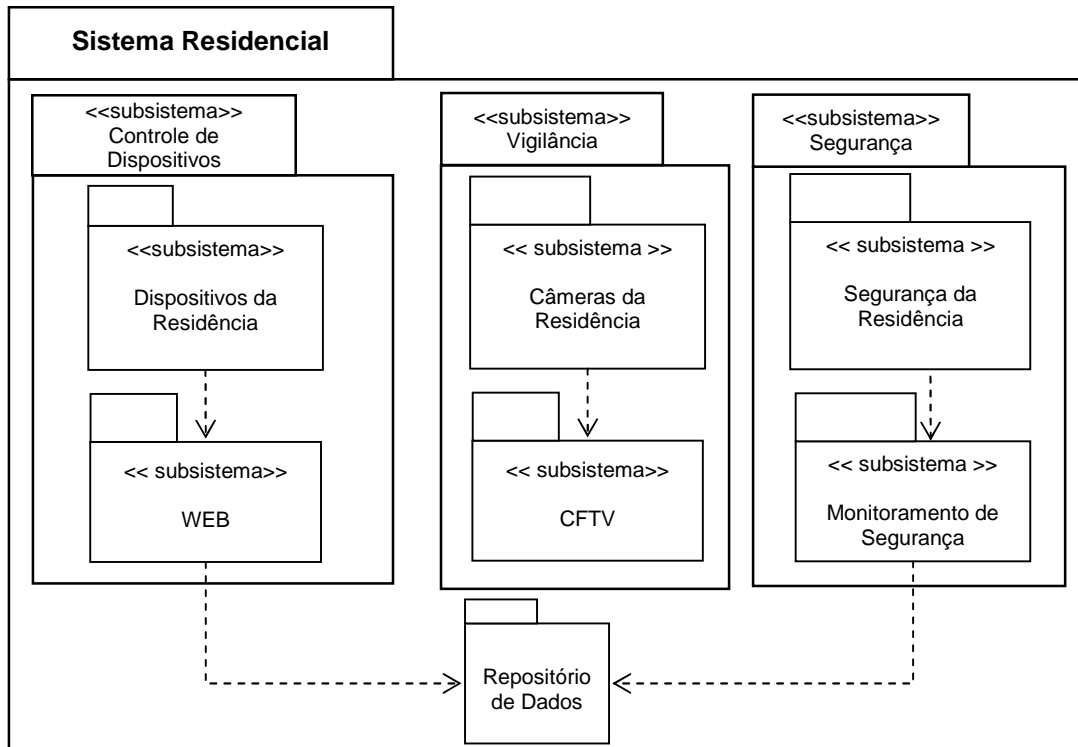


Figura 11: Arquitetura de subsistemas

Os quadros de 16 a 24 descrevem os subsistemas do framework proposto.

Quadro 16: Descrição do Subsistema Controle de Dispositivos

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Subsistema	Controle de Dispositivos
Dados	Representa a parte da aplicação responsável pelo controle das funções dos dispositivos da residência de forma local ou remota e pelo envio de mensagens para a residência por meio da Internet.
Comentários	

Quadro 17: Descrição do Subsistema de Vigilância

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Subsistema	Vigilância
Dados	Representa a parte da aplicação responsável pelo acompanhamento de imagens do ambiente residencial em tempo real.
Comentários	

Quadro 18: Descrição do Subsistema de Segurança

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Subsistema	Segurança
Dados	Representa a parte da aplicação responsável pelo controle do sistema de alarme e monitoramento de sensores e botões de emergência.
Comentários	Esse subsistema envia mensagens de alerta ao usuário.

Quadro 19: Descrição do Subsistema WEB

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Subsistema	WEB
Dados	Representa a parte da aplicação que consiste em um servidor WEB e está ligado ao Subsistema Dispositivos da Residência.
Comentários	Esse subsistema permite ao usuário fazer o controle dos dispositivos por meio da Internet.

Quadro 20: Descrição do Subsistema CFTV

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Subsistema	CFTV
Dados	Representa a parte da aplicação que consiste em um servidor de Imagens de CFTV e está ligado ao subsistema Câmeras da Residência.
Comentários	Esse subsistema permite ao usuário fazer o monitoramento de câmeras.

Quadro 21: Descrição do Subsistema Monitoramento de Segurança

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Subsistema	Monitoramento de Segurança
Dados	Composto por uma aplicação que escuta uma porta onde está conectado o subsistema de segurança da residência.
Comentários	Quando uma informação chega nesse subsistema, ela é encaminhada aos usuários cadastrados.

Quadro 22: Descrição do Subsistema Segurança da Residência

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Subsistema	Segurança da Residência
Dados	Recebe sinais dos sensores que monitoram a segurança da residência e dos dispositivos de controle. Esses sinais são encaminhados ao Subsistema Monitoramento de Segurança para serem enviados aos usuários.
Comentários	-

Quadro 23: Descrição do Subsistema Dispositivos da Residência

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Subsistema	Dispositivos da Residência
Dados	Composto pelos equipamentos formados por placas eletrônicas com processadores, sensores e atuadores. Têm comunicação com o Subsistema WEB.
Comentários	É esse subsistema que permite ao usuário atuar efetivamente nos dispositivos físicos como lâmpadas, motores, tomadas etc.

Quadro 24: Descrição do Subsistema Câmeras da Residência

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Subsistema	Câmeras da Residência
Dados	Composto pelo hardware e software de controle de câmeras de monitoramento.
Comentários	Pode permitir monitoramento local ou remoto.

3.2.2.1 Arquitetura de implantação do Subsistema de Controle de Dispositivos

Esse tópico apresenta por meio da Figura 13 o diagrama de implantação do Subsistema Controle de Dispositivos. Descreve também os principais nós e o conjunto de serviços oferecidos por eles, como mostram os Quadros de 25 a 36.

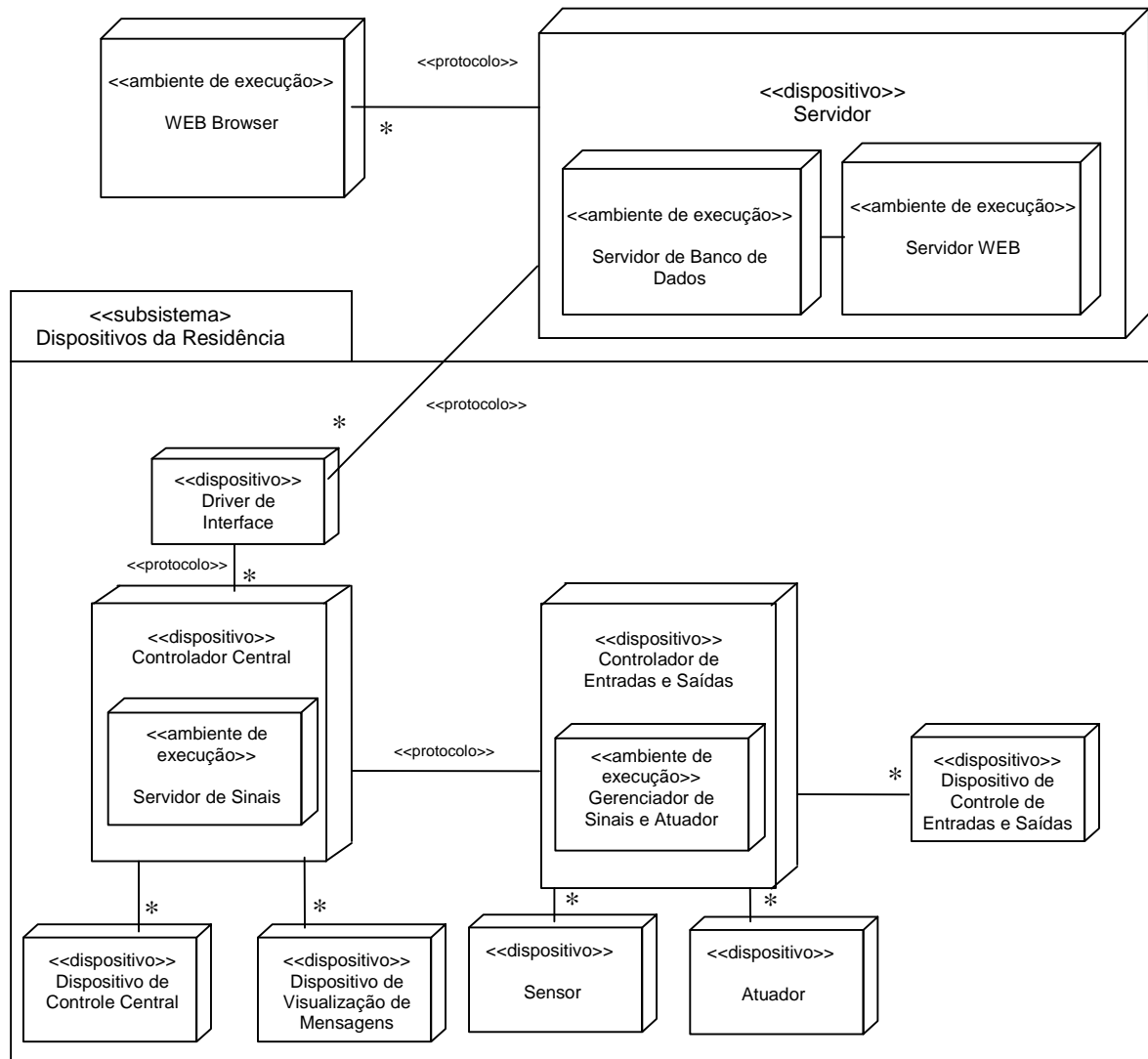


Figura 13: Arquitetura de implantação do Subsistema de Controle de Dispositivos

A Figura 13 permite observar os nós contidos no pacote estereotipado que representa o Subsistema Dispositivos da Residência que, conforme mostra a Figura 11, faz parte do Subsistema Controle de Dispositivos.

Quadro 25: Descrição do nó Servidor

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Servidor
Dados	Nó de hardware e software
Serviços	Recebimento de dados do nó WEB Browser e envio para os dispositivos de software e hardware no interior da residência através do nó Driver de Interface e vice-versa.
Comentários	Pode ser um computador ou empresa prestadora de serviços de hospedagem de sites com suporte aos recursos de software desenvolvidos.

Quadro 26: Descrição do nó Servidor de Banco de Dados

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Servidor de Banco de Dados
Dados	Nó de software
Serviços	Armazenamento de dados dos usuários, dispositivos, atuadores, locais e registros de atuações feitas nos dispositivos.
Comentários	

Quadro 27: Descrição do nó Servidor WEB

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Servidor WEB
Dados	Nó de software
Serviços	Armazenamento e execução de componentes da aplicação WEB, recebimento de requisições e respostas ao usuário que acessa o sistema por meio da Internet.
Comentários	

Quadro 28: Descrição do nó WEB Browser

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	WEB Browser
Dados	Nó de software
Serviços	Apresentação do conteúdo WEB por onde o usuário pode acessar o sistema por meio da Internet. É a parte responsável por fazer as requisições de serviços de atuação nos dispositivos ao servidor WEB e apresentar as respostas a essas solicitações.
Comentários	

Quadro 29: Descrição do nó Driver da Interface

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Driver de Interface
Dados	Nó de hardware
Serviços	Gerenciamento da comunicação entre o nó Servidor e os nós Controlador Central e Controlador de Segurança.
Comentários	Esse nó poderá fazer conversão de sinais para que os Controlador Central e Controlador de Segurança se comuniquem com o nó Servidor.

Quadro 30: Descrição do nó Controlador Central

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Controlador Central
Dados	Nó de hardware que contém software
Serviços	Recebimento de dados vindos do nó Servidor através do nó Driver de Interface e do nó Dispositivo de Controle Central e envio para o nó Controlador de Entradas e Saídas. Recebimento de retorno do nó Controlador de Entradas e Saídas e envio para o nó Servidor através do nó Driver de Interface.
Comentários	Esse nó funciona como um gerenciador entre a WEB e a residência. Quando um sinal chega, ele o processa e envia para o nó Controlador de Entradas e Saídas ao qual o sinal é direcionado. O retorno da ação é então recebido do nó Controlador de Entradas e Saídas e encaminhado para o usuário que efetuou a ação. Esse nó também recebe sinais do nó Dispositivo de Controle Central que pode ser um controle remoto, painel de controle etc. O sinal então é processado e enviado para o nó Controlador de Entradas e Saídas ao qual o sinal é direcionado.

Quadro 31: Descrição do nó Controlador de Entradas e Saídas

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Controlador de Entradas e Saídas
Dados	Nó de hardware que contém software
Serviços	Recebimento de sinais vindos do nó Controlador Central, do nó Dispositivo de Controle de Entradas e Saídas e do nó Sensor e envio para o nó Atuador. Envio de retorno ao nó Controlador Central.
Comentários	Placa de circuito integrado

Quadro 32: Descrição do nó Dispositivo de Controle de Entradas e Saídas

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Dispositivos de Controle de Entradas e Saídas
Dados	Nó de hardware
Serviços	Envio de sinais de atuação para os nós Atuadores e reiniciação do software do nó Controlador de Entradas e Saídas.
Comentários	Pode ser um painel de controle, um controle remoto etc. Permite a atuação local nos dispositivos

Quadro 33: Descrição do nó Dispositivo de Controle Central

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Dispositivo de Controle Central
Dados	Nó de hardware
Serviços	Envio de sinais para atuar nos dispositivos ligados ao nó Controlador de Entradas e Saídas e reiniciação do software contido no nó Controlador Central.
Comentários	Pode ser um painel de controle, um controle remoto, etc. Permite a atuação local nos dispositivos.

Quadro 34: Descrição do nó Dispositivo de Visualização

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Dispositivo de Visualização de Mensagens
Dados	Nó de hardware
Serviços	Recebimento de mensagens.
Comentários	Podem ser um display LCD, TV etc.

Quadro 35: Descrição do nó Sensor do subsistema de Controle de Dispositivos

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Sensor
Dados	Nó de hardware
Serviços	Envio de sinais para o nó Controlador de Entradas e Saídas
Comentários	Podem ser sensores diversos como, por exemplo, sensor de temperatura, luminosidade, movimento etc.

Quadro 36: Descrição do nó Atuador

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Atuador
Dados	Nó de hardware
Serviços	Recebimento de sinal do no Controlador de Entradas e Saídas e atuação nos dispositivos.
Comentários	Podem ser atuadores diversos como, relés, motores etc.

3.2.2.2 Arquitetura de implantação do Subsistema de Segurança

Esse tópico apresenta por meio da Figura 14 o diagrama de implantação do subsistema Segurança. Descreve também os principais nós e o conjunto de serviços oferecidos por eles, como mostram os Quadros de 37 a 43.

A Figura 14 permite observar os nós contidos no pacote estereotipado que representa o Subsistema Segurança da Residência. Conforme mostra a Figura 11, esse subsistema faz parte do Subsistema Segurança.

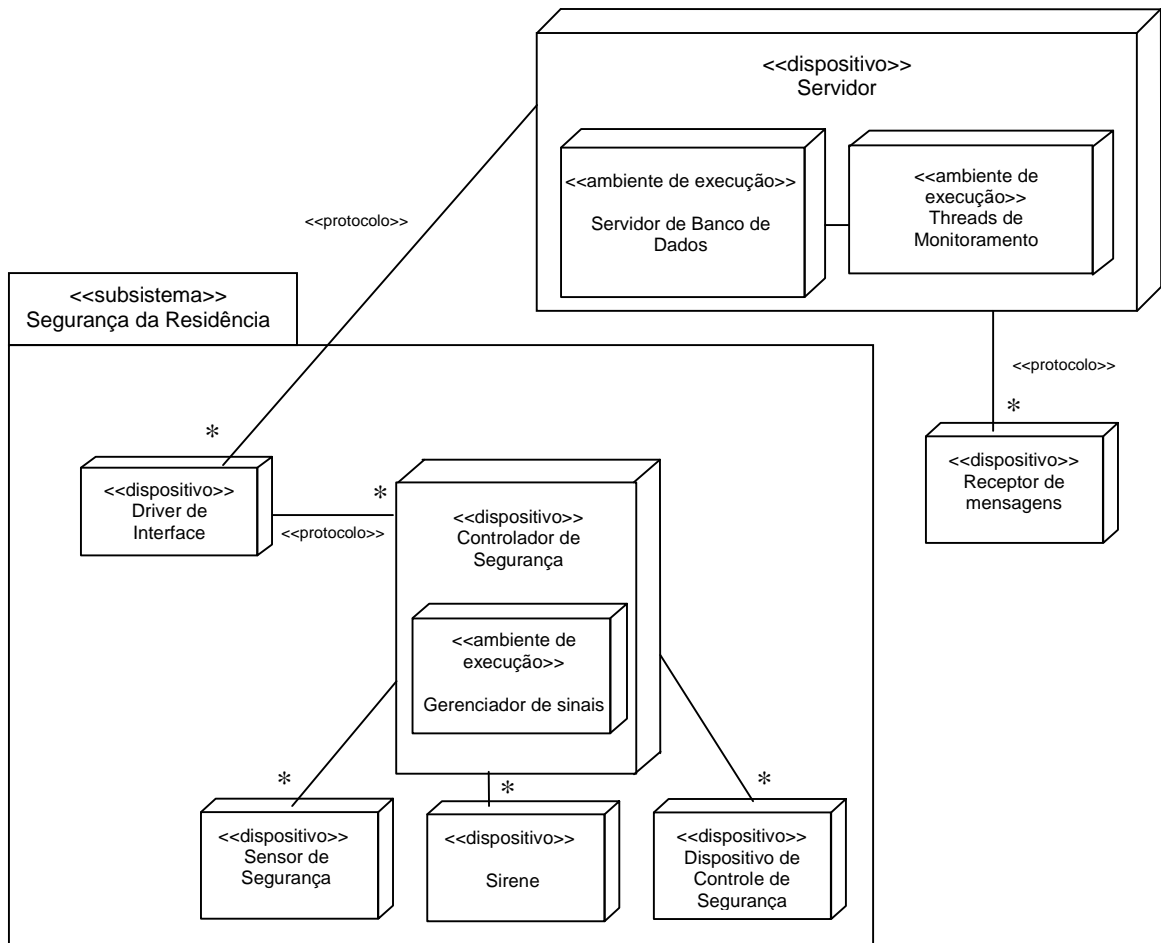


Figura 14: Arquitetura de implantação do Subsistema de Segurança

Quadro 37: Descrição do nó Controlador de Segurança

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Controlador de Segurança
Dados	Nó de hardware que contém software
Serviços	Recebimento de dados dos nós Sensor de Segurança e Dispositivo de Controle de Segurança, envio de sinais de atuação ao nó Sirene e envio de mensagens ao nó Servidor através do nó Hardware de Interface.
Comentários	Se chegar sinais dos nós Sensores indicando a entrada não autorizada na residência, esses sinais são processados e um sinal de atuação é enviado ao nó Sirene. Nessa situação, uma mensagem é enviada ao usuário por meio do nó Receptor de Mensagens. Se um sinal de emergência do nó Dispositivo de Controle de Segurança for processado, uma mensagem é enviada ao nó Receptor de Mensagens alertando o usuário.

Quadro 38: Descrição do nó Servidor de Banco de Dados

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Servidor de Banco de Dados
Dados	Nó de software
Serviços	Armazenamento de dados dos usuários necessários para o envio de mensagem de alerta.
Comentários	

Quadro 39: Descrição do nó Thread de Monitoramento

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Thread de Monitoramento
Dados	Nó de software
Serviços	Monitorar constantemente uma porta lógica ligada ao subsistema Segurança da Residência. Por essa porta chegam mensagens de alerta que devem ser transmitidas instantaneamente aos usuários.
Comentários	

Quadro 40: Descrição do nó Dispositivo de Controle de Segurança

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Dispositivo de Controle de Segurança
Dados	Nó de hardware
Serviços	Envio de sinais de emergência, de armamento ou desarmamento do alarme e de reiniciação do software contido no nó Controlador de Segurança.
Comentários	Pode ser um painel de controle, um controle remoto, etc.

Quadro 41: Descrição do nó Sirene

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Objeto	Sirene
Dados	Nó de hardware
Serviços	Recebimento de sinal do nó Controlador de Segurança e liberação de som.
Comentários	Podem ser sirenes de diversas configurações e modelos.

Quadro 42: Descrição do nó Sensor do Subsistema de Segurança

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Sensor
Dados	Nó de hardware
Serviços	Envio de sinais para o nó Controlador de Segurança.
Comentários	Podem ser sensores diversos como, por exemplo, sensor de movimento, sensor de abertura de portas e janelas etc.

Quadro 43: Descrição do nó Receptor de Mensagem

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Receptor de mensagem
Dados	Nó de hardware
Serviços	Recebimento de mensagens de alerta enviadas pelo nó Controlador de Segurança.
Comentários	Podem ser telefones celulares, e-mail etc.

3.2.2.3 Arquitetura de implantação do Subsistema de Vigilância

Esse tópico apresenta por meio da Figura 15 o diagrama de implantação do subsistema Vigilância. Descreve também os principais nós e o conjunto de serviços oferecidos por eles, como mostram os Quadros 44 a 47.

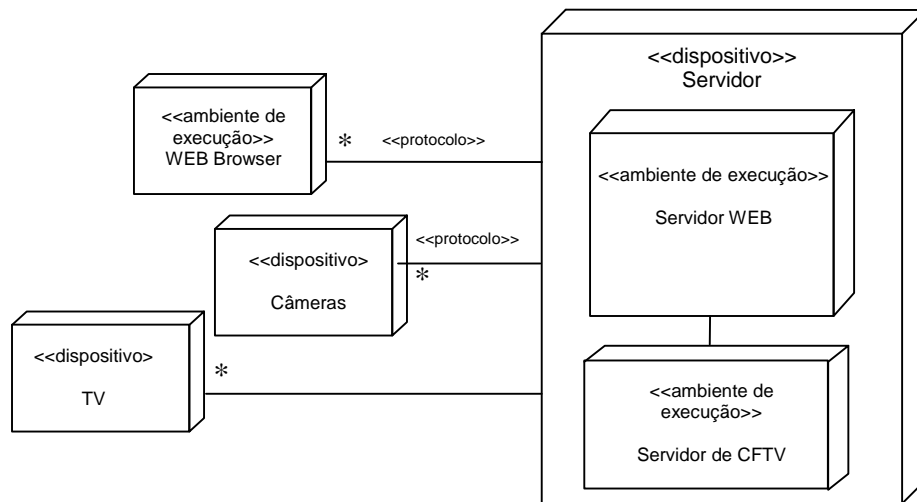


Figura 15: Arquitetura de implantação do Subsistema de Vigilância

Quadro 44: Descrição do nó Câmera

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Câmeras
Dados	Nó de hardware
Serviços	Envio de imagens em tempo real para o nó Servidor de CFTV.
Comentários	Podem ser câmeras diversas de diversas configurações e modelos.

Quadro 45: Descrição do nó Servidor de CFTV

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Servidor de CFTV
Dados	Nó de hardware que contém software
Serviços	Recebimento de imagens do nó Câmera e envio para o nó WEB Browser e/ou para o nó TV.
Comentários	

Quadro 46: Descrição do nó Servidor WEB

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	Servidor WEB
Dados	Nó de software
Serviços	Armazenamento e execução de componentes da aplicação WEB que fazem a interface com o servidor de CFTV permitindo o acompanhamento das imagens das câmeras em tempo real por meio da Internet.
Comentários	

Quadro 47: Descrição do nó WEB Browser

Sistema	Controle e Monitoramento Residencial
Nó	WEB Browser
Dados	Nó de software
Serviços	Apresentação das filmagens realizadas pelas câmeras em tempo real para o usuário WEB ou administrador.
Comentários	

3.2.3 Arquitetura de classes de objetos

O diagrama de classes apresenta a estrutura estática do sistema com suas classes e colaborações.

Para uma maior compreensão do modelo de classes de objetos, serão apresentados os modelos de classes dos subsistemas de Controle de Dispositivos, de Segurança e de Vigilância separadamente.

3.2.3.1 Projeto das classes do subsistema Controle de Dispositivos

O subsistema Controle de Dispositivos é composto pelo subsistema WEB que faz interface com os subsistemas Dispositivos da Residência. A Figura 16 apresenta as classes desse subsistema.

Como pode ser observado na Figura 16, o Subsistema WEB faz interface, por meio da classe Controlador, com o Subsistema Dispositivos da Residência. Essa interface pode ser melhor compreendida observando-se as Figuras 11 e 13 que situam o Subsistema Dispositivos da Residência no contexto arquitetural do framework.

Outra interface existente nesse diagrama é a realizada por meio da classe ConexaoBD com o pacote Repositório de Dados. Essa interface é estabelecida para que todas as informações dos dispositivos, usuários, locais, atuadores e resultados de atuações possam ser armazenadas e manipuladas.

O pacote Páginas WEB, com estereótipo <<páginas>>, faz interface com a classe Controle de Dados que contém o estereótipo <<controle>>. Essa classe recebe informações das páginas WEB e retornam conteúdo para serem exibidos no Browser.

Para Booch et al. (2005) interface é uma coleção de operações utilizadas para especificar um serviço de uma classe ou componente. Interfaces especificam o contrato para uma classe ou componente sem determinar a forma de implementação. O propósito mais comum para a utilização de interfaces em um sistema é a modelagem de costuras no sistema.

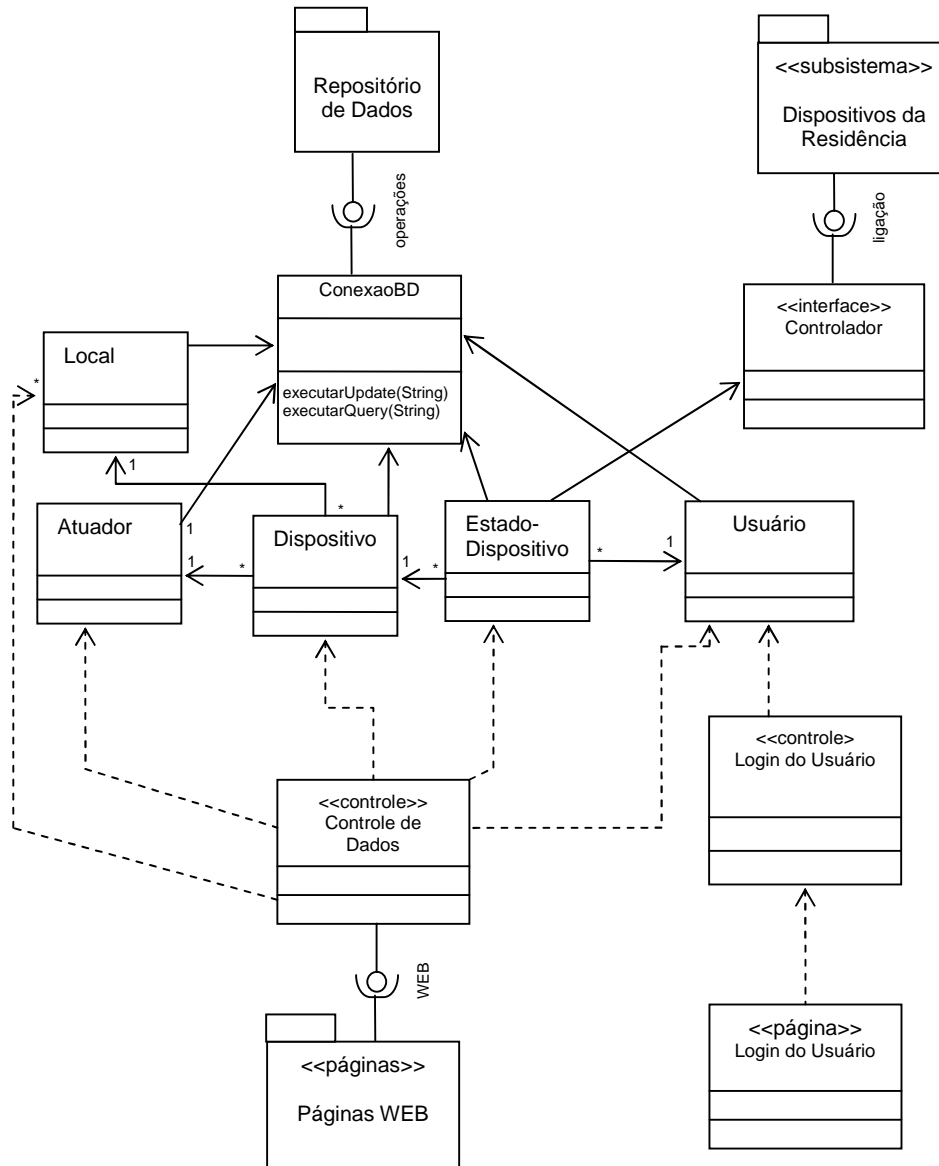


Figura 16: Arquitetura de classes de objetos do subsistema de Controle de Dispositivos

Além das interfaces, foram usados estereótipos em diversas classes desse diagrama. O estereótipo <<página>> representa as páginas WEB através das quais o usuário acessa o sistema. As classes com o estereótipo <<controle>> recebem no servidor as solicitações que o usuário faz através das páginas WEB e envia dados e informações para classes específicas (local, usuário, atuador, dispositivo etc.) que

manipulam informações no banco de dados por meio da classe ConexaoBD. A classe ConexaoBD é um dos exemplos de reuso de código desse diagrama. Essa classe permite executar operações de inclusão, alteração, consulta e exclusão no banco de dados, baseadas nos dados recebidos das diversas classes específicas da aplicação.

A classe Estado-Dispositivo permite a manipulação de dados relacionados à atuação nos dispositivos da residência, por exemplo, usuário, data/hora e tipo de atuação. Dessa classe é instanciado um objeto da classe Controlador que faz a interface com os nós de hardware de controle de dispositivos do Subsistema Dispositivos da Residência.

3.2.3.2 Projeto das classes do subsistema Segurança

O subsistema Segurança é composto pelos subsistemas Monitoramento de Segurança e Segurança da Residência como mostra o diagrama de pacotes da Figura 11. Na seqüência são apresentadas as classes desse subsistema.

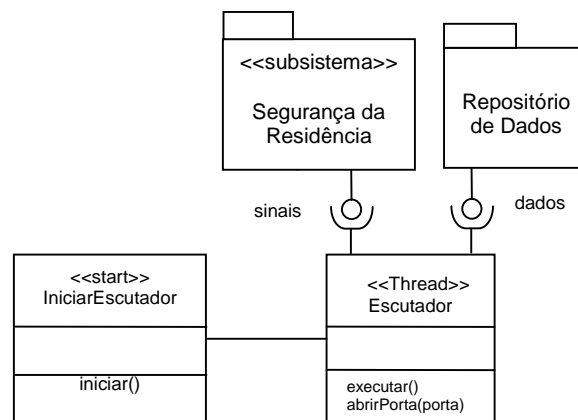


Figura 17: Arquitetura de classes de objetos do subsistema de Segurança

O subsistema de Segurança é composto pelos subsistemas Monitoramento de Segurança e Segurança da Residência. As classes desse subsistema fazem interface com o pacote Repositório de Dados e com o Subsistema Segurança da Residência. Essas interfaces podem ser melhor compreendidas observando-se as Figuras 11 e 14 que situam o Subsistema Segurança da Residência no contexto arquitetural do framework.

A primeira interface é realizada com o pacote estereotipado que representa o Subsistema Segurança da Residência. Esse pacote contém nós com componentes

que fazem o monitoramento de sensores e botões de emergência na residência como mostra a Figura 14. A segunda interface é estabelecida com o pacote Repositório de Dados para a obtenção de informações necessárias para o envio de mensagens de alerta ao usuário, como por exemplo, números de telefone, e-mails etc.

3.2.3.3 Projeto das classes do subsistema Vigilância

O subsistema Vigilância é composto pelos subsistemas Câmeras da Residência e CFTV apresentados no diagrama de pacotes da Figura 5. Pode ser interfaceado opcionalmente com o subsistema WEB.

Nesse framework optou-se por não apresentar um diagrama de classes específico para esse subsistema já que o hardware e software podem ser totalmente desenvolvidos ou pode ser usado um conjunto de nós adquirido nos kits de CFTV (Circuito Fechado de TV).

3.3 Como usar o framework

Esse framework apresenta um padrão de requisitos e arquitetura para sistemas de automação residencial compostos por três partes, a parte de segurança, a parte de controle de dispositivos e a parte de monitoramento de câmeras de vigilância. Essas partes foram representadas na arquitetura de subsistemas respectivamente como Subsistema Segurança, Subsistema Controle de Dispositivos e Subsistema Vigilância.

Cada um desses subsistemas pode ser desenvolvido de forma independente utilizando-se esse framework, já que fornecem um conjunto de funcionalidades que podem trabalhar de maneira independente. Por exemplo, o subsistema Vigilância pode ser desenvolvido apenas para fazer o acompanhamento do ambiente residencial em tempo real por meio de câmeras de vigilância. Já o subsistema Controle de Dispositivos apenas para controlar o funcionamento dos dispositivos residenciais e o subsistema Segurança apenas para monitorar o sistema de alarme e o pressionamento de botões de emergência. Nada impede, porém, que esses sistemas sejam ligados das mais variadas maneiras.

Seja qual for a escolha - se o todo ou uma das partes - esse framework pode ser instanciado e utilizado acrescentando-se aos modelos características específicas da tecnologia de hardware e software utilizada e do protocolo de comunicação.

Os requisitos funcionais específicos dentro do escopo da aplicação devem ser representados no diagrama de caso de uso e classificados de acordo com a proposta do framework. Os casos de uso apresentados de uma maneira generalizada podem ser representados de maneira especializada desmembrando-os em casos de uso mais específicos. Por exemplo, o caso de uso Manter dispositivos, locais, atuadores e usuários poderá ser desmembrado nos casos de uso incluir usuários, alterar usuários, consultar usuários, excluir usuários, listar usuários etc. O mesmo procedimento poderá ser realizado para locais, atuadores e dispositivos. Já o caso de uso verificar dados dos sensores pode dar origem aos casos de uso verificar dados dos sensores de movimento, verificar dados dos sensores de abertura de portas e janelas etc.

Os demais requisitos específicos do sistema como as restrições e particularidades do domínio também devem ser classificados e apresentados como complemento ao conjunto de requisitos do framework.

Após a classificação e apresentação dos requisitos, segue-se a construção do modelo de subsistemas por meio do diagrama de pacotes da UML. Cada pacote apresentado no framework pode conter pacotes menores representando outros agrupamentos. Por exemplo, o pacote Câmeras da Residência pode conter os pacotes Câmeras Internas e Câmeras Externas. Os nomes dos subsistemas também podem mudar para se adequar a características tecnológicas específicas. Por exemplo, o pacote Repositório de Dados pode receber o nome de Banco de Dados MySQL. Outras ligações entre os subsistemas podem ser representadas, como uma ligação entre os subsistemas CFTV e WEB. O cuidado que deve ser tomado é para que as alterações não impliquem modificações de toda a cadeia do modelo arquitetural e se implicarem, elas devem ser adequadamente representadas nos demais modelos da arquitetura.

Feita a representação da arquitetura de subsistemas o próximo passo é apresentar a arquitetura física do sistema por meio do diagrama de implantação.

Nessa fase o diagrama apresentado no framework pode ser redesenhado de forma que nos nós com o estereótipo <<ambiente de execução>> sejam representados os artefatos de software com o estereótipo <<artefato>>. Já os nós

específicos de sistemas embutidos como Sensor e Atuador podem ser desenhados com estereótipos familiares desse tipo de sistema. Para todos os nós nomeados no framework de maneira generalizada devem ser atribuídos nomes específicos para atender às características técnicas do sistema. Por exemplo, os componentes Dispositivos de Controle de Entradas e Saídas podem ser nomeados como Controle Remoto, Painel de Controle etc. Sensores e Atuadores também devem ser nomeados de forma adequada como mostra a Figura 18.

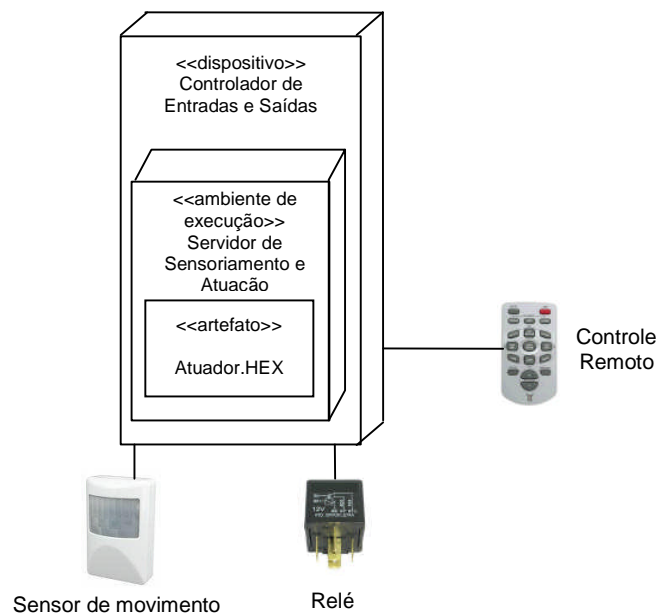


Figura 18: Exemplo de Diagrama de Implantação para Sistemas Embutidos

A arquitetura de implantação pode ser expandida nos nós da representação já que a maioria dos componentes representam peças que podem ser inseridas ou retiradas para atender uma necessidade específica. Por exemplo, novos componentes Controladores de Entradas e Saídas podem ser acoplados, assim como novas Câmeras etc.

Para cada nó representado deve ser feita uma descrição dos serviços oferecidos, do hardware e do software. Deve ser descrito também detalhes da implementação dos componentes de hardware e software e apresentada a arquitetura de classes para os nós que contenham aplicações orientadas a objetos.

Na arquitetura de classes de objetos devem ser especificados os atributos e operações das classes que de fato serão implementadas. Isso pode ser feito através de um redesenho dos diagramas acrescentando os atributos e operações ou por meio de uma descrição em linguagem natural. Essas informações serão úteis no

desenho de outros aspectos do sistema não apresentados nesse framework, como a troca de mensagens e o fluxo de acontecimentos dentro dos casos de uso. Para essas representações são sugeridos os diagramas de seqüência e atividade da UML.

Para complementar o framework apresentado recomenda-se ainda o uso do diagrama de temporização da UML para representar as restrições de tempo apresentadas nos requisitos não funcionais. Esse diagrama é útil para representar restrições de tempo que afetam vários casos de uso.

Outros frameworks também podem ser usados em conjunto com esse, como o framework de desenvolvimento Modelo-Visão-Controlador (MVC). O MVC é um dos frameworks mais conhecidos e utilizados em aplicações orientadas a objetos. É utilizado no desenvolvimento de aplicações em três camadas, a camada de visão (interface com o usuário), a camada de modelo (operações com os dados) e a camada intermediária entre modelo e visão, a camada controlador.

Um framework de segurança baseado em criptografia também pode ser utilizado para evitar que, por exemplo, um *hacker* invada o sistema e comprometa a segurança física da residência colocando em risco a integridade de seus moradores.

“A criptografia converte dados legíveis em algo sem sentido, com capacidade de recuperar os dados originais a partir desses dados sem sentido” (BURNETT, PANE, 2002, p.178).

Na impossibilidade de usar um framework de segurança, recomenda-se o uso de protocolos de segurança na comunicação WEB, como o protocolo Secure Sockets Layer (SSL). Segundo Burnett e Pane (2002) esse protocolo fornece segurança na camada Transmission Control Protocol (TCP) da pilha de rede de TCP/IP. SSL fornece um canal seguro entre cliente e servidor onde os dados são autenticados confidencialmente nesse canal. O protocolo SSL pode ser usado através de ferramentas como a SSL-C/J da empresa RSA Security Inc. Essa ferramenta está disponível para aplicações desenvolvidas em Java e C. SSL é um dos protocolos mais utilizados em aplicações de comércio eletrônico e ideal para aplicações WEB.

4. ESTUDO DE USO

Para validar o framework, nesse capítulo é apresentado um estudo de uso para o desenvolvimento de um sistema de automação residencial de baixo custo para atender a um nicho de mercado de consumidores que procuram em casas que comercializam materiais para a construção de soluções de automação residencial quando vão construir ou reformar sua residência. A solução desenvolvida nesse estudo de uso instancia todo o framework apresentado e insere as características específicas da tecnologia utilizada.

4.1 Escopo do projeto

O sistema proposto é baseado no framework apresentado e permite que o usuário monitore e controle os dispositivos de sua residência localmente por painel de controle e através da Internet por computador ou dispositivos móveis, com visualização por câmeras em tempo real.

Uma aplicação cliente-servidor (Website) desenvolvida em Java permite o controle de dispositivos e o monitoramento das câmeras pela Internet. Outra aplicação também na plataforma Java permite o monitoramento de portas/janelas e botões de emergência, enviando uma mensagem para o e-mail e celular dos usuários cadastrados caso o alarme soe ou um botão de emergência seja pressionado.

Placas ligadas a portas USB permitem a troca de informações entre o computador e o hardware instalado no interior da residência tornando possível o controle dos dispositivos através da Internet. Painéis de controle instalados na residência também permitem o controle dos dispositivos localmente, independentes do computador.

Não faz parte do escopo desse projeto:

- Fazer a integração para os sistemas de som, TV e DVD, pois esses sistemas possuem uma grande gama de aparelhos com tecnologia proprietária que dificultam ou impedem a criação de uma interface de comunicação com um sistema de automação;
- Desenvolver uma solução 100% portátil para qualquer plataforma de hardware e sistema operacional;
- Fazer controle de precisão para motores, por exemplo, de portão e garagem e persianas;

- Controlar o consumo de energia elétrica, água ou gás da residência;
- Fazer a intervenção no hardware de tecnologias proprietárias;
- Fazer o controle da atuação nos dispositivos realizada por usuários locais;
- Apresentar o status dos dispositivos para os usuários locais ou remotos.

4.2 O modelo dos casos de uso

Baseado na Figura 7 que mostra o diagrama de casos de uso do framework, a Figura 19 apresenta os casos de uso do sistema a partir da expansão dos casos de uso mais genéricos. Um ator identificado como Usuário WAP também foi inserido para separar as funcionalidades disponíveis para o acesso ao sistema por computador e dispositivos móveis através da Internet.

4.3 Classificação de requisitos

Nesse tópico serão classificados somente os requisitos adicionais aos apresentados no framework e alterados os requisitos que incorporam aspectos particulares da tecnologia usada.

Requisitos de usuário:

- O sistema deve fornecer um meio de controlar os dispositivos da residência através de computador ou dispositivos móveis por meio da Internet;
- O sistema deve fornecer um meio de controlar dispositivos localmente por painéis de controle no interior da residência;
- O sistema deve disponibilizar as mesmas operações tanto para usuários comuns como para administradores quando o acesso for por dispositivos móveis.

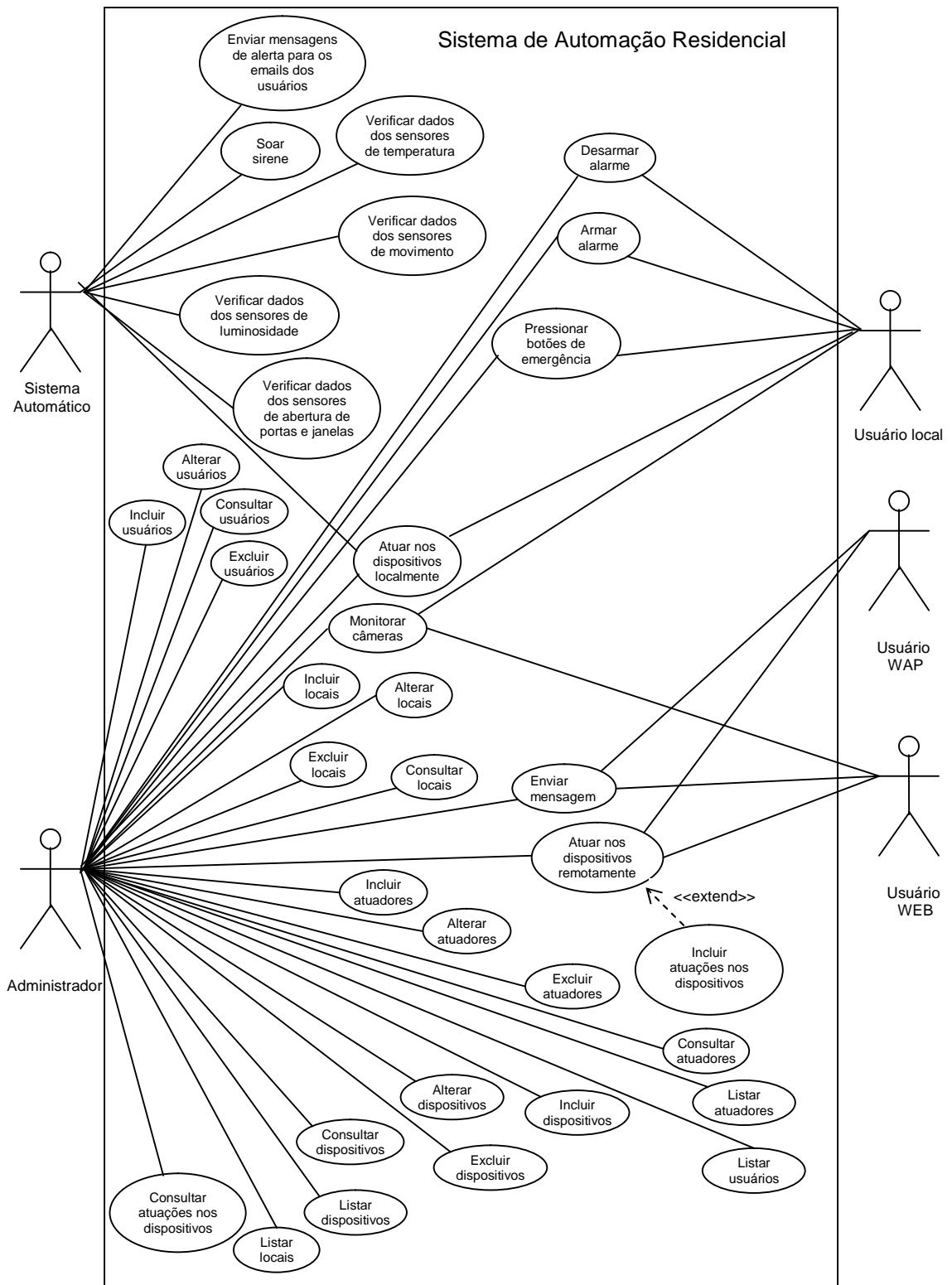


Figura 19: Diagrama de caso de uso do estudo de uso

Requisitos funcionais:

- O sistema deve ativar a sirene caso seja detectada a abertura não autorizada de portas e janelas da residência e enviar uma mensagem de alerta aos usuários;
- As mensagens de alerta do sistema devem ser enviadas aos e-mails de todos os usuários cadastrados;
- O sistema deve permitir que o usuário monitore as câmeras da residência localmente (pelo computador ou TV) ou através da Internet apenas por computador e não por dispositivos móveis;
- Deve ser permitido ao usuário enviar mensagens através da Internet tanto por computador quanto por dispositivos móveis para um display LCD instalado no interior da residência;
- O sistema deve registrar as operações dos usuários através da Internet em um banco de dados;
- O sistema deve permitir que sejam acesas lâmpadas de alguns cômodos da residência automaticamente quando a luminosidade estiver baixa e for detectado movimento no ambiente. Após dois minutos sem detectar movimento, as lâmpadas devem ser apagadas automaticamente. Essas lâmpadas também poderão ser ligadas ou desligadas pelo usuário local ou remoto;
- Ao detectar temperatura acima de 25°C e presença no ambiente o sistema deve ligar as tomadas controladas conectadas a ventiladores. Após cinco minutos sem detectar movimento, essas tomadas devem ser desligadas automaticamente. Essas tomadas também podem ser ligadas ou desligadas pelo usuário local ou remoto;
- Deve haver um computador ligado 24h por dia e conectado à Internet para que o sistema possa ser controlado remotamente e para que sejam trocadas mensagens entre os usuários e o sistema;
- O sistema deve solicitar o *login* e senha do usuário para qualquer operação relacionada ao controle de dispositivos e usuários pelo computador ou dispositivos móveis por meio da Internet;
- Painéis de controle no interior da residência devem permitir o controle local dos dispositivos através de botões;

- O sistema deve possuir uma interface com a Internet por meio da porta USB do computador;
- O sistema deve monitorar sensores de temperatura, luminosidade, movimento e de abertura de portas e janelas;
- O alarme pode ser armado ou desarmado através do pressionamento de botões de um painel de controle;
- A sirene deve ser silenciada pelo desarmamento do alarme;
- O sistema deve permitir ligar todas as lâmpadas da residência através de um botão e desligá-las através de outro;
- O sistema deve permitir ligar ou desligar individualmente dispositivos como ventiladores, tomadas e lâmpadas através de painéis de controle;
- O sistema deve permitir que apenas usuários com status de administrador inclua, altere, consulte ou exclua:
 - Dispositivos através da manipulação do local em que se encontra o dispositivo, do tipo do dispositivo, do nome do dispositivo e do nome do atuador usado para controlar-lo;
 - Usuários através da manipulação do nome do usuário, tipo do usuário, e-mail, senha e *login*;
 - Locais através da manipulação do nome do local e da descrição;
 - Atuadores através da manipulação do nome do atuador e da descrição.
- O sistema deve permitir ligar ou desligar dispositivos através do computador e dispositivos móveis por meio da Internet. Em cada uma dessas operações devem ser armazenados o local em que se encontra o dispositivo, o nome do dispositivo, a ação realizada sobre ele, a data e hora e o *login* do usuário que realizou a atuação.

Requisitos não funcionais:

Os requisitos relacionados às restrições de tempo foram definidos e otimizados com base em testes práticos no estudo de uso proposto e em sistemas já existentes. Os valores apresentados, por exemplo, para coleta de dados dos sensores ou para eliminar ruído no pressionamento de botões (*debounce*) entre outros, foram testados e considerados ideais para esse projeto. Os requisitos não funcionais são:

- Todo o sistema será baseado no framework desenvolvido;

- As mensagens enviadas por meio da Internet devem ser mostradas no display LCD instalado no interior da residência em no máximo 5 segundos;
- O site que permite o controle de dispositivos e monitoramento de câmeras pela Internet deve levar em consideração aspectos relativos à usabilidade e comunicabilidade, ou seja, deve ser intuitivo, amigável, fácil de navegar e ter visual agradável podendo ser acessível também a pessoas com baixo grau de instrução;
- O sistema deve ser facilmente expansível e portátil para outras plataformas de sistema operacional com pequenas modificações;
- Um evento de detecção do sensor de luminosidade deve ser reconhecido dentro de 60 milissegundos, e do sensor de temperatura dentro de 30 segundos;
- O sistema deve ser de baixo custo aproveitando-se ferramentas e materiais gratuitos ou baratos desde que não comprometa sua qualidade, segurança e funcionalidade;
- Deve ser dada prioridade maior para automação de lâmpadas, câmeras de vigilância e controle de acesso;
- O sistema deve levar em consideração aspectos relativos à segurança, baixo custo e baixo consumo de energia elétrica;
- O hardware do produto deve ser desenvolvido em módulos (kits) permitindo a fácil expansão do sistema;
- A alteração no estado das tomadas e lâmpadas automáticas pela ação dos sensores deve ocorrer no máximo 2 segundos após acontecer um evento necessário para a mudança de estado;
- O painel de controle deve possuir um teclado e uma legenda para os botões.

Requisitos de domínio:

- O sistema deve permitir que usuários comuns tenham acesso, através da Internet, apenas às funções de monitoramento de câmeras, atuação nos dispositivos com registro no banco de dados e envio de mensagens para a residência;

- O sistema deve permitir o acesso através da Internet por dispositivos móveis apenas às funções de atuação nos dispositivos com registro no banco de dados e envio de mensagens para a residência;
- O sistema deve permitir que usuários administradores tenham acesso, através da Internet, às funções de monitoramento de câmeras, atuação nos dispositivos com registro no banco de dados, envio de mensagens para a residência, controle de usuários, controle de dispositivos, controle de atuadores, controle de locais e consultas de atuações nos dispositivos;
- O sistema deve permitir que o usuário local (dentro da residência) possa controlar o sistema de alarme, pressionar botões de emergência, monitorar câmeras, e atuar nos dispositivos;
- O sistema deve permitir que o usuário opere as funções de alarme somente localmente.

4.4 Arquitetura de subsistemas

Nesse tópico é apresentado, por meio do diagrama de pacotes da Figura 20, a divisão do sistema em subsistemas. Optou-se por redesenhar o diagrama apresentado na Figura 11 do framework para mostrar características específicas dessa instância, como a ligação de dependência entre os subsistemas CFTV e WEB e a mudança de nome do pacote Repositório de Dados para Banco de Dados MySQL.

4.5 Arquitetura de implantação

Nesse tópico é apresentado o sistema com o hardware e os artefatos de software presentes em cada nó. É apresentado também as tecnologias envolvidas no desenvolvimento do hardware e software. O conjunto de serviços oferecidos nos nós foram descritos no framework.

Optou-se por redesenhar o diagrama mostrado na Figura 12 do framework, incluindo características específicas da tecnologia usada, como mostra a Figura 21.

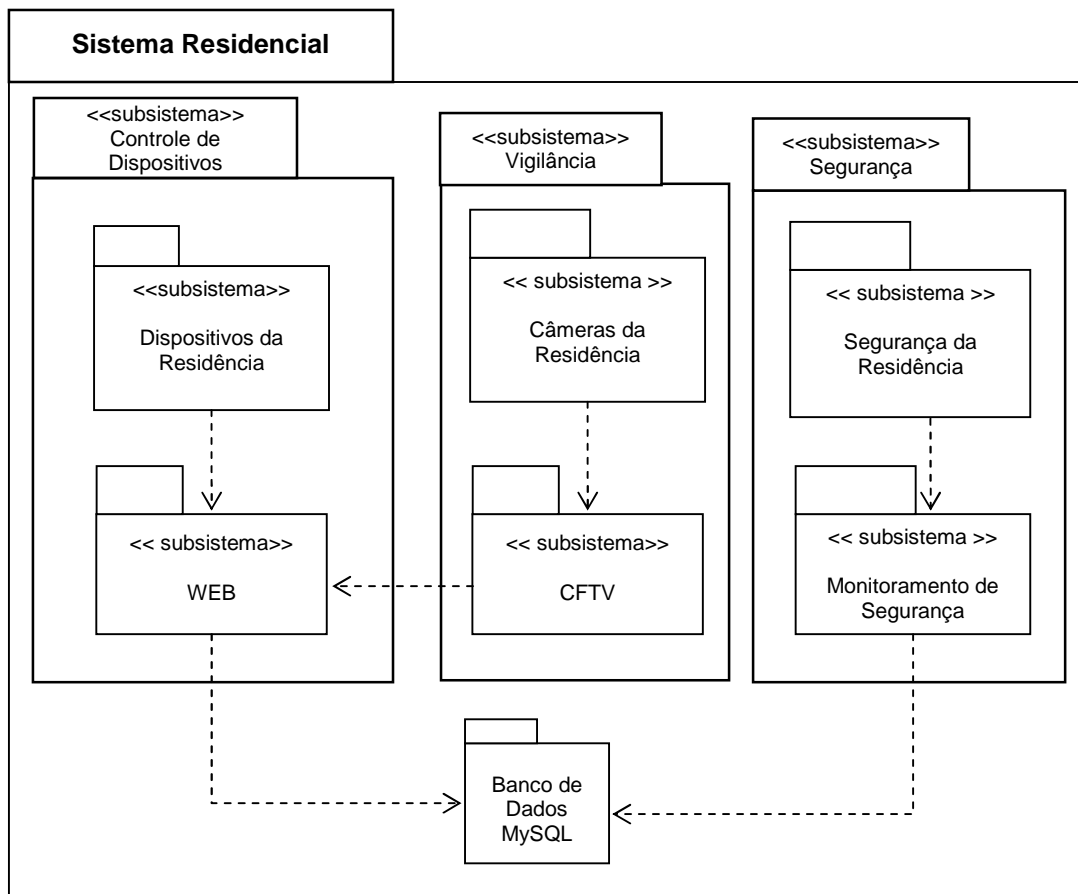


Figura 20: Subsistemas do estudo de uso

4.5.1 Descrição de hardware e software dos principais nós do sistema

Esse tópico apresenta o hardware e os artefatos de software existentes nos principais nós do sistema. Para os nós com componentes de software orientados a objetos são apresentados também os diagramas de classe com as classes, atributos e as principais operações. Para todas as descrições dos nós do sistema deve ser observado o diagrama de implantação da Figura 21.

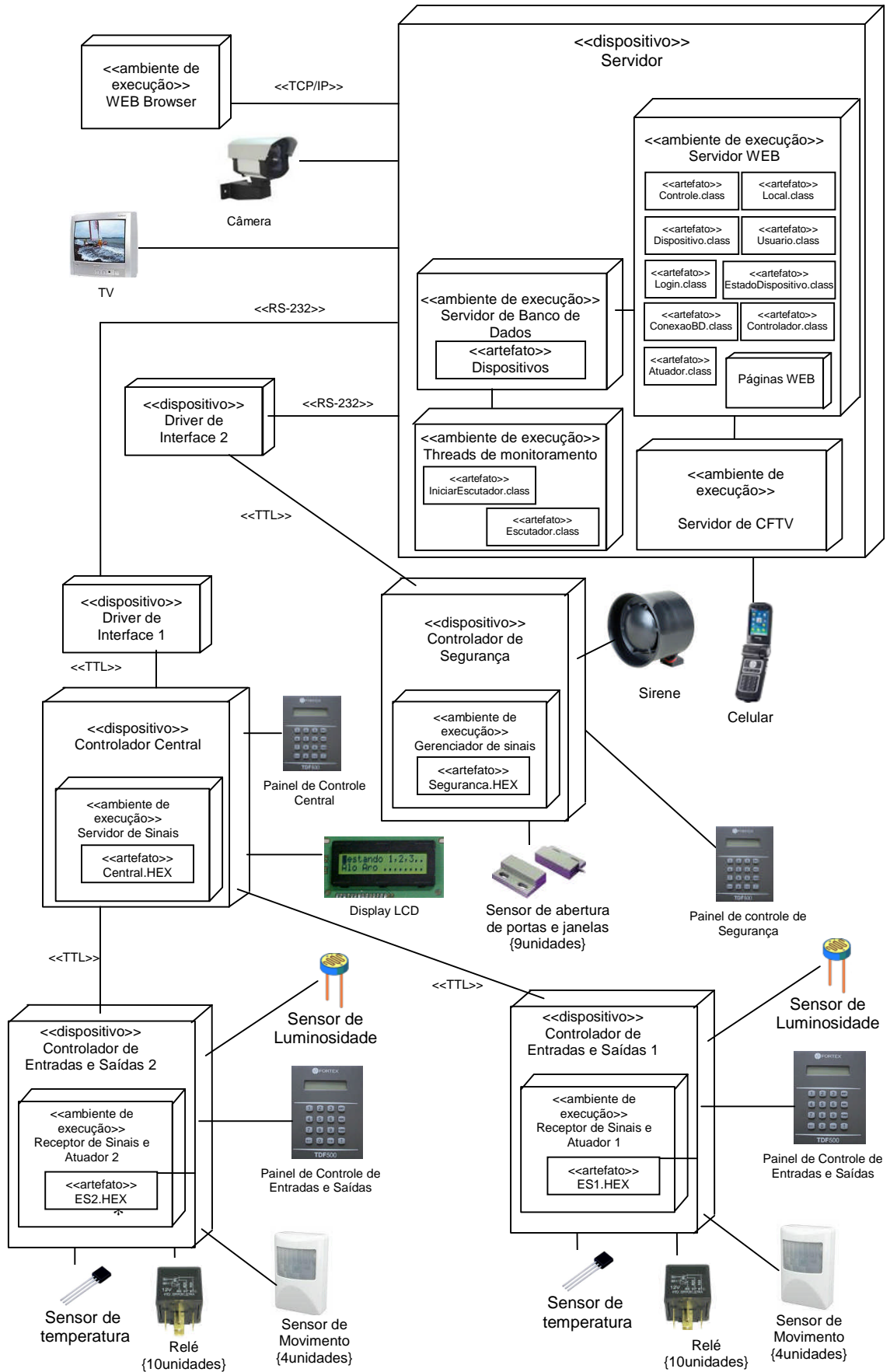


Figura 21: Diagrama de implantação do estudo de uso

4.5.1.1 Descrição de hardware e software do nó Servidor

Para representar o nó servidor foi usado um computador com processador AMD sempron 3000, 500Mb de memória RAM, com placa de captura de vídeo para 4 câmeras e acesso à Internet por banda larga com velocidade de 2Mbps.

Os recursos de software necessários foram:

- Sistema Operacional Windows 98 ou superior (Microsoft): plataforma de Sistema Operacional usada no sistema;
- Java™ 2 SDK, Standard Edition v1.4.2 ou superior (free): plataforma de desenvolvimento Java J2SE;
- Apache Tomcat v5.0.x ou superior (free): usado para tornar o computador um servidor de Internet (Web e WAP);
- No-IP Dynamic Update Client v2.2.1 (free): usado na conexão de banda larga para permitir a utilização de um nome amigável para o domínio (site);
- FTDI USB Serial Converter Driver (free): driver para comunicação através da porta USB usando o chipset FT232BM da empresa FTDI;
- JD2XX Java Native Interface Port (free): JNI para a comunicação da aplicação Java com a porta USB;
- MySQL Server 4.0 ou superior (free): servidor de banco de dados para permitir operações (inclusive simultâneas) no banco de dados usado no sistema;
- MySQL Connector/J 3.0 ou superior (free): pacote de classes para a conexão e operação do banco de dados MySQL com aplicações desenvolvidas em Java;
- Digital Vídeo Recording Software: software da placa de captura de vídeo que permite acesso às câmeras via WEB.

Nesse nó executam os subsistemas CFTV, Monitoramento de Segurança e WEB. A interligação entre esses subsistemas pode ser observada por meio da Figura 20.

O subsistema WEB foi desenvolvido de forma orientada a objetos usando a plataforma Java. Esse subsistema é composto por uma aplicação cliente-servidor (Website) que permite ao usuário acessar os dispositivos da residência por meio da

Internet. Na criação dessa aplicação procurou-se levar em consideração aspectos relacionados à criação de uma interface amigável com o usuário. Os conceitos relacionados à interface com o usuário e aspectos usados nesse projeto podem ser encontrados no Apêndice C.

4.5.1.1.1 Diagrama de classe do Subsistema WEB do nó Servidor

Seguindo a orientação da forma de uso do framework, para o Subsistema WEB - que foi desenvolvido seguindo os padrões da orientação a objetos e executa no nó Servidor - é necessário apresentar a arquitetura de classes de objetos. A Figura 23 apresenta o diagrama de classe desse subsistema.

As representações do fluxo de trabalho que acontecem nos casos de uso desse subsistema são apresentadas nos diagramas de atividade do Apêndice B.

4.5.1.1.2 Diagrama de classe do Subsistema Monitoramento de Segurança do nó Servidor

O Subsistema Monitoramento de Segurança contém uma aplicação orientada a objetos que executa no nó Servidor. A Figura 22 apresenta o diagrama de classe desse subsistema.

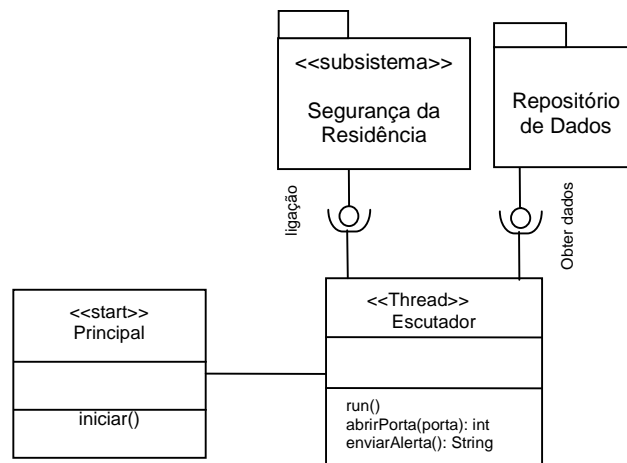


Figura 22: Diagrama de classe do Subsistema Monitoramento de Segurança

As representações do fluxo de trabalho que acontecem nos casos de uso desse subsistema são apresentadas no Apêndice B.

4.5.1.2 Descrição de hardware dos nós Driver de Interface

A Figura 24 mostra a placa de comunicação entre o nó Servidor e o nó Controlador Central ou Controlador de Segurança. Essa placa representa o hardware dos nós Driver de Interface e tem a finalidade de converter sinais elétricos do padrão RS-232 para TTL e vice-versa. Não há artefato de software nesse nó.

RS-232 (também conhecido por EIA RS-232C) é um padrão para troca em série de dados binários entre um *Data Terminal Equipment* (DTE) e um *Data Communication Equipment* (DCE). É comumente usado nas portas seriais dos computadores. Esse padrão é recomendado para conexões curtas (quinze metros ou menos). Os sinais variam de 3 a 25 volts positivos ou negativos, valores próximos de zero não são sinais válidos para esse padrão.

Para ligar a porta USB do nó Servidor (de comunicação serial que se comunica no padrão RS232) com o nó Controlador Central ou Controlador de Segurança, é preciso converter os sinais RS232 em sinais Transistor-Transistor Logic (TTL). Nesse projeto foi utilizado um circuito com o chipset FT232BM da empresa FTDI para fazer essa interface.

Sinais TTL são sinais elétricos que operam com voltagens entre 0v e 5V.

Na placa mostrada na Figura 25, todo o circuito é alimentado com 5V e os pinos 24 (RX = receptor) e 25 (TX = transmissor) do chipset FT232BM são usados para fazer a comunicação desse componente com o microcontrolador do nó Controlador Central ou Controlador de Segurança.

O CI opcional 93C46 é uma memória do tipo EEPROM que pode ser usada para personalizar o produto com informações como nome do fabricante, número de série, versão, vendedor etc. Essa memória armazena até 128 bytes. Podem ser usados também os CIs 93C56 ou 93C66 com maior capacidade.

Os CIs 6N136 da interface foto-acoplada presente nessa placa também são opcionais e tem a finalidade de isolar eletricamente o circuito do chipset FT232BM da parte do sistema que trabalha ligado à rede elétrica.

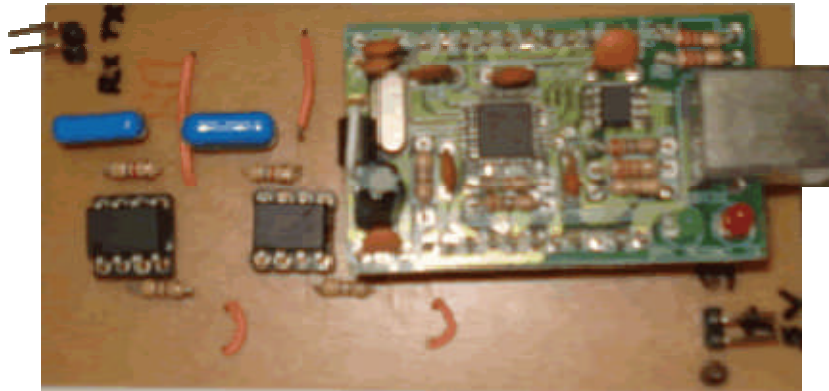


Figura 24: Placa referente ao nó Driver de Interface

4.5.1.3 Descrição de hardware e software do nó Controlador de Segurança

O hardware do nó Controlador de Segurança mostrado na Figura 25 é composto por uma placa com microcontrolador Peripheral Interface Controller (PIC) modelos 16F877A da empresa Microchip. O artefato de software Segurança.HEX contido nessa placa faz o monitoramento de sensores *reed switch* (nó Sensor de abertura de portas e janelas) e de botões de emergência e controle do alarme (nó Painel de Controle de Segurança).

Essa placa se comunica com o *chipset* FT232BM da placa referente ao nó Driver da Interface. O pino 25 (TX = transmissor) do FT232BM envia informações para o pino 26 (RX = receptor) do microcontrolador e o pino 25 (TX = transmissor) do microcontrolador envia informações para o pino 24 (RX = receptor) do *chipset* FT232BM.

O circuito da placa é alimentado com 5V e a sirene com 12V. O transistor IRLZ44 isola o microcontrolador dos 12V que alimenta a sirene e permite ligar sirenes de 12V, 24V, 48V etc.

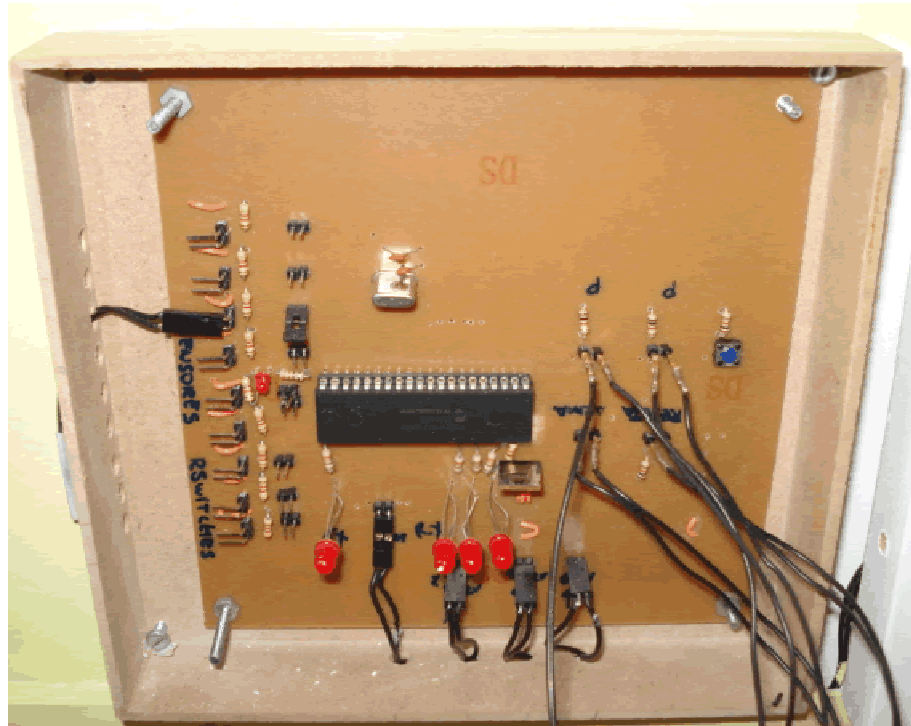


Figura 25: Hardware do nó Controlador de Segurança

Essa placa permite monitorar 9 sensores e é expansível para um máximo de 19. Pode monitorar 2 botões de emergência e é expansível para 4, número suficiente para a maioria das residências. Para sistemas maiores outras placas como essa podem ser ligadas entre si para garantir a expansão do sistema. Quanto à programação, a expansão do número de sensores e botões de emergência trará a necessidade de poucas alterações.

4.5.1.4 Descrição de hardware e software do nó Controlador Central

Conforme mostra a Figura 26, o hardware do nó Controlador Central é composto por uma placa controladora alimentada com 5V que possui um microcontrolador PIC 16F877A. Esse nó está ligado ao nó Controlador de Entradas e Saídas, ao nó Driver de Interface, ao nó Display LCD e ao nó Painel de Controle Central.

O nó Controlador Central é um nó de gerenciamento do sistema. O artefato de software Central.HEX que executa nesse nó recebe as informações que chegam do nó Servidor através do nó Driver de Interface, interpreta essas informações e direciona para o nó Controlador de Entradas e Saídas ao qual o sinal é endereçado. Recebe também as confirmações de acionamento dos nós Controladores de

Entradas Saídas e direciona ao nó Servidor para informar o usuário remoto sobre o resultado da atuação.

Esse nó tem capacidade para ser ligado a até seis nós Controladores de Entradas e Saídas. Para sistemas maiores outros nós Controladores Centrais podem ser desenvolvidos.



Figura 26: Hardware do nó Controlador Central

4.5.1.5 Descrição de hardware dos nós Display LCD e Painel de Controle Central

Os nós Display LCD e Painel de Controle Central estão ligados ao nó Controlador Central.

O nó Display LCD recebe mensagens de usuários através da Internet, tanto de computadores convencionais como de dispositivos móveis. Ao receber uma mensagem, um LED de alto brilho acende e uma sirene de 5V apita até que um botão seja pressionado para silenciá-la. Já o nó Painel de Controle Central possui dois botões pulsadores que permite ao usuário ligar ou desligar todas as lâmpadas ligadas aos nós Controladores de Entradas e Saídas e um botão de *reset* que

permite reiniciar o processamento do artefato de software contido no microcontrolador desse nó.

4.5.1.6 Descrição de hardware e do software dos nós Controladores de Entradas e Saídas

Nesse estudo de uso são usados dois nós Controladores de Entradas e Saídas com as mesmas características. Esses nós estão ligados aos nós Controlador Central, Painel de Controle de Entradas e Saídas, Relé, Sensor de Temperatura, Sensor de Luminosidade e Sensor de Movimento.

Os artefatos de software que executam nesses nós recebem sinais de atuação vindos da Internet ou do nó Painel de Controle Central através do nó Controlador Central. Recebem também sinais de atuação vindos dos nós Sensor de Presença, Sensor de Temperatura, Sensor de Movimento e do Painel de Controle de Entradas e Saídas e atuam nos nós Relés.

O nó Controlador de Entradas e Saídas é composto por uma placa alimentada com 5V e 12V e possui um microcontrolador PIC 16F877A. Esse nó funciona em conjunto com os nós ligados a ele conforme mostra a Figura 27.

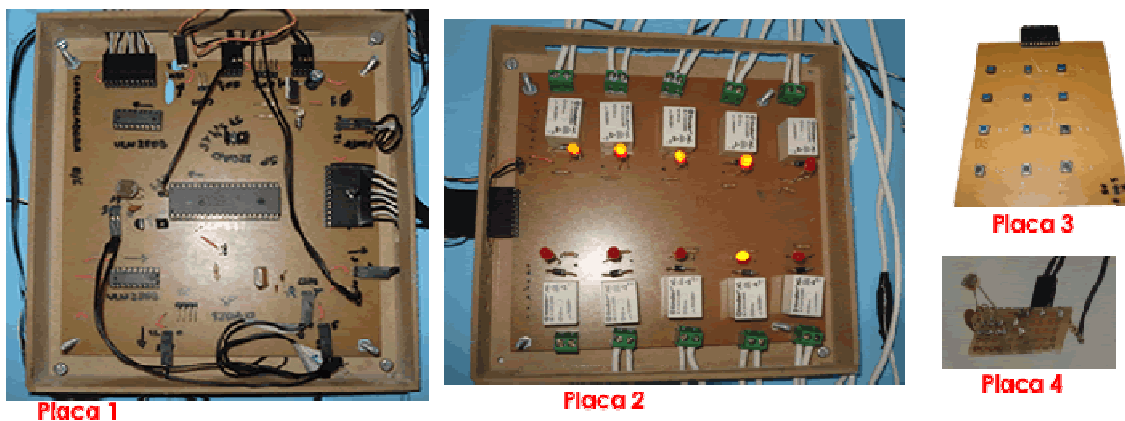


Figura 27: Hardware dos nós Controladores de Entradas e Saídas

A Placa 1 equivale ao nó Controlador Central que traz embutido o nó Sensor de Temperatura. Já a Placa 2 equivale ao nó Relé e contém 10 relés. A placa 4 equivale ao nó Sensor de Luminosidade e a Placa 3 equivale ao nó Painel de Controle de Entradas e Saídas.

Algumas funções automáticas estão embutidas nos artefatos de software dos nós Controladores de Entradas e Saídas e três rotinas são executadas em uma espécie de processamento paralelo utilizando as funções temporizadoras (timer) do

microcontrolador. Até dois nós Sensores de Movimento monitoram cada ambiente juntamente com um nó Sensor de Temperatura e outros dois monitoram um segundo ambiente juntamente com um nó Sensor de Luminosidade.

Essas funções automáticas funcionam da seguinte forma:

Se a luminosidade estiver baixa e for detectada presença no ambiente, um relé é ligado fornecendo iluminação ao ambiente. Após dois minutos (o que pode ser alterado) sem detectar movimento o relé é desligado. Essa rotina desliga o relé em dois minutos mesmo que ele tenha sido ativado pela Internet ou pelo painel de controle. Esse tipo de função é ideal para corredores ou áreas externas da residência.

Se a temperatura ultrapassar 25 C° e tiver movimento no ambiente um relé é ativado ligando, por exemplo, um ventilador de teto. Após 10 minutos sem presença no ambiente esse dispositivo é desligado mesmo que tenha sido ativado pela Internet ou pelo painel de controle.

4.5.1.7 Descrição do hardware dos nós Painéis de Controle

Nesse estudo de uso são utilizados 4 nós do tipo painel de controle: o Painel de Controle de Segurança, o Painel de Controle Central e dois Painéis de Controle de Entradas e Saídas.

Os nós Painéis de Controle de Entradas e Saídas são formados por uma placa de circuitos alimentada com 5V contendo um teclado com botões pulsadores e uma legenda. Cada nó contém 12 botões, um para reiniciar o artefato de software do nó Controlador de Entradas e Saídas, outro para ligar ou desligar todas as lâmpadas e outros 10 para ligar ou desligar cada relé individualmente.

O nó Painel de Controle Central é composto por um teclado com três botões pulsadores: um para reiniciar o artefato de software do nó Controlador Central, um para Ligar todas as lâmpadas ligadas aos nós Controladores de Entradas e Saídas e outro para desligá-las.

Já o nó Controlador de Segurança possui 4 botões pulsadores, um para reiniciar o artefato de software do nó Controlador de Segurança, um para armar o alarme e outro para desarmá-lo.

4.5.1.8 Informações complementares

Esse tópico apresenta informações relacionadas à alimentação elétrica do sistema, à escolha do microcontrolador, aos componentes utilizados, ao custo do projeto e à escolha das linguagens e plataformas de programação usadas no desenvolvimento dos artefatos de software.

4.5.1.8.1 Alimentação do Sistema

Para alimentar o sistema foi usada uma fonte de 2A e 12V. Essa fonte foi ligada a uma placa reguladora de tensão (Figura 28) que disponibilizou os 12V e 5V utilizados em todos os circuitos do sistema.

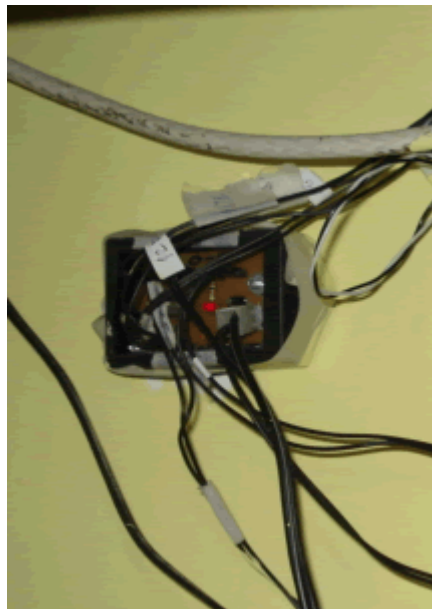


Figura 28: Hardware da placa reguladora de tensão

Como apenas uma fonte de alimentação foi usada, optou-se por uma de 2A para que o sistema trabalhe com uma folga. Para se ter uma idéia, cada relé ligado ao sistema consome em torno de 50mA. Assim, como são utilizados 20 relés, se eles estiverem ligados ao mesmo tempo serão consumidos 1A. Como os demais componentes do sistema tem um consumo baixo, 2A são suficientes e ainda deixa uma folga mesmo com o sistema sendo usado no seu limite.

4.5.1.8.2 Desenvolvimento dos artefatos de software

Os artefatos de software contidos no nó Servidor WEB do nó Servidor foram desenvolvidos usando a plataforma Java Enterprise Edition (EE) com Servlet e Java Server Pages (JSP). A plataforma EE é voltada para aplicações multi-camadas, baseadas em componentes executados em um servidor de aplicações, como por exemplo, o Tomcat.

Os artefatos de software contidos no nó Threads de Monitoramento do nó Servidor foram desenvolvidos usando a plataforma Java Standard Edition (SE) e baseia-se em uma *thread* que fica escutando uma porta USB ligada ao nó Driver da Interface. Quando recebe uma informação essa *thread* a envia aos e-mails dos usuários cadastrados.

Já os artefatos de software contidos nos nós Controlador Central, Controlador de Segurança e Controlador de Entradas e Saídas foram desenvolvidos utilizando-se a linguagem C no ambiente MPLab (free). Esses artefatos foram posteriormente compilados através da ferramenta CCS C compiler (free) gerando arquivos em linguagem de máquina com a extensão HEX que foram gravados nos microcontroladores usando a placa McFlash desenvolvida pela empresa Mosaico.

Optou-se em utilizar a linguagem C ao invés de Assembly porque, apesar de ser a mais usada em sistemas microcontrolados, Assembly apresenta um nível de interação com o usuário muito baixo, pois seus comandos são difíceis de interpretar e exigem um conhecimento aprofundado em eletrônica digital.

A linguagem C “é considerada de nível médio pela maioria dos programadores no quesito interação com o usuário e baixo em relação ao hardware.” (SOARES, 2004, p. 55). Segundo Deitel (2005), C foi desenvolvida em 1972 e hoje a maior parte dos códigos para os sistemas operacionais de uso geral são escritos em C ou C++.

Apesar da maior complexidade da linguagem Assembly, “um programa assembly é mais rápido que seu similar escrito em C.” (SOARES, 2004, p. 56) e “um programa assembly também tem tamanho final menor que seu similar desenvolvido em C”. (SOARES, 2004, p. 56). Apesar dessas vantagens, Soares (2004) afirma que a maioria dos programadores para microcontroladores estão migrando para C por essa linguagem permitir maior velocidade no desenvolvimento de aplicações, por apresentar maior facilidade para a correção de erros nos programas e por permitir

que o código desenvolvido seja facilmente portátil para microcontroladores de outros fabricantes já que os compiladores C seguem o mesmo padrão.

4.5.1.8.3 A escolha do microcontrolador

A escolha do microcontrolador Peripheral Interface Controller (PIC) modelos 16F877 e 16F877A da empresa Microchip foi feita avaliando as características desse microcontrolador que permite o uso do compilador CCS C Compiler versão demo da empresa Custom Computer Service (CCS) para linguagem C que só trabalha com os microcontroladores PIC 16F877, 16C544 e 18F458. A versão completa não gratuita trabalha com muitos outros modelos de microcontroladores PIC.

Segundo Souza (2006) os microcontroladores PIC apresentam uma estrutura de máquina interna do tipo Harvard (dois barramentos internos) enquanto os microcontroladores tradicionais apresentam arquitetura Von-Neumann (um barramento interno). Na arquitetura Harvard existe um barramento para dados (8 bits) e um para instruções (12, 14, 16 bits) o que permite um processamento mais rápido. Utiliza um conjunto de instruções reduzido (instruções RISC) com cerca de 35 instruções que facilitam o aprendizado mais torna necessário a construção de funções já que não possui muitas vezes uma instrução direta para a operação, o que exige maior habilidade do programador.

Outro fator que influenciou a escolha do microcontrolador foi a quantidade de pinos de entrada e saída (33 pinos) com entradas e saídas analógicas e digitais e pinos TX (para transmissão de dados) e RX (para recepção de dados) especiais para comunicação serial full-duplex assíncrona.

Os microcontroladores PIC 16F877 e 16F877A possuem ainda 8k de memória de programa Flash, 368 bytes de memória RAM, 256 bytes de memória EEPROM, Velocidade máxima de trabalho 20Mhz, 3 Timers, 8 canais analógicos/digitais de 10 bits, 1 USART síncrona/assíncrona etc.

Memória Flash é uma memória não volátil, de baixo consumo, que se pode escrever e apagar. A memória do tipo EEPROM “não é volátil e com ela podemos guardar dados mesmo quando o sistema fica sem alimentação .” (SOUZA, 2006, p.148).

Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART), é um formato padrão para comunicação de dados de forma serial síncrona ou assíncrona. Em forma assíncrona, dois pinos são usados na comunicação, um para receber (RX) e

um para enviar (TX), em regime full-duplex, ou seja, bi-direcional. Em forma síncrona, uma ponta é mestre e a outra escravo. Um fio é utilizado para dados, em regime half-duplex, ou seja, nos dois sentidos, mas um sentido de cada vez. O outro fio é usado para pulsos de clock emitidos pelo dispositivo mestre. Clock designa a frequência em que o processador funciona. É medido em MHz (MegaHertz) ou em milhões de ciclos por segundo.

Apesar de existirem diversos microcontroladores no mercado, inclusive mais populares e baratos como o 8051, os microcontroladores PIC atenderam perfeitamente às necessidades desse projeto apresentando um bom desempenho na execução das tarefas necessárias.

4.5.1.8.4 Componentes de hardware utilizados no projeto e custo total

No desenvolvimento do hardware desse estudo de uso foram construídas diversas placas com circuitos integrados utilizando-se diversos componentes eletrônicos como resistores, capacitores, leds, drivers, microcontroladores etc.

A relação de componentes utilizados e suas configurações bem como o custo total do projeto são apresentados no Apêndice D.

4.5.2 O processo de instalação do sistema, ajustes e testes

Do protótipo de um produto até seu desenvolvimento final, muitas alterações podem ser necessárias principalmente guiadas pelo resultado dos testes realizados.

Os próximos tópicos apresentam o resultado do processo de instalação da solução na residência, o resultado dos testes e os ajustes que foram necessários.

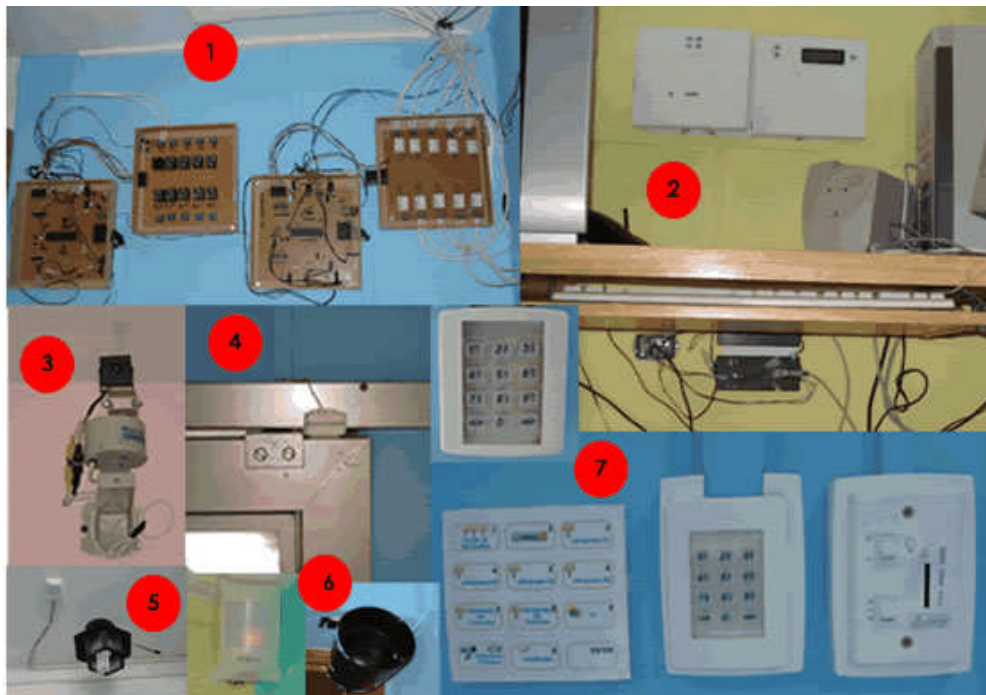
Nesse projeto, inicialmente foi desenvolvido o modelo dos softwares que foram executados no servidor e nos microcontroladores e, em seguida, os softwares propriamente ditos. O hardware do projeto foi desenvolvido inicialmente em matriz de contatos (protoboard) e os testes foram focados nos softwares.

O próximo passo foi passar o hardware da protoboard para as placas e intensificar os testes de hardware já que o uso de protoboard estava causando interferências na comunicação. Nessa fase, os cabos de energia de 110V foram ligados à placa de relés e todos foram testados em situações reais de alta voltagem, o que permitiu algumas correções importantes no projeto. A primeira foi na construção dos circuitos, já que havia uma inversão nos contatos dos relés o que

invertia as funções liga e desliga. A segunda foi nas trilhas do circuito que geraram um curto em dois relés, danificando diversos componentes, inclusive da placa controladora de entradas e saídas. A última correção foi na fonte de alimentação de 12V do sistema onde foi descoberto que 1A não é suficiente para todo o circuito.

Corrigido o circuito e trocada a fonte de alimentação para uma de 2A, foi feita a instalação na residência e os testes em situação real. Nessa fase, foi realizada uma busca em diversas lojas de produtos elétricos e eletrônicos a procura de recipientes para embutir os fios e as placas desenvolvidas. Foi verificado então que os recipientes para embutir seguem um padrão de tamanho que não estava de acordo com o tamanho de muitas das placas desenvolvidas. A solução então foi encomendar caixas de alvenaria do tamanho necessário.

Durante a instalação diversas dificuldades foram encontradas já que a residência não tinha aterramento elétrico e nem conduítes adequados por ser uma residência antiga. Foram usadas então canaletas que comprometeram em parte a estética da solução.



- 1 – Controladoras de entrada/saída e relés
- 2 – Controladoras central e de segurança, placas USB e reguladora de tensão
- 3 – Câmera de monitoração
- 4 – Sensor de monitoração de abertura de portas e janelas
- 5 – Sensores de movimento
- 6 – Sirene
- 7 – Painel de controle

Figura 29: Imagens do produto instalado

4.5.2.1 Problemas no desenvolvimento dos softwares do servidor

No desenvolvimento dos softwares que executam no computador da residência foram encontradas três grandes dificuldades.

A primeira foi na comunicação da JVM do Java com a porta serial/USB. Para resolver esse problema houve a necessidade de desenvolver (com base em modelo indicado no site da empresa FTDI - <http://www.ftdichip.com>) um componente em C++ para fazer o acesso à porta serial/USB. Nessa fase, após muitos testes chegou-se a conclusão que, para garantir uma boa comunicação entre o computador e o hardware de segurança e controle de dispositivos da residência, era necessário duas portas USB, uma para o sistema de controle de dispositivos e outra para o sistema de segurança. Assim, uma porta USB foi usada para monitorar constantemente o sistema de segurança (apenas recebendo dados) e a outra para fazer a comunicação com o sistema de controle de dispositivos.

A segunda dificuldade foi no acesso simultâneo ao banco de dados que foi desenvolvido inicialmente usando o Microsoft Access. Durante os testes, quando muitos acessos eram feitos seqüencialmente ou simultaneamente um erro era gerado na aplicação. Esse problema foi resolvido migrando o banco de dados para o MySQL.

A terceira grande dificuldade foi para fazer com que as mensagens do sistema de segurança chegassem ao celular do usuário como mensagem SMS. Depois de muita pesquisa, constatou-se que é possível enviar um e-mail aos usuários cadastrados, mas não uma mensagem SMS diretamente ao celular sem a contratação de serviço das operadoras de celular. Optou-se então por usar um serviço que converte e-mails em mensagem SMS fornecido pelas operadoras por cerca de R\$3,00 ao mês.

4.5.2.2 Problemas na comunicação do sistema

A comunicação do sistema foi o grande desafio do projeto devido a sua extensão. Uma informação que sai de um navegador de Internet deve chegar ao computador da residência seguindo um protocolo padrão, do computador da residência chegar a um chip FT232BM pela porta USB de forma serial no padrão RS232 e ser transmitida no padrão TTL a um microcontrolador PIC16F877A central que interpreta a informação e a envia para um dos outros microcontroladores ligados

a relés que atuam nos dispositivos. Tudo isso dentro do protocolo de hardware definido pelos fabricantes dos dispositivos e do protocolo de software que foi desenvolvido e apresentado anteriormente neste trabalho. Deve-se lembrar que a informação caminha por esse trajeto em código binário, com voltagens diferentes em diferentes partes do trajeto.

Quando um erro era encontrado durante os testes, os sinais relativos à informação tinham que ser seguidos desde o navegador de Internet até seu destino final nos relés. Inicialmente o problema foi procurado no trajeto navegador-servidor, depois nos programas gravados nos microcontroladores e, por último (com um multímetro e com o uso de LEDs), em todo o circuito das placas da residência. A resolução de alguns problemas levou dias. Um deles foi que algumas informações se perdiam no trajeto do hardware da residência por falta de sincronismo na comunicação entre os dispositivos e por haver a necessidade de usar pinos do microcontrolador não desenvolvidos especificamente para a comunicação serial. Vale lembrar que o microcontrolador PIC 16F877A tem os pinos C6 (25) e C7(26); B0(33) e B1(34) para facilitar a comunicação serial. Nesse caso, esse conjunto de pinos não foi suficiente já que o projeto criou um sistema expansível.

Para resolver esse problema, melhorou-se a sincronia entre os dispositivos e o protocolo, que foi modificado para trabalhar com caracteres ao invés de Strings. Duplicou-se também o envio da informação para garantir a chegada ao destino.

4.5.2.3 Problemas na simulação do comportamento de processamento paralelo

Uma das necessidades do sistema foi a de ter ao mesmo tempo várias rotinas em execução simultânea dentro do microcontrolador. Em alguns momentos uma rotina do microcontrolador tinha que aguardar a chegada de informações por um pino, outra devia contar o tempo em que um dispositivo estava ligado e uma outra devia aguardar a chegada de informação de um sensor, tudo isso simultaneamente. Como não houve a possibilidade de ter um real processamento paralelo no tipo de microcontrolador utilizado, um comportamento aproximado foi conseguido usando-se o sistema de interrupções do PIC16F877A. A interrupção ocorre quando acontece um estímulo geralmente em algum pino do microcontrolador (algo como um evento na programação orientada ao objeto ou a eventos). Foram usadas as interrupções rda, timer e ext.

4.5.2.4 Problemas na rede elétrica

O fato da maioria das residências não possuir aterramento elétrico é um dos problemas que geram ruídos na rede elétrica.

Durante o teste da solução na residência, algumas alterações foram necessárias para eliminar ruídos elétricos que interferiam no sistema, além de campos eletromagnéticos gerados por portas ou vigas de metal nos cabos do painel de controle.

Um grave problema que aconteceu nessa fase de testes foi o fato de alguns dispositivos ligarem ou desligarem sozinhos, principalmente quando em algum lugar algo era ligado ou desligado da tomada ou um interruptor era ativado. O ruído na rede elétrica gerado por essa ação fazia com que um pulso fosse disparado do teclado do painel de controle e esse pulso, interpretado pelo programa do microcontrolador, ativava algum relé. Esse problema foi resolvido da seguinte maneira: quando se pressiona um botão do teclado, centenas de pulsos são gerados e enviados ao microcontrolador já que acontece uma espécie de trepidação. Um ruído na rede elétrica pode gerar apenas alguns pulsos. Assim, foi feita uma alteração do programa no microcontrolador para só ativar o dispositivo caso 70 pulsos sejam recebidos do mesmo botão em um determinado instante.

Outro problema que ocorreu foi que ao unir os 14 fios flexíveis que ligam o teclado a placa controladora de entradas e saídas algo acontecia (como algum campo eletromagnético) e pulsos eram enviados automaticamente. A alteração feita anteriormente no programa também inibiu esse problema.

4.5.2.5 Ajustes nos sistemas automáticos

Sistemas automáticos podem ser de grande utilidade na residência se configurados adequadamente, apesar de que essas configurações devem ser permitidas ao próprio usuário para serem eficientes. Por exemplo, uma lâmpada que acendeu automaticamente em um corredor deve ser desligada depois de certo tempo, o que deve ser definido ou configurado pelo usuário. A sensibilidade de sensores de movimento também deve ser definida pelos usuários de acordo com o ambiente em que o sensor está. Um ventilador deve ligar sozinho se a temperatura estiver alta e desligar depois de certo tempo. Tanto a temperatura quanto o tempo devem ser definidos pelo usuário. Nesse projeto não foi criada a interface para que o

usuário configure esses tempos e dispositivos, mas foi notada a importância de tal interface. Os tempos do sistema automático nesse projeto foram modificados de acordo com as necessidades dos moradores da residência onde o sistema foi instalado. Para a cozinha, a lâmpada se apaga em 2 minutos se nenhum movimento for detectado por dois sensores configurados para alta sensibilidade. Essa lâmpada acende automaticamente quando a luminosidade estiver baixa e os sensores detectarem movimento. Para o corredor, esse mesmo sistema faz a lâmpada apagar em 2 minutos. Já o ventilador liga no quarto com temperatura maior que 25 C° e presença detectada. Após dez minutos sem movimento detectado por sensores com alta sensibilidade o ventilador é desligado. A criação de um botão no painel de controle para inibir ou não o sistema automático também é uma alternativa interessante para a melhoria do produto.

Não foi possível medir a economia de energia que o sistema automático proporcionou durante os testes desse projeto, mas o fato de muitos dispositivos desligarem sozinhos quando não havia movimento no ambiente foi de muita importância, já que era um hábito entre os moradores da residência o esquecimento principalmente de lâmpadas acesas.

4.5.2.6 Limitações do projeto

Além das limitações naturais relacionadas ao tamanho limitado da memória e quantidade de pinos de entrada e saída dos microcontroladores, limitações relacionadas à distância entre as partes do sistema e à estrutura da residência também foram encontradas nesse projeto.

A comunicação serial no padrão RS232 e TTL, usada para conectar o computador e as placas de circuitos da residência, permite a ligação segura entre os dispositivos por cabos de até 15 metros. Interfaces USB e RS232 não foram projetadas para transmitir dados a longas distâncias. Quanto maior for a distância e a velocidade, mais suscetível a erros fica a transmissão.

Já o tamanho de um cabo USB não pode passar dos 5m, distâncias maiores tornam o sistema inviável. Para solucionar esse problema podem ser usados drivers RS485 para transmitir dados a uma distância de até 1200 metros.

Considerando a arquitetura do sistema, a distância entre o computador e cada controladora de relés poderá ser no máximo de 45m. Sendo assim, todo o

cabeamento elétrico de 110V deverá passar pela controladora de relés que poderá estar em uma área com raio de até 35m ao redor do computador.

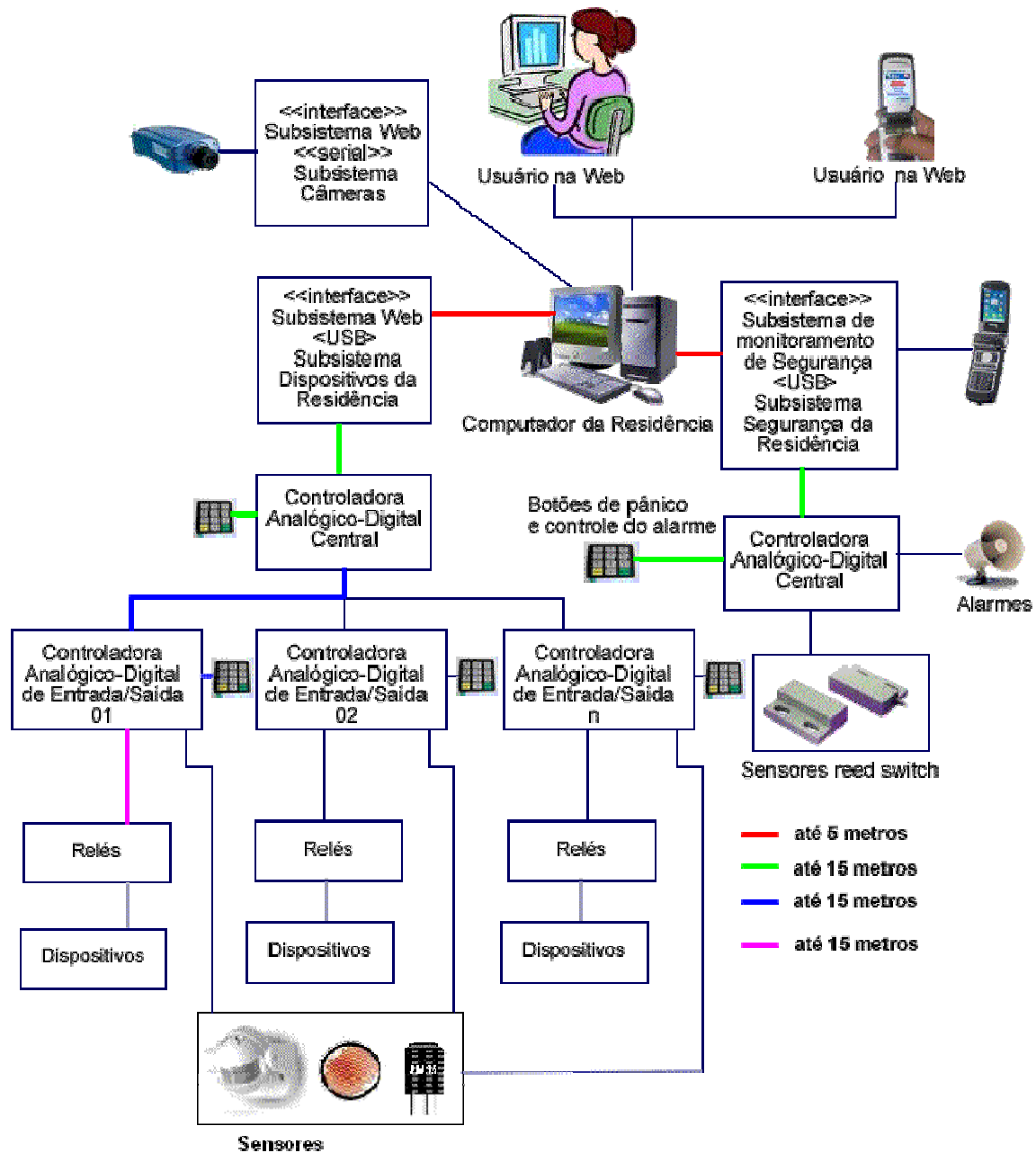


Figura 30: Limites de distâncias de comunicação do produto

Para a maioria das residências a área coberta por essa solução é suficiente já que o cabeamento elétrico que vem até os relés pode se entender por longas distâncias; no entanto, o próprio fato de passar cabeamento em residências já construídas gera outro problema que vêm da falta de conduítes adequados, da necessidade de canaletas ou coberturas de gesso etc, já que no Brasil, apesar do

uso recente de novos materiais como o *drywall*, a maioria das residências ainda é construída com base em alvenaria.

4.6 Conclusão

Atualmente em muitas residências não se percebe que existem conexões de rede de computadores, rede de telefonia, rede elétrica, rede de água e esgoto etc. Essas redes estão cada vez mais interligadas e adquirem novas funções impulsionadas pelo desenvolvimento tecnológico.

Qualquer pessoa que construir uma residência nos dias atuais deve estar atenta ao fato de que com o desenvolvimento tecnológico, cada vez mais haverá a necessidade de conexões de rede por fios, ondas de rádios, satélites etc. As pessoas estarão cada vez mais conectadas através de computadores, celulares, TVs, e também por outros dispositivos eletro-eletrônicos. Sendo assim, no projeto da residência será necessário uma infra-estrutura para a instalação de artefatos, como quadros de força, quadros de automação, cabeamento, tubulações para água, esgoto, aspiração central etc.

A falta de uma infra-estrutura adequada - principalmente nas residências mais antigas - e o tipo de material usado na construção, que dificulta uma modificação na estrutura física da residência são alguns dos grandes problemas no momento da implantação de sistemas de automação. Para driblar esses problemas estruturais uma boa solução é o uso de soluções de automação residencial com comunicação por radiofrequência. No mercado de automação residencial uma forte tendência é o desenvolvimento de soluções com comunicação sem fio. Muitas empresas já estão produzindo microcontroladores que trazem embutida toda a tecnologia necessária para esse tipo de solução sem precisar dos custosos e trabalhosos interfaceamentos.

Empresas como Intel, Cisco, Philips e Microsoft estão empenhadas na evolução e resolução de alguns problemas da área de Automação Residencial que deve passar por um grande avanço nos próximos anos juntamente com a área de Robótica, assim como passou a área de Informática nas últimas duas décadas. Um dos esforços dessas empresas é no sentido de integrar as redes de computadores às redes residenciais, comunicando som, vídeo, imagem e sinais de controle de carga de potência com alta velocidade em meios físicos heterogêneos. O maior obstáculo encontrado nesse processo é a falta de padronização e de protocolos

comuns que permitam comunicar as diversas tecnologias existentes. Esse é um problema similar ao vencido pela área da informática nas últimas décadas.

Apesar de ainda não estar em condições de concorrer com as principais soluções de automação residencial comercializadas no mercado, o produto desenvolvido nesse projeto apresenta o centro de um sistema de automação com controle de dispositivos e monitoração com interface WEB. Executa diversas tarefas semelhantes às de soluções de automação residencial comercializadas no Brasil, principalmente funções de controle de carga de potência para ligar e desligar, controlar a intensidade luminosa de lâmpadas etc. As funções para controlar a intensidade da iluminação, apesar de permitirem efeitos interessantes de criação de cenas de iluminação, não foram incluídas nesse projeto, pois necessitavam de lâmpadas incandescentes que consomem mais energia do que as lâmpadas fluorescentes utilizadas. Apesar de já ser possível o controle da intensidade de lâmpadas fluorescentes, o custo é muito alto devido à necessidade de reatores especiais.

Um dos pontos mais importantes desse projeto é o baixo custo do produto devido ao uso de materiais comuns encontrados facilmente em lojas de materiais elétricos e eletrônicos. Produtos assim podem explorar um nicho de mercado ainda não explorado que é o dos consumidores, que procuram em casas que comercializam materiais para construção, soluções de automação quando vão reformar ou construir. As soluções de automação do mercado são vendidas por empresas especializadas que focam geralmente o consumidor das classes sociais mais altas.

Espera-se que o resultado desse trabalho incentive mais pesquisadores a desenvolver soluções que colaborem com o desenvolvimento sustentável e incorporem como parte do projeto alguma preocupação social.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizar a arquitetura de referência proposta no framework do Capítulo 3 permitiu modelar e desenvolver o sistema apresentado no Capítulo 4 a partir de uma visão ampla do domínio desse tipo de aplicação. O framework permitiu inserir um conjunto de tecnologias como, por exemplo, o microcontrolador, o protocolo de comunicação, as linguagens de programação e as formas de controle do sistema de maneira independente da arquitetura.

O produto apresentado no Capítulo 4 permitiu concluir que o framework atende às necessidades de desenvolvimento de sistemas de automação residencial e apresenta bons resultados.

Esse trabalho também contribui para a geração de novos conhecimentos haja vista que a área de automação residencial não é rica em documentação e modelos. Apesar de diversos autores citarem a UML como uma linguagem que pode ser usada para modelar esse tipo de sistema, pouco se pesquisa nesse sentido.

O framework apresentado fornece uma solução e um modelo para a construção de outras soluções de automação residencial e até mesmo de novos modelos. Apesar de modelos como esse serem de grande utilidade, seu desenvolvimento é uma tarefa extremamente complexa, principalmente no que se refere a elevá-lo a um nível de abstração que o torne independente das tecnologias e demais aspectos de implementação de um produto final. Utilizar o processo de desenvolvimento iterativo pode ser uma ótima alternativa na criação desse tipo de projeto por permitir a modelagem por partes e a realização de melhorias graduais no modelo.

No desenvolvimento iterativo, o projeto é subdividido em um conjunto de funcionalidades. A cada iteração uma parte dessas funcionalidades são modeladas até se chegar ao modelo final. Em cada iteração podem ser retiradas características indesejáveis de implementação geradas na iteração anterior.

Como extensão de pesquisa para esse projeto, sugere-se a proposta de um protocolo de comunicação padrão e de um framework de segurança para sistemas de automação residencial.

Outra sugestão é para a realização de uma pesquisa que leve à conversão do sistema de comunicação cabeado proposto no produto apresentado no Capítulo 4

para radiofrequência. Isso pode evitar todo o problema gerado pela distribuição de cabos. No mercado existem módulos transmissores e receptores de radiofrequência que já são padrões e são utilizados como componentes básicos para a construção de dispositivos como: sistema de alarme para carros, sistema de segurança residencial, controle remoto para abertura e fechamento de portões e controle em geral. Esses módulos têm alcance de até 100m sem obstáculos e geralmente trabalham nas faixas de frequências de: 315MHz, 418MHz e 433,92MHz. Para que a transmissão dos dados possa ser feita de forma digital podem ser usados CIs MC145026 (Encoder) e MC145027 (Decoder), fabricados pela Motorola.

A criação de interfaces com outros sistemas como a que foi feita com o Sistema de Monitoramento de Câmeras (CFTV) também é uma área que deve ser estudada e desenvolvida, principalmente em termos de interfaces com sistemas que permitem a transmissão de vídeo e som já que a maioria dos sistemas de automação residencial existentes ainda se limitam ao controle de cargas de potência.

Ainda como pesquisas adicionais sugere-se um estudo sobre a influência dos ruídos elétricos e do eletromagnetismo nos sistemas de automação residencial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLZANI, Caio Augustus M. **Residências Inteligentes**. Livraria da Física, 2004.
- BOOCH, Grady, RUMBAUGH, James, JACOBSON, Ivar. **UML: Guia do usuário**. Campus, 2005.
- BURNETT, Steve; PANE, Stephen. **Criptografia e Segurança: O guia oficial RSA**. Elsevier, 2002.
- CASADO, Marcos. **Construindo um futuro sustentável**. Anais da HABITAR 2008. VII Congresso de Automação Residencial e Tecnologias para Habitação. São Paulo. 2008. Disponível em CD-ROM na Associação Brasileira de Automação Residencial.
- DEITEL, H.M.; DEITEL, P.J. **Java: como programar**. Pearson Prentice Hall, 2005.
- DRITSAS, David. **Beyond X10: The Future of Home Automation**. In: Dealerscope. nr.9. Philadelphia: 2005.
- FERRAZ, Helio. **O desafio da qualificação profissional no emprego da alta tecnologia**. In: Congresso de Automação e Tecnologias para Habitação. São Paulo: 2005.
- FOWLER, Martin. **UML essencial: um breve guia para a linguagem-padrão de modelagem de objetos**. Bookman, 2005.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. Atlas, 1995.
- MACKENZIE, Dorothy. **Design for the environment**. Rizzolli, 1991.
- MAIKOVSKI, Michael. **X10 Home Security System**. Jefferson Technology Press, 2006.
- MATOS, Alexandre Veloso de. **UML: Prático e descomplicado**. Érica, 2002.
- MEYER, Gordon. **Smarth Home Hacks. Tips & Tools for Automating Your House**. O'Reilly Média, 2004.
- MURATORI, José Roberto; FORTI, José Cândido; OMAI, Paulo. **Associação Brasileira de Automação Residencial - Home Cabling Training Manual**, 2004.

NEVES, Raissa Pereira Alves de Azevedo. **Espaços Arquitetônicos de Alta Tecnologia: Os edifícios Inteligentes**. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 2002.

NOGUEIRA, Oracy. **Pesquisa Social**. Nacional, 1964.

NORMAN, D. **Cognitive Engineering**. In D. Norman & S. Draper (eds.) User Centered System Design. Lawrence Erlbaum, 1986.

PARMEGGIANI, Andre Antonio. **LAR : laboratório de automação residencial para análise comparativa entre Jini e UPnP**, Dissertação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Informática. Programa de Pós-Graduação em Computação, 2003.

PENKER, Magnus; ERIKSSON, Hans-Erik; LYONS, Brian; FADO, David. **UML 2 Toolkit**. Wiley Publishing, Inc, 2004.

PEREIRA, G.A. **Sistema experimental para monitoramento e controle para casas de Vegetação baseado em redes de controle distribuído LonWorks**, Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software**. Makron Books, 1995.

_____. **Engenharia de Software**. McGraw-Hill, 2006.

SOARES, Márcio José. **Linguagens de Programação: Qual delas usar?!** In: Revista Eletrônica Total, Editora Saber. nr. 104. São Paulo: 2004.

SOUZA, David J. **Desbravando o PIC**. 10. ed. Érica, 2006.

SOUZA, Marco A. B. **Estudo comparativo entre a aplicação de sistemas dedicados e a utilização de controladores lógico-programáveis na automação de sistemas prediais**. Dissertação - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 6. ed. Pearson Addison Wesley, 2003.

SOPER, Mark Eduard. **Absolute Beginner's Guide to Home Automation**. Que Pub, 2005.

WEBOGRAFIA

AURESIDE, Associação Brasileira de Automação Residencial. **O que é X10?** São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.aureside.org.br/temastec/default.asp?file=protocolos.asp&menu=temas>. Acessado em: 18 mar. 2007.

_____. **Protocolos e grupos de trabalho.** São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.aureside.org.br/temastec/default.asp?file=protocolos03.asp>. Acessado em: 29 de jan. 2007.

_____. **Certificação AURESIDE - O que é.** São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.aureside.org.br/profissionais/base2.asp?file=oque.asp&menu=certificacao>. Acessado em: 03 fev. 2007.

BOLZANI, Caio Augustus M. **CASAS digitais EM 2007.** São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.bolzani.com.br>. Acessado em: 29 jan. 2007.

EXAME. Automação residencial deve movimentar US\$ 250 bi em sete anos. Revista Exame, 2005. Disponível em: <http://portalexame.abril.com.br/tecnologia/m0079216.html>. Acessado em: 05 fev. 2007.

FTDI – Future Technology Devices International. **D2XX Drivers.** United Kingdom, 2007. Disponível em: <http://www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm>. Acessado em: 12 fev 2007.

_____. **VCP Drivers.** United Kingdom, 2007. Disponível em: <http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm>. Acessado em: 12 fev 2007.

GATES, Bill. **Bill Gates, Robbie Bach: 2007 International Consumer Electronics Show (CES).** in: International Consumer Electronics Show (CES). 2007, Nevada. Disponível em: <http://www.microsoft.com/presspass/exec/billg/speeches/2007/01-07ces.msp>. Acessado em 12 fev. 2007.

GOUVEIA, Flavia. **Internet sem fio em benefício de quem?** Revista Com Ciência, 2006. Disponível em <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=18&id=188>. Acessado em: 07 out. 2007.

GUJ, **SMS via Java?** Fórum Java, 2006. Disponível em <http://www.guj.com.br/posts/list/39867.java>. Acessado em 05 Jul. 2007.

MOTHCI, Eva. **Casa Inteligente poupa até 15% em energia elétrica**. Portal Terra, 2006. Disponível em: <http://tecnologia.terra.com.br/interna/0,,OI1172364-EI4801,00.htm>. Acessado em: 04 Out. 2006.

SOUZA, Clarisse Sieckenius; LEITE, Jair Cavalcanti; PRATES, Raquel Oliveira; BARBOSA, Simone D. J. **Projeto de Interfaces de Usuário: *Perspectivas Cognitivas e Semióticas***. Anais da Jornada de Atualização em Informática. XIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Rio de Janeiro. 1999. Disponível em: <http://www.dimap.ufrn.br/~jair/piu/index.html>. Acessado em 27 maio de 2007.

SUN. **Java Native Interface**. Sun Microsystems, 2007. Disponível em: <http://java.sun.com/j2se/1.5.0/docs/guide/jni/spec/intro.html#wp9502>. Acessado em: 12 fev. 2007.

Z-WAVE. **Mesh network - A Topologia do Futuro**. São Paulo, 2006. Disponível em: http://www.zwave.com.br/mesh_network.htm. Acessado em: 10 fev. 2007.

GLOSSÁRIO

MICROCONTROLADOR – Espécie de computador programável, em um chip otimizado para controlar dispositivos eletrônicos. Recebe estímulos externos em pinos de entrada e/ou saída.

BIT – Acrônimo de “*Binary Digit*” – dígito binário . É a menor unidade de informação que pode ser armazenada ou processada em um computador.

BYTE – Conjunto de 8 bits. Em um computador, cada byte equivale a um código ou caractere – letra, número, símbolo ou sinal.

HARDWARE – Componentes físicos de um sistema microprocessado. O conjunto de todas as peças de um microcomputador.

LINK – Vínculo que cria uma conexão entre dois elementos em uma estrutura de dados. Os links permitem navegação hipertextual.

MEMÓRIA – Em sistemas microprocessados é a capacidade de armazenamento de dados dos dispositivos computacionais. Componentes eletrônicos que têm a capacidade de reter dados na forma de bits.

SITE – Conjunto de páginas da Web que fazem parte do mesmo endereço na Internet. Um site corresponde ao conjunto de todos os hiperdocumentos, imagens e sons que compõem as páginas Web agrupadas sob um endereço URL.

SOFTWARE – Conjunto de instruções que gerenciam o hardware do computador.

PROTOBOARD – Placa (matriz de contatos) com milhares de furos e conexões condutoras para montagem de circuitos elétricos experimentais.

MYSQL – Software para gerenciamento de banco de dados.

DRYWALL - Tecnologia que substitui a alvenaria convencional nas vedações internas de edifícios, consistindo de chapas de gesso acartonado fixadas em estruturas de perfis de aço galvanizado.

BAUD - Medida de velocidade de sinalização que representa o número de mudanças na linha de transmissão ou eventos por segundo. Usada para se determinar a taxa de transmissão de um canal em bits por segundo - bps

SERVLET - Componente que disponibiliza ao programador da linguagem Java uma interface para o servidor Web ou *Wireless Application Protocol* (WAP). As aplicações

baseadas em servlet geram conteúdo para ser exibido em arquivos da *HyperText Markup Language* (HTML) ou da *Wireless Markup Language* (WML) e interagem com os clientes, utilizando o modelo requisição/resposta.

JSP - Tecnologia utilizada no desenvolvimento de aplicações para Web e WAP. JSP permite que implementadores de página para Web criem páginas que encapsulam a funcionalidade Java e até mesmo escrevam *scriptlets* do código Java real diretamente na página.

WML - Linguagem definida na especificação WAP.

WAP - Padrão internacional criado pelo WAP Fórum para aplicações que utilizam comunicações sem fio (Internet móvel), como por exemplo, acesso à Internet a partir de um telefone celular.

THREAD - Parte de um programa que pode executar concorrentemente com outras threads.

SMS - Serviço disponível em telefones celulares digitais que permite o envio de mensagens curtas (até 255 caracteres em GSM e 160 em CDMA) entre estes equipamentos e/ou entre computadores de mão.

CDMA e GSM - Métodos de acesso a canais em sistemas de comunicação.

JNI – Recursos que permite que um código escrito em Java, utilize a implementação de uma biblioteca escrita em C/C++, Assembler, e outras tantas linguagens de programação.

INTERFACE HOMEM-MÁQUINA ou **INTERFACE COM O USUÁRIO** - Envolve todos os aspectos com o qual mantemos contato e através do qual temos acesso às funções da aplicação.

INTERFACE – Àquilo que interliga dois sistemas.

ETEREÓTIPO - Novo conceito simbólico para a comunicação entre pessoas e máquinas.

APÊNDICE A - Questionário para levantamento de requisitos e resultados da pesquisa

A1 – Questionário

Finalidade

Obter dados para nortear a dissertação de mestrado do aluno Evandro Carlos Teruel no Mestrado Profissional em Tecnologia do Centro Paula Souza.

Objetivo

Descobrir o que os usuários em potencial gostariam que um sistema de automação residencial por computador fizesse por eles em suas residências.

Preenchimento

Preencha apenas as informações relativas aos **dispositivos que você considera essenciais** para a melhoria da sua qualidade de vida em casa.

Informações Pessoais

Nome _____

Data: ___/___/_____

Idade: _____

Email: _____

Profissão: _____ Grau de Instrução: _____

1. Aparelhos em que você acha necessário um controle automatizado:

() Lâmpadas () Portas e janelas () Cortinas () Chuveiro () Banheira

() TV () Som () Microondas () Ar condicionado () Máquinas de lavar

() Telefone () Câmeras de vigilância () DVD

() Outros Quais? _____

2. Que tipo de função você acha necessário automatizar para:

a) Lâmpadas () liga/desliga () detecção de luminosidade e controle de intensidade

() Outras

Quais? _____

b) Portas e janelas () trava/destrava () abre/fecha

() Outras

Quais? _____

c) Cortinas () trava/destrava () abre/fecha

() Outras

Quais? _____

d) Chuveiro () liga/desliga () temperatura

() Outras

Quais? _____

e) Banheira () liga/desliga () temperatura

() Outras

Quais? _____

f) TV () liga/desliga () volume () canais () integração com som

() Outras

Quais? _____

g) Som () liga/desliga () volume () canais de rádio () integração com TV e DVD

() Outras

Quais? _____

h) DVD () liga/desliga () avançar/voltar () play/stop/pausa

() Outras

Quais? _____

i) Microondas () liga/desliga () tempo

() Outras

Quais? _____

j) Ar condicionado () liga/desliga () temperatura

() Outras

Quais? _____

k) Máquinas de lavar () liga/desliga () controle de volume de água e sabão () tempo de funcionamento

() Outras

Quais? _____

l) Telefone () atendimento automático () gravação de ligações () secretária eletrônica

() Outras

Quais? _____

m) Câmeras de vigilância () liga/desliga () varredura do ambiente () zoom

() Outras

Quais? _____

n) Outros aparelhos Quais? _____

3. Que tipo(s) de dispositivo(s) você gostaria de usar como controle do ambiente residencial?

() celular de qualquer lugar através da Internet () palmtop () controle remoto

() qualquer computador, celular ou palmtop conectado a Internet

4. Que variáveis você considera relevante na aquisição de um sistema de automação residencial? Responda por ordem de prioridade.

A – Alta prioridade **M** - Média Prioridade **B** – Baixa Prioridade

() baixo volume de equipamentos () consumo () informações técnicas

() custo () segurança

() Outras Quais? _____

A2 - Pesquisa para descobrir as necessidades de um grupo de pessoas em relação a soluções de automação residencial

Para entender o que pessoas de ambos os sexos, maiores de 18 anos, com ensino médio já concluído e com alguma participação em cursos de formação tecnológica esperam que um sistema de automação residencial faça para melhorar sua qualidade de vida em casa, foi aplicado um questionário de pesquisa.

O QUESTIONÁRIO é uma série de perguntas organizadas com o objetivo de levantar dados para uma pesquisa, cujas respostas são fornecidas pelo informante ou pesquisado sem a assistência direta ou orientação do investigador (NOGUEIRA, 1964, p. 121).

A delimitação de público escolhida considerou que essa amostra tem maturidade e conhecimento tecnológico necessário para compreender melhor o conteúdo do questionário e respondê-lo adequadamente.

Fizeram parte dessa amostra alunos do curso técnico em Informática, Museologia e professores da Etec São Paulo, professores do colégio Arcádia de educação infantil, ensino fundamental e médio e alguns professores e alunos do programa de mestrado do Centro Paula Souza.

No início do questionário, foram apresentadas informações escritas descrevendo sua finalidade, objetivo e instruções para o adequado preenchimento.

Não houve dificuldades na aplicação do questionário. A aplicação foi realizada entregando-se o questionário aos pesquisados e na maioria das vezes complementando-se as orientações escritas com orientações verbais. Uma parte dos pesquisados responderam o questionário no momento da entrega e outra parte entregaram as respostas posteriormente.

O questionário permitiu analisar e interpretar as seguintes informações:

1. Equipamentos com a necessidade de ter uma função automatizada, como equipamentos de iluminação, portas e portões, TV etc.
2. Dispositivos que devem ser usado para controlar o ambiente, como controle remoto, celular, computador de mão etc.
3. Prioridades das variáveis importantes que são consideradas no momento de se adquirir um sistema de automação residencial, como consumo de energia, custo, segurança etc.
4. Funções a serem automatizadas para cada equipamento descrito no item um.

“Antes de sua aplicação efetiva, deve-se aplicar um pré-teste em membros da população (de 10 a 20) para a detecção de possíveis falhas em sua construção” (GIL, 1995, p. 126). Foi realizada a aplicação do questionário inicialmente para dez pessoas para a detecção de falhas de interpretação das questões.

Após a aplicação de uma parcela dos questionários – cinquenta pessoas – foi feita uma análise parcial para comparar com os resultados finais da amostra. “A lei dos grandes números afirma que quanto maior a repetição de um evento mais próximo o resultado da probabilidade efetiva” (GIL, 1995, p. 91). O objetivo dessa análise parcial foi verificar se as variações continuavam crescendo na mesma proporção e ordem ajudando assim a delimitar o tamanho da amostra que neste caso foi de cento e quarenta pessoas.

Além de entender as necessidades das pessoas em relação à automação residencial, esse questionário foi usado para direcionar o modelo de sistema desenvolvido para as necessidades das pessoas, apresentando não uma solução completa, mas sim direcionada a automatizar os equipamentos e funções consideradas essências dentro de uma residência. Para definir os rumos do projeto, ainda foi levado em consideração o consumo de energia e o custo, já que são variáveis importantes da justificativa do projeto.

A2.1 - Análise e interpretação do questionário

A análise tem por objetivo organizar e sumarizar os dados para fornecerem as respostas ao problema proposto para investigação. Já a interpretação busca o sentido mais amplo das respostas, com a ligação a outros conhecimentos previamente obtidos (GIL, 1995, p. 166).

Após a aplicação da pesquisa foi feita a análise através de categorização e tabulação dos dados e a interpretação. Os resultados obtidos estão descritos a seguir.

Na primeira questão foram apresentados os seguintes equipamentos para o pesquisado assinalar caso ele ache necessário uma função automatizada: lâmpadas, portas e janelas, cortinas, chuveiro, banheira, TV, som, microondas, ar condicionado, máquinas de lavar, telefone, câmeras de vigilância, DVD e outros.

O objetivo dessa questão foi identificar antes de tudo quais aparelhos são mais solicitados para funções de automação residencial como mostra o gráfico seguinte.

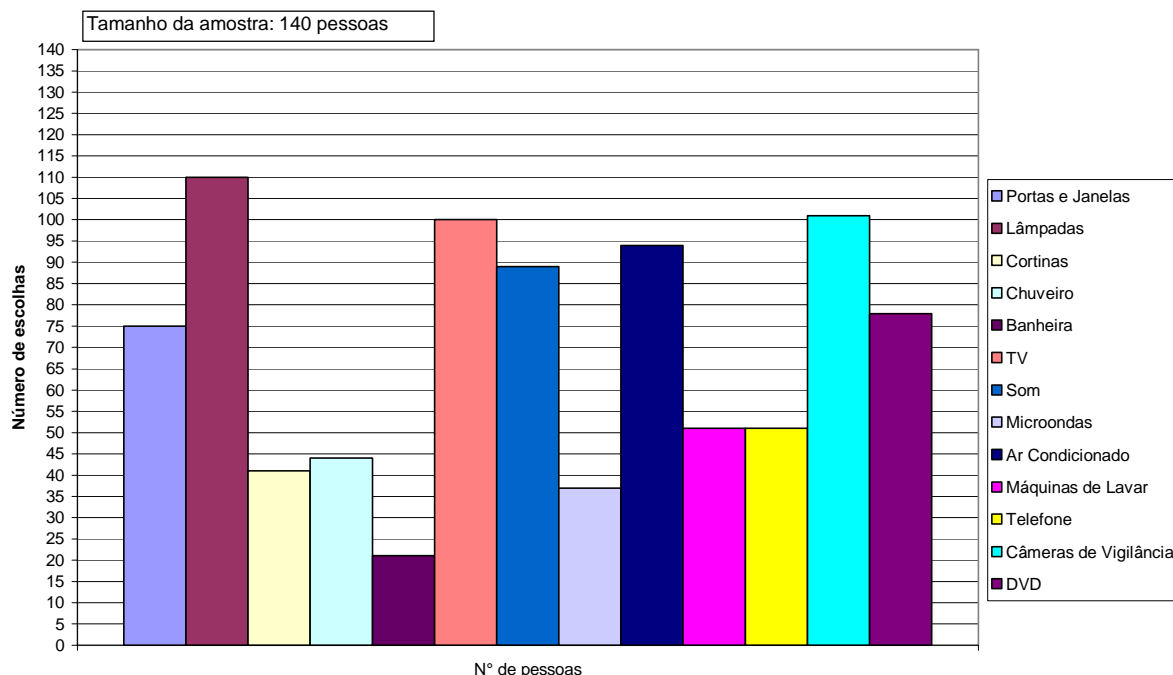


Gráfico A1: Escolha dos equipamentos prioritários para automação

O gráfico permite observar que lâmpadas e câmeras de vigilância foram os artefatos mais indicados para funções automatizadas. TV, som, DVD, ar condicionado e portas e janelas também foram considerados importantes. Já funções automatizadas para cortinas não tiveram tanta importância quanto a automação para o subsistema de iluminação, segurança (controle de acesso e Monitoramento por câmeras de vigilância), entretenimento (TV, SOM e DVD) e refrigeração (ar condicionado).

Esse resultado foge um pouco à realidade do que é comercializado no mercado de soluções para automação residencial verificado nas visitas feitas ao show room de empresas especializadas da cidade de São Paulo, já que não prioriza também os sistemas de entretenimento e refrigeração. Basicamente as soluções inicialmente oferecidas são para controle de iluminação, Monitoramento, controle de acesso e controle de persianas ou cortinas. Outro dado interessante é que a automação da banheira, já amplamente divulgada pela mídia como símbolo de conforto proporcionado pela automação, foi o item menos escolhido.

Sabendo o grau de importância dada pelos pesquisados para a automação dos principais artefatos de uma residência, o próximo passo foi obter qual o dispositivo ou meio que o usuário deseja usar para controlar as funções de

automação dos artefatos residenciais. Foi possível escolher entre os seguintes: celular de qualquer lugar através da Internet; palmtop; controle remoto; computador, celular ou palmtop conectado a Internet. O resultado está apresentado abaixo.

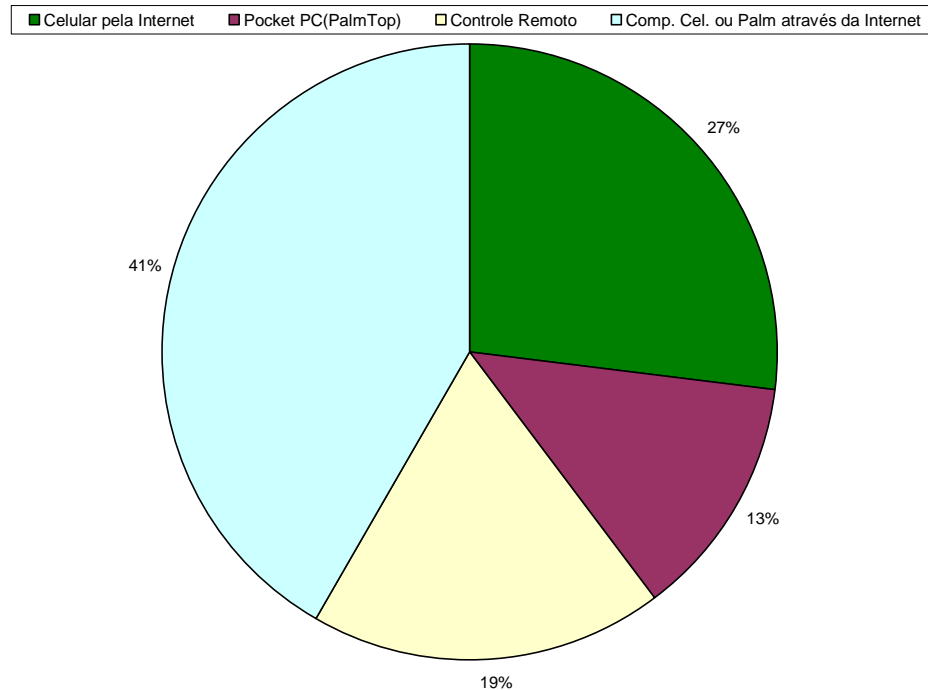


Gráfico A2: Escolha da interface de controle dos dispositivos

O gráfico permite observar que muitas pessoas consideram importante o acesso aos artefatos de sua casa através da Internet e dispositivos móveis. Observa-se que controlar artefatos através do computador, celular ou palmtop através da Internet (41%) ou usando apenas o celular através da Internet (27%) representaram a maior parte das escolhas (68%). Muitos especialistas contatados durante esse projeto afirmaram que o controle do sistema através da Internet apesar de existir, dificilmente será usado, assim como palmtops ou celulares por apresentarem uma interface mais complexa. Alguns caracterizaram o uso dessas soluções como tolices. O gráfico apresenta informações que permite concluir que mesmo que o usuário vá raramente acessar os artefatos de sua casa pela Internet - uma vez que a maior parte das soluções permite também o controle por painel ou controle remoto – ele valoriza esse critério no momento da escolha de uma solução.

O próximo passo foi analisar e interpretar as variáveis que os pesquisados consideram relevante em um sistema de automação residencial. Foi possível assinalar: **A** para alta prioridade; **M** para média prioridade e **B** para baixa prioridade.

As opções apresentadas nesse item foram: baixo volume de equipamentos, consumo, informações técnicas, custo, segurança e outras.

Os resultados obtidos foram mostrados no gráfico abaixo:

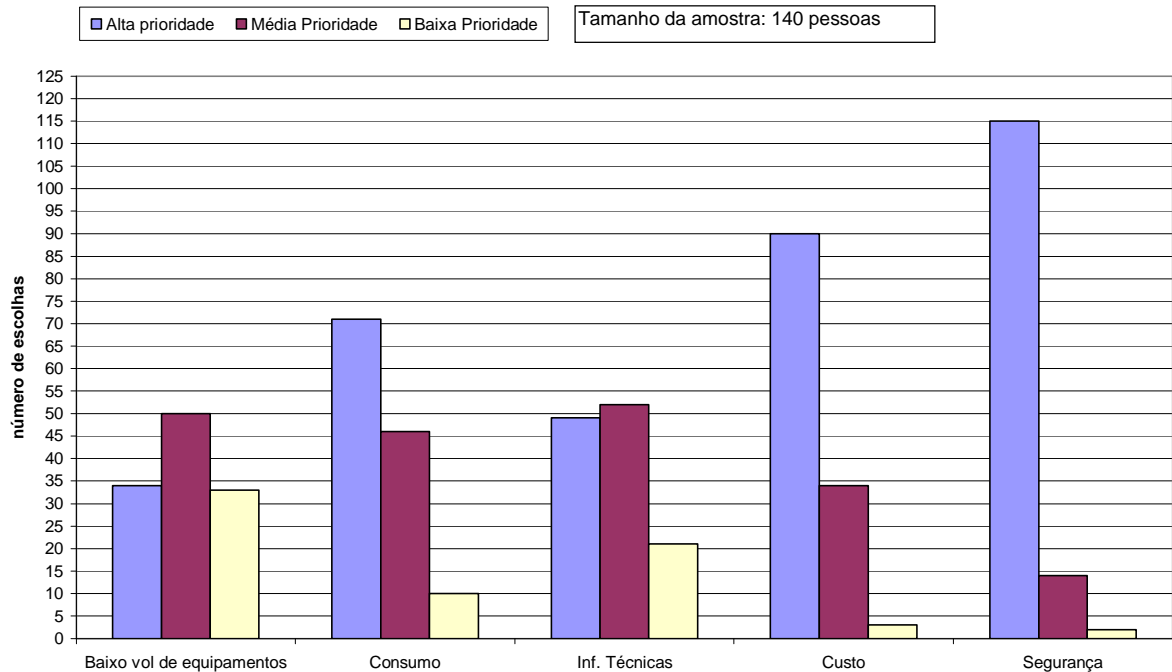


Gráfico A3: Escolha das variáveis importantes em um sistema de automação residencial

O gráfico permite concluir que o maior número de pesquisados considerou alta prioridade (A) para segurança. Dessa forma, associando ao gráfico anterior, quando se permite o acesso a casa pela Internet, deve-se considerar a questão da segurança, assim como para casos de queda de energia elétrica. Nenhum usuário ficará satisfeito com um hacker abrindo seu portão da garagem ou vendo suas portas destravarem devido a uma queda de energia.

Custo e consumo também tiveram um bom número de escolhas considerando alta prioridade. Isso nos permite concluir que há uma preocupação com o consumo de recursos como energia elétrica por uma solução de automação residencial. O que afirmam as empresas visitadas é que as soluções para automação residencial permitem redução no consumo de energia através do controle da intensidade luminosa de lâmpadas, botões que apagam todas as luzes da casa, cenários de iluminação, aproveitamento de energia solar, luz natural etc.

Quanto ao volume de equipamentos e informações técnicas, parece não preocupar muito os pesquisados. É importante lembrar, porém, que as soluções com

cabeamento estruturado geralmente terão a necessidade de um ou mais quadros de automação e equipamentos de integração além de um servidor para acesso à Internet e, dependendo do tamanho da solução, será necessário um cômodo específico da casa para acomodar todos os equipamentos.

Por último coube interpretar o resultado dos demais gráficos que apresentaram as funções que os pesquisados acharam necessário ter um controle automatizado para os principais artefatos mostrados no Gráfico A1 e apresentar os resultados da análise.

Numa interpretação rápida foi observado que funções de controle de carga de potência como ligar/desligar ou travar/destravar foram consideradas mais importantes de serem automatizadas em lâmpadas, TV, som, portas e janelas. Nas câmeras de vigilância, a varredura do ambiente foi considerada a função mais importante (38%), no ar condicionado o controle da temperatura (52%) e no DVD play/stop/pausa (36%).

Os gráficos relacionados a esses resultados não foram apresentados neste trabalho por não apresentarem grande relevância no levantamento dos requisitos necessários ao projeto do produto.

APÊNDICE B – Diagramas de atividade dos subsistemas Controle de Dispositivos e Segurança

B1 Diagramas de Atividade

Os diagramas de atividade seguintes são representações do fluxo de trabalho que acontecem nos casos de uso relacionados à atuação nos dispositivos e envio de mensagens no sistema de segurança da residência.

B1.1 Diagrama de atividade representando o caso de uso Atuar nos dispositivos

A atuação nos dispositivos do sistema pode ocorrer paralelamente através da ação de usuários do sistema através da Internet, do usuário local através do pressionamento dos botões do painel de controle e do sistema automático pela leitura de sensores.

Apesar da representação de processamento paralelo no diagrama de atividade da Figura B1, é importante citar, que não há um real processamento paralelo em um único microcontrolador, já que o artefato de software contido nele não executa rotinas paralelas mas sim um laço infinito que pode ser interrompido pelas funções de interrupção. Esse laço é executado em tal velocidade que permite receber e tratar milhares de informações por segundo, o que em termos de processamento nos dá um resultado que pode ser representado - para melhor entendimento - como processamento paralelo.

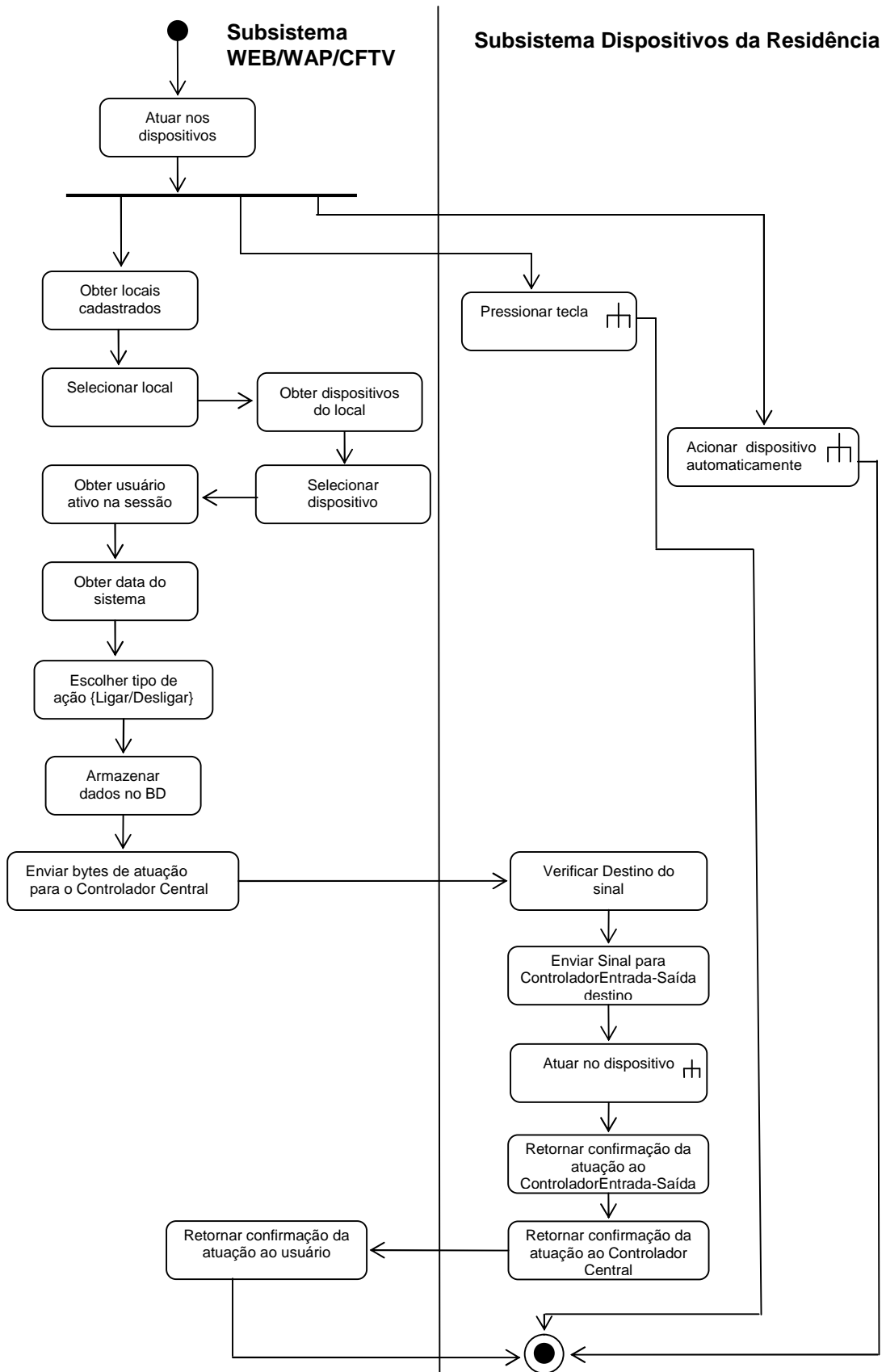


Figura 31: Diagrama de atividades do caso de uso atuar nos dispositivos

Observa-se na Figura B1 que a ação pressionar tecla leva ao diagrama de sub-atividade da Figura B3 e a ação acionar automaticamente leva ao diagrama da Figura B4. Esses diagramas auxiliares são executados infinitas vezes, já que a verificação de pressionamento de tecla e a leitura dos sensores acontecem continuamente.

A Figura B2 mostra o diagrama de sub-atividade com as ações que acontecem na atuação no dispositivo. Quando um sinal de atuação chega no microcontrolador da placa controladora de entradas e saídas, a primeira ação é verificar qual relé será ligado. Se for um relé relacionado com dispositivos automáticos segue-se um conjunto de ações, senão, outro. De qualquer forma, o próximo passo é verificar a ação a ser realizada (ligar ou desligar o relé). Se for uma ação para ligar o relé, é feita a verificação do tipo de dispositivo (tomada ou lâmpada) e um contador de tempo é iniciado para desligar o dispositivo automaticamente após de um determinado tempo. Se for uma ação para desligar o relé, é feita a verificação do tipo de dispositivo e o contador de tempo é zerado. Se o dispositivo não for do sistema automático, ele é apenas ligado ou desligado.

B1.2 Diagrama de sub-atividade pressionar uma tecla

A Figura B3 mostra o diagrama de sub-atividade pressionar uma tecla do painel de controle da residência. É possível observar que uma restrição de tempo de 300 milissegundos é necessária para que o controlador analógico digital interprete o pressionamento da tecla.

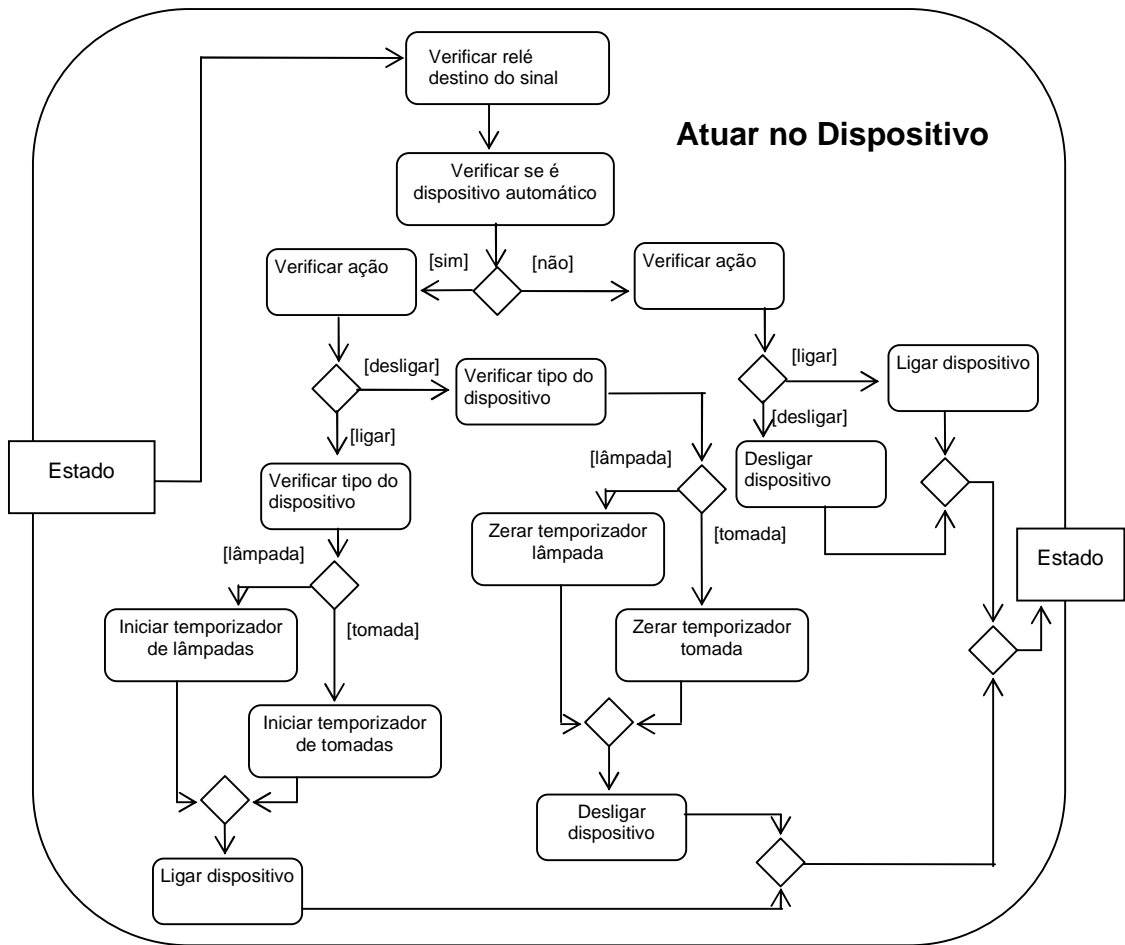


Figura B2: Diagrama de sub-atividade do caso de uso atuar no dispositivo

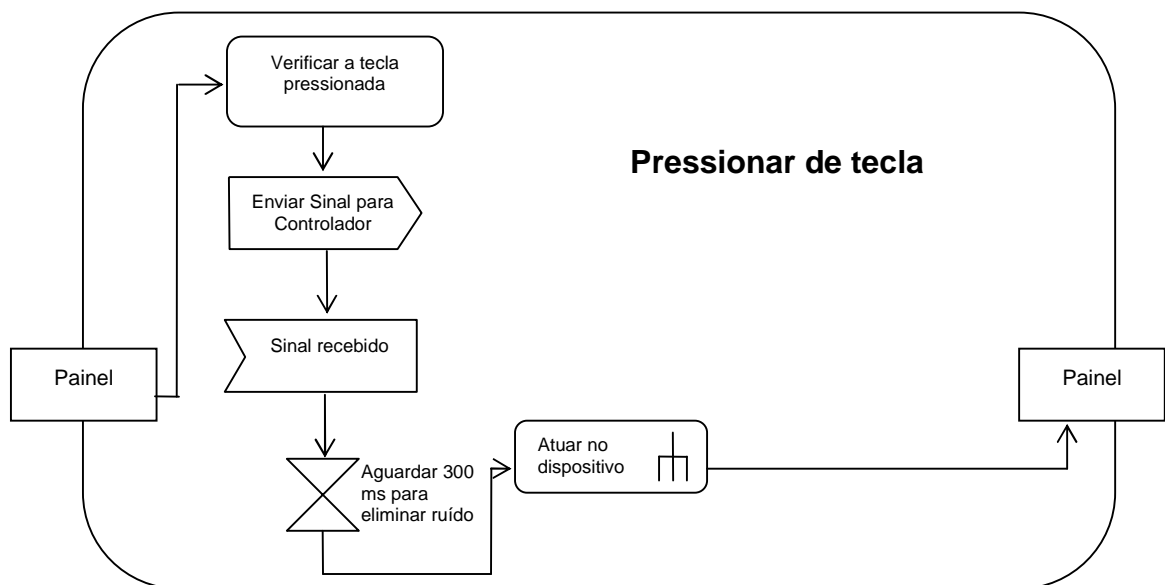


Figura 32: Diagrama de sub-atividade do caso de uso atuar nos dispositivos: Pressionar uma tecla do painel de controle

B1.3 Diagrama de sub-atividade acionar dispositivo automaticamente

A Figura B4 apresenta o diagrama auxiliar da atividade para acionar automaticamente alguns dispositivos. Neste diagrama é possível observar uma restrição de tempo de 60 milissegundos entre cada vez que o controlador de entradas e saídas capta a intensidade da iluminação. Da mesma forma observa-se uma restrição de tempo de 30 segundos para o sensor de temperatura. Outro ponto importante é verificado na comparação para analisar os dados recebidos dos sensores. Se o sensor ativado for o de luminosidade, será verificado se há baixa luminosidade ($\text{luminosidade} \leq 2$) e movimento no ambiente ($\text{movimento} = \text{sim}$), o que leva à ativação de lâmpadas e à inicialização de um contador de tempo para lâmpadas. De maneira semelhante, a detecção de temperatura acima de 25°C e movimento no ambiente leva à ativação de uma tomada e à inicialização de um contador de tempo para tomadas. Esses contadores de tempo são executados em uma espécie de processamento paralelo em relação às detecções dos sensores. Eles desligam o dispositivo depois de um determinado tempo caso nenhum movimento seja detectado no ambiente nesse período.

B2 Diagrama de atividade do sistema de segurança da residência

Esse diagrama de atividade representa as ações que acontecem na execução da aplicação existente nos subsistemas de Segurança e Monitoramento de Segurança da Residência. O diagrama mostrado na Figura B5 pretende destacar o comportamento simulado de processamento paralelo. Como pode ser observado, os botões de emergência, botões para armar e desarmar o alarme e desativar a sirene podem ser pressionados de forma independente uns dos outros, mesmo que um dos processos iniciados com o pressionamento de um dos botões esteja em execução.

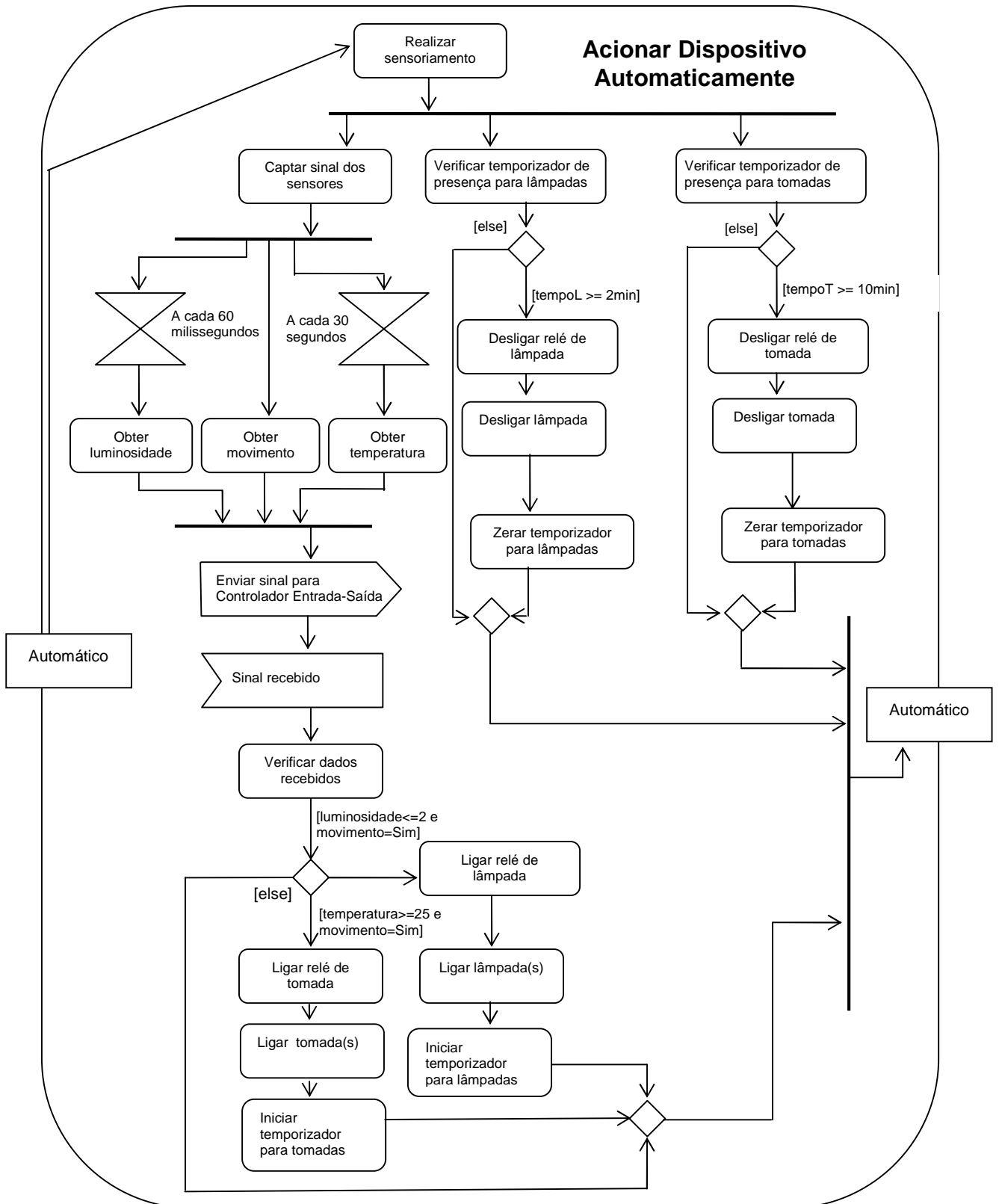


Figura B4: Diagrama de sub-atividade do caso de uso atuar nos dispositivos Acionar dispositivo automaticamente

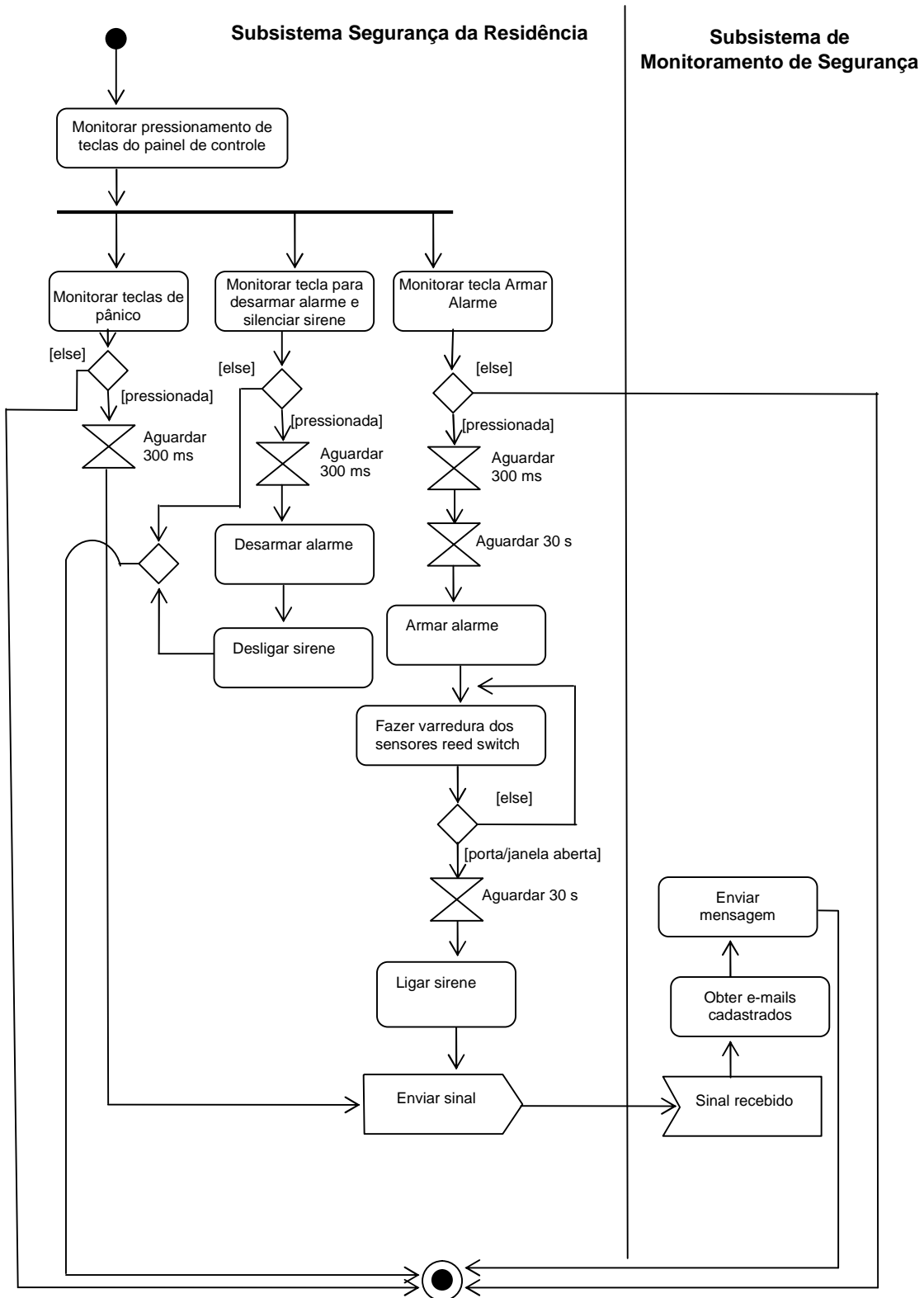


Figura B5: Diagrama de atividade do sistema de segurança da residência

É possível observar na figura B5 que ao se detectar o pressionamento de um botão de emergência ou se o alarme soar, um sinal é enviado ao subsistema de monitoramento de segurança que obtém o e-mail dos usuários cadastrados e envia uma mensagem a esses e-mails.

APÊNDICE C – Aspectos da Interface do Website do Subsistema WEB

C1 Aspectos da Interface

A interface de um sistema envolve todos os aspectos com o qual mantemos contato e através do qual temos acesso às funções da aplicação. PRESSMAN (1995), afirma que a interface é responsável pela frustração e ansiedade do usuário que se depara com dificuldades que podem levar ao pavor de sistemas computadorizados. “Todos nós encontramos interfaces que são duras de aprender, difíceis de usar, confusas, implacáveis e, em muitos casos totalmente frustrantes” (PRESSMAN, 1995, p. 601).

“O termo interface é aplicado normalmente àquilo que interliga dois sistemas. Tradicionalmente, considera-se que uma interface homem-máquina é a parte de um artefato que permite a um usuário controlar e avaliar o funcionamento deste artefato através de dispositivos sensíveis às suas ações e capazes de estimular sua percepção. No processo de interação usuário-sistema a interface é o combinado de software e hardware necessário para viabilizar e facilitar os processos de comunicação entre o usuário e a aplicação” (SOUZA, et al., 1999 apud NORMAN, 1986, p. 3)

A definição acima permite concluir que a interface tem um componente físico que o usuário manipula e um componente conceitual que o usuário interpreta.

O sistema proposto terá basicamente dois componentes físicos na interface com o usuário. O primeiro será o computador ou dispositivo móvel que permite que o usuário dispare ações de controle do ambiente residencial através da Internet e o segundo será o painel de controle interno da residência no qual o usuário pode controlar o ambiente através de um teclado.

O sistema terá também os softwares da interface que apresentarão os processos computacionais necessários para o controle dos dispositivos de hardware, para a geração de mensagens, manipulação das informações do sistema e para a interpretação de comandos do usuário.

C1.1 Interface de controle por computador através da Internet

As páginas WEB e WAP que o usuário acessa para manipular o sistema são parte do software da interface e deverão fornecer subsídios para a formação do componente conceitual do usuário. Sendo assim, propõe-se que sejam simples, intuitivas e fáceis de usar assim como a interface de controle interno da residência composta pelo painel de controle com teclado e legenda.

O esquema de navegação pelo site está representado no Apêndice F.

C1.2 Usabilidade e Comunicabilidade

No desenvolvimento das páginas do site foi dispensada uma atenção especial a aspectos relacionados à usabilidade e comunicabilidade.

Segundo Souza (1999), a usabilidade de um sistema é um conceito que se refere à qualidade da interação de sistemas com os usuários e depende de vários aspectos como facilidade de aprendizado, facilidade de uso, satisfação do usuário, flexibilidade e produtividade. Já comunicabilidade é a propriedade de um sistema de transmitir ao usuário de forma eficaz e eficiente as intenções e princípios de interação que guiaram o seu design.

Um dos aspectos que faz parte da usabilidade é a navegabilidade. O usuário deve poder navegar de um lado para outro do site rapidamente, sem se perder. Para garantir a usabilidade, e comunicabilidade do site, foram adotadas algumas medidas que estão descritas a seguir.

A interface através do site consiste basicamente de menus, formulários para a manipulação de dados e telas com resultados de pesquisas.

C1.3 Menus

Um menu é um conjunto de opções auto-explicativas apresentadas na tela, no qual a seleção de uma opção resulta na apresentação de novos menus ou telas. Os menus do sistema foram apresentados em telas separadas para não confundir o usuário, como mostra a Figura C1.

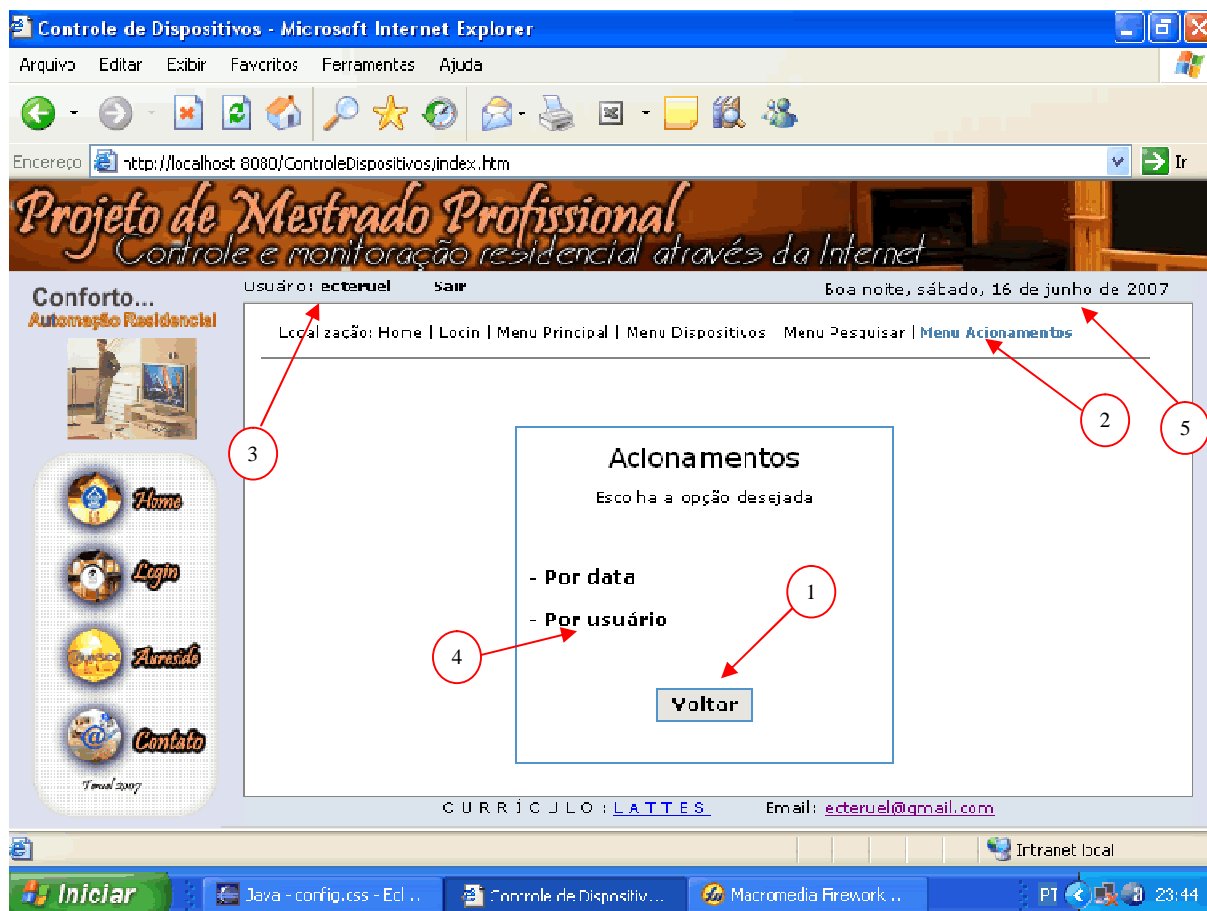


Figura C1: Tela com menu para consulta de acionamentos dos dispositivos

A tela apresentada pela Figura C1 é a do menu de consulta de acionamentos dos dispositivos da residência por data ou por usuário. Para fornecer boas condições de navegabilidade e comunicabilidade, foi inserido em cada tela do site:

- Um botão Voltar (1);
- A localização atual do usuário com link para qualquer tela do caminho atual (2);
- A identificação do usuário que está ativo atualmente no sistema com a opção para sair da área restrita (3);
- As opções de menu separadamente (4);
- Uma saudação com a data por extenso (5).

É possível observar na linha de localização que o usuário inicialmente entrou na tela Home, e seguiu pelas telas Login, Menu Principal, Menu Dispositivos, Menu Pesquisar e atualmente encontra-se na tela do Menu Acionamentos. Essas descrições de localização são links que possibilitam ao usuário além de ter a

informação precisa de sua localização, voltar diretamente a qualquer uma das telas anteriores.

C1.4 Formulários

Um formulário eletrônico é uma tela semelhante ao formulário em papel, o que torna fácil o aprendizado de seu uso por parte do usuário.

Para Souza (1999), os formulários devem deixar claro o tipo de dado que pode entrar em cada campo, facilitar a correção de erros de digitação e a verificação dos dados digitados através de técnicas como dígitos verificadores e totalização de valores.

Para demonstrar os cuidados com os aspectos relacionados à usabilidade e comunicabilidade, o formulário para cadastro de dispositivos (Figura C2), e de controle dos dispositivos cadastrados (Figura C3) são apresentados a seguir.

Figura C2: Formulário para cadastro de dispositivos da residência

O formulário da Figura C2 permite cadastrar os dispositivos da residência que serão passíveis de controle. Com relação à comunicabilidade, foi colocado no

formulário descrições textuais nos campos (1), o sinal de interrogação (2) que quando clicado mostra na tela a janela *popup* com a ajuda necessária (3), o asterisco (6) indicando a obrigatoriedade do preenchimento e as caixas de combinação (4 e 5) para a escolha do local e do atuador. O sinal de interrogação (2) e asterisco (6) são exemplos de *affordance*. Segundo Souza (1999), *affordance* é um termo que se refere às propriedades percebidas e reais de um artefato, em particular as propriedades fundamentais que determinam como este artefato pode ser utilizado. As *affordances* fornecem fortes pistas ou indicações quanto à operação de artefatos, neste caso, o sinal de interrogação (?) fornece a pista que ao ser clicado o usuário obterá ajuda sobre o campo relacionado.

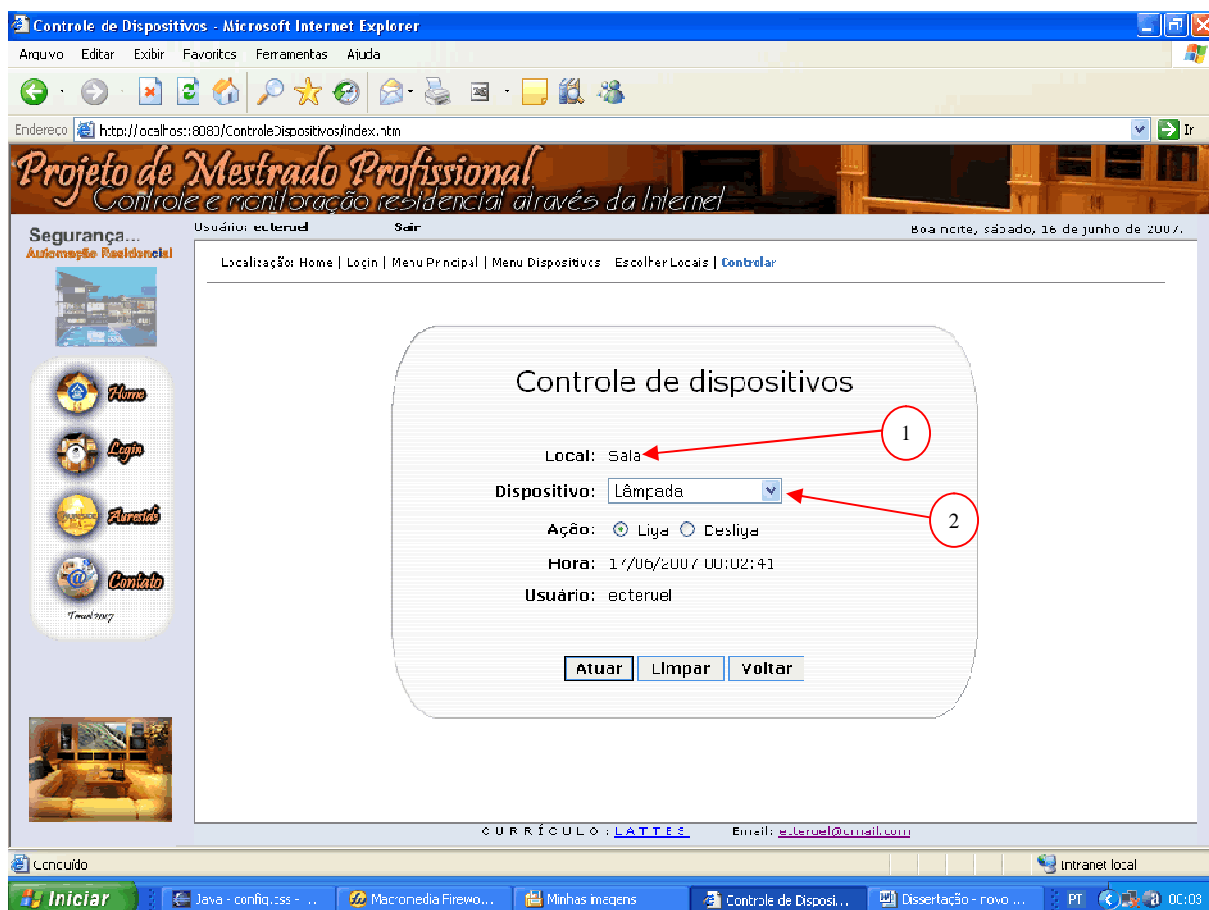


Figura C3: Formulário para controlar os dispositivos cadastrados da residência

Ao selecionar o local em uma tela anterior e clicar no botão Carregar Dispositivos, o formulário da Figura C3 é apresentado. Esse formulário permite que o usuário atue ligando ou desligando um determinado dispositivo da residência, seja uma lâmpada, um relé que ativa ou desativa um motor de persiana ou portão, uma

fechadura eletrônica de porta etc. Observe que é mostrado o local escolhido pelo usuário (1) e são carregados todos os dispositivos deste local (2).

C1.5 Resultados das Consultas

Assim como os dados são cadastrados ou alterados através de formulários, eles podem ser visualizados através de consultas. As consultas podem ser parciais ou listagens totais como mostra as Figuras C4, C5 e C6:

Controle de Dispositivos - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço <http://localhost:8080/ControleDispositivos/index.htm> Ir Links

Projeto de Mestrado Profissional
Controle e monitoração residencial através da Internet

Usuário: **ecteruel** Sair Bom dia, quinta, 05 de julho de 2007.

Localização: [Home](#) | [Login](#) | [Menu Principal](#) | [Menu Dispositivos](#) | [Menu Listar](#) | [Acionamentos pela Web](#)

Local	Dispositivo	Data/Hora	Ação	Usuário
Salão de Festa	Lâmpada	01/07/2007 05:12:03	LIGA	ecteruel
Salão de Festa	Lâmpada	03/07/2007 05:59:49	LIGA	ecteruel
Salão de Festa	Lâmpada	03/07/2007 06:01:41	DESLIGA	anvy
Salão de Festa	Lâmpada	03/07/2007 06:01:53	LIGA	anvy
Sala	Lâmpada	03/07/2007 06:19:09	LIGA	ecteruel
Sala	Lâmpada	03/07/2007 06:19:20	DESLIGA	ecteruel
Sala	Abajur	03/07/2007 06:19:29	LIGA	ecteruel
Sala	Abajur	03/07/2007 06:19:33	DESLIGA	ecteruel

[Voltar](#) [Atualizar](#)

CURRÍCULO: [L.A.T.T.E.S.](#) Email: ecteruel@gmail.com

Concluído Intranet local

03:49

Figura 33: Listagem total de acionamentos

A Figura C4 mostra uma listagem total dos acionamentos dos dispositivos. Nesta listagem são mostrados os locais, dispositivos, data e hora do acionamento e o *login* do responsável pela ação. O sistema também permite listagem por usuário e por data do acionamento.

Controle de Dispositivos - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://localhost:8080/ControleDispositivos/index.htm Ir

Projeto de Mestrado Profissional
Controle e monitoração residencial através da Internet

Comodidade... Automação Residencial

Usuário: eteruel Sair Boa noite, sábado, 16 de junho de 2007.

Localização: Home | Login | Menu Principal | Menu Dispositivos | Menu Pesquisar | Dispositivos | Resultado

Local	Dispositivo	Tipo	Atuador	Excluir	Alterar
Sala	Lâmpada	Dicrónica	ATUADOR 01	Excluir	Alterar
Cozinha	Lâmpada		ATUADOR 03	Excluir	Alterar
Banheiro	Lâmpada		ATUADOR 04	Excluir	Alterar

Voltar

1 2

CURRÍCULO: LATTES Email: eteruel@gmail.com

Concluído Intranet local

Windows Taskbar: Iniciar, Java - config.css - ..., Macromedia Firewo..., Minhas Imagens, Controle de Disposi..., Dissertação - novo ..., PT, 00:10

Figura C5: Consulta de dispositivo

A Figura C5 mostra uma consulta de dispositivos específicos cadastrados, nesse caso, as lâmpadas. É possível observar que para cada dispositivo estão disponíveis os links Excluir (1) e Alterar (2).

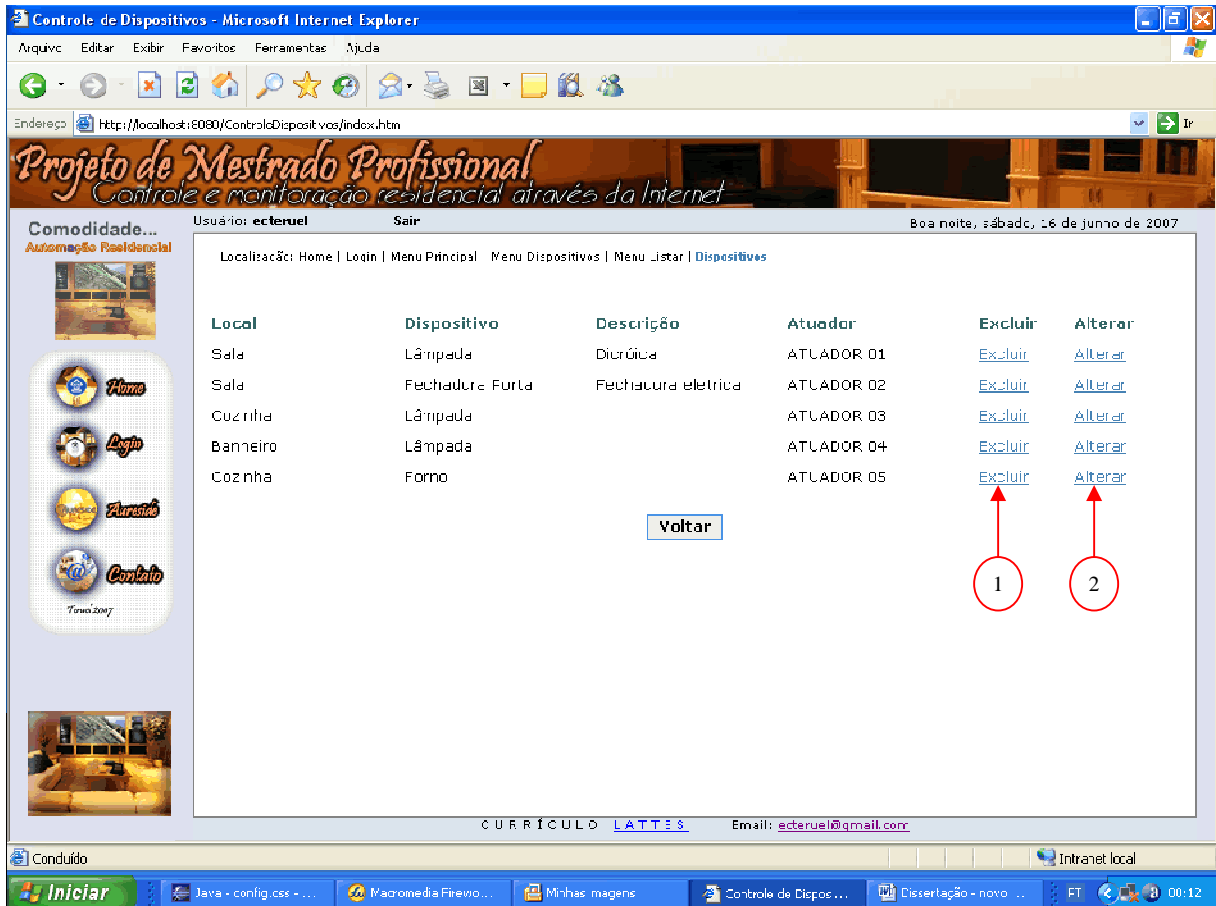


Figura 34: Listagem total de dispositivos cadastrados

A Figura C6 mostra a tela que apresenta uma listagem geral dos dispositivos cadastrados e para cada dispositivo também apresenta links para Alterar (2) ou Excluir (1).

C1.6 Interface de controle por dispositivos móveis através da Internet

Através de dispositivos móveis o usuário pode fazer o *login* no sistema, atuar nos dispositivos que foram cadastrados pelo administrador e enviar mensagens para a residência. Isso significa que primeiro o usuário terá que alimentar o sistema através do computador para depois ligar ou desligar os dispositivos que foram cadastrados.

A Figura C7 mostra algumas telas da interface de controle por dispositivos móveis.



Figura C7: Telas da Interface de controle por dispositivos móveis

Da esquerda para a direita podem ser observadas a tela onde o usuário faz o *login*, a tela para a escolha do local cadastrado pelos usuários, e a tela para a escolha do dispositivo e da ação que deve ser realizada sobre o dispositivo do local selecionado. É possível observar aspectos relativos à usabilidade e comunicabilidade já discutidos anteriormente. Além das três telas apresentadas também há telas de mensagens de retorno ao usuário para informá-lo, por exemplo, se a ação no dispositivo foi realizada corretamente ou não. As três imagens são de celulares diferentes testados através do emulador WAP Proof 2007 Lite - versão free por trinta dias - disponível em <http://www.wap-proof.com>. O sistema também foi testado para os modelos de celulares Alcatel One Touch 732, Nokia 5100, Nokia 6600, Nokia 6310i, Nokia 7210, Sagem MY-X5, Samsung X480, Siemens CL75, Siemens ME45, Siemens S55, Sony Ericsson T610 e Sony Ericsson T630. Além do simulador o sistema também foi testado em condições reais usando-se o modelo de celular Motorola V191.

APÊNDICE D – Componentes de hardware utilizados e custos do projeto

Nas tabelas seguintes são apresentados os componentes com quantidade, descrição e preço consecutivamente. A letra R será a letra usada para representar a palavra resistor e C, capacitor.

Tabela D1: Lista de componentes da placa de comunicação USB – nó Driver de Interface

Componentes	Componentes
2 R 27 Ω - R\$ 0,20	1 C 10uF eletrolítico - R\$ 0,25
2 R 10k Ω - R\$ 0,20	4 C cerâmicos 100nF - R\$ 0,40
3 R 470 Ω - R\$ 0,30	1 conector tipo B fêmea PCI - R\$1,10
1 R 1k5 Ω - R\$ 0,10	2 barras de soquete de 20 pinos – R\$ 5,60
3 R 4k7 Ω - R\$ 0,30	2 C poliéster 100nF - R\$ 0,80
2 R 220 Ω - R\$ 0,20	1 placa 10x5 - R\$ 3,00
1 R 2k2 Ω - R\$ 0,10	2 soquete para 8 pinos - R\$ 1,0
1 C 33nF - R\$ 0,10	1 placa com trilhas 5x3 - R\$ 20,00
2 C 27pF - R\$ 0,20	1 chipset FT232BM - R\$ 25,00
1 Cabo USB - R\$ 8,00	1 memória Flash 93C46 - R\$ 2,80
2 CI 6N136 - R\$ R\$7,60	1 cristal de 6 Mhz - R\$ 1,70
Custo: R\$ 78,15	
Foram usadas duas placas – Total: R\$ 156,30	
Ao invés de adquirir a placa já com os circuitos (trilhas) poderia ter sido corroída uma placa padrão que custa em torno de R\$3,00, o que reduziria o preço total de cada placa para R\$ 61,15.	

Tabela D2: Lista de componentes do hardware da placa de segurança – Nó Controlador de Segurança

Componentes	Componentes
5 R 10 k Ω - R\$ 0,50	1 cristal de quartzo 4MHz - R\$ 1,70
5 R 330 Ω - R\$ 0,50	1 barra de pinos com 20 pinos - R\$2,80
9 R 4,7 k Ω - R\$ 0,90	1 transistor tipo IRLZ44 - R\$ 3,30
1 R 100 Ω - R\$ 0,10	1 microcontrolador PIC 16F877A - R\$ 25,00
5 LEDs - R\$ 1,00	1 sirene 12V - R\$ 10,00
2 C 15 pF - R\$ 0,20	5 micro-botões pulsadores - R\$ 1,50
1 placa 15x15 - R\$ 4,50	1 soquete para 40 pinos - R\$ 2,80
Custo total: R\$ 54,8	
Pinos, conectores, cabos, jumpers e sensores reed switchs são necessários de acordo com a necessidade de Monitoramento da residência do usuário.	

Tabela D3: Lista de componentes do hardware da placa controladora central- nó Controlador Central

Componentes	Componentes
4 R 10k Ω - R\$ 0,40	1 cristal de quartzo 4MHz - R\$ 1,70
3 R 470 Ω - R\$ 0,30	3 micro-botões pulsadores - R\$ 0,90
1 sirene 5V - R\$ 2,50	1 LED de alto brilho - R\$ 1,90
2 C 15 pF - R\$ 0,20	1 microcontrolador PIC 16F877A - R\$ 25,00
2 LEDs comuns - R\$ 0,40	1 C cerâmico 100 nF - R\$ 0,10
1 trim-pot 10 k Ω - R\$ 1,80	1 transistor BC338 - R\$ 0,15
1 trim-pot 100 Ω - R\$ 1,80	1 display LCD 16x2 - R\$25,00
1 placa 15x15 - R\$ 4,50	1 soquete de 40 pinos - R\$ 2,80
Custo: R\$ 69,45	

Tabela D4: Lista de componentes do hardware da placa controladora de entradas e saídas (Placa 1)

Nó Controlador de Entradas e Saídas

Componentes	Componentes
1 R 1k Ω - R\$ 0,10	1 cristal de quartzo 4MHz – R\$ 1,70
4 R 4k7 Ω - R\$ 0,40	2 drivers ULN2803 - R\$ 5,20
1 regulador de tensão 7805 - R\$1,00	1 sensor de temperatura LM35 - R\$ 1,90
2 C 15 pF - R\$ 0,20	1 microcontrolador PIC16F877A - R\$ 25,00
1 LED comum - R\$ 0,20	5 jumpers - R\$ 0,50
1 diodo retificador 1N4007 - R\$ 0,05	2 barras com 20 pinos cada – R\$ 5,60
1 soquete 40 pinos - R\$ 2,80	2 soquetes para 18 pinos – R\$ 1,80
1 placa 15x15 - R\$ 4,50	1 capacitor eletrolítico 100 μ F 25V – R\$ 0,25
8 conectores para 2 pinos – R\$ 1,60	1 – conector para 10 pinos – R\$ 0,50
1 conector para 12 pinos – R\$ 0,60	4 – conectores para 4 pinos – R\$ 1,20
Custo: R\$ 55,10	Foram usadas duas placas – Total: 110,20

Tabela D5: Lista de componentes do hardware da placa de relé (Placa 2)

Nó Controlador de Entradas e Saídas

Componentes	Componentes
10 R 560 Ω - R\$ 1,0	1 conector para 12 pinos - R\$ 0,70
10 relés Finder de 10A 12V - R\$ 18,00	1 conector para 2 pinos - R\$ 0,20
10 conectores KRE 2 vias - R\$ 5,00	1 barra com 20 pinos cada - R\$ 2,80
10 diodos retificador 1N4007 - R\$ 0,50	1 placa 15x15 - R\$ 4,50
10 LEDs comuns 3 mm ² - R\$ 2,00	
Custo: R\$ 34,70	Foram usadas duas placas – Total: R\$ 69,40

Tabela D6: Lista de componentes do hardware da placa de teclado (Placa 3)

Nó Controlador de Entradas e Saídas

Componentes	Componentes
10 R 10k Ω - R\$ 1,0	1 conector para 10 pinos - R\$ 0,60
10 micro-botões pulsadores - R\$ 3,00	1 placa 7x8 - R\$ 2,00
Custo: R\$ 6,60	Foram usadas duas placas – Total: R\$ 13,20

Tabela D7: Lista de componentes do hardware da placa de detecção da luminosidade (Placa 4) – nó Controlador de Entradas e Saídas

Componentes	Componentes
1 R 10kΩ - R\$ 0,10	1 conector para 4 pinos - R\$ 0,30
1 R dependente de luz (LDR) - R\$ 1,70	1 placa 3x2 - R\$ 1,00
1 C cerâmico de 100nF - R\$ 0,10	
Custo: R\$ 3,20	Foram usadas duas placas – Total: R\$ 6,40

Tabela D8: Lista de componentes do hardware da placa reguladora de tensão

Componentes	Componentes
1 R 1kΩ - R\$ 0,10	1 – C eletrolítico 100µF 25V - R\$ 0,25
1 diodo retificador 1N4007 - R\$ 0,05	1 barra com 20 pinos cada - R\$ 2,80
1 regulador de tensão 7805 - R\$ 1,00	10 conectores para 2 pinos - R\$ 2,00
1 LED comum - R\$ 0,20	1 placa 4x5 - R\$ 1,00
	5 jumper - R\$ 0,50
Custo: R\$ 7,90	

Tabela D9: Outros componentes necessários ao projeto

Componentes	Componentes
1 rolo de fio flexível 0,3mm ² – 200m - R\$ 50,00	2 películas para teclado - R\$ 30,00
2 rolos de fio flexível 2,5mm ² – 100m - R\$126,00	1 caixa plástica 5x9 - R\$ 3,00
6 caixas de madeira 17 x 16 para embutir as placas - R\$ 30,00	2 caixas plásticas 14X9 para embutir placas - R\$ 14,00
3 sensores de presença infravermelhos com comunicação por cabos - R\$ 51,00	4 sensores magnéticos reed switches - R\$ 16,00
1 fonte estabilizada de 12V 2A -R\$ 50,00	1 – câmera de vigilância R\$ 127,00
1 fonte 12V 500mA - R\$ 13,00	1 – placa para 4 câmeras-R\$ 140,00
1 cabo 30 metros - R\$ 33,00	2 – conectores para a câmera -R\$ 3,00
1 panorizador para câmera - R\$ 57,00	2,5litros de percloroeto de ferro-R\$ 30,00
200 terminais - R\$ 20,00	8 decalques - R\$ 30,00
Custo: R\$ 823,00	

Tabela A10: Custo total do projeto

Placa	Custo
2 placas USB	R\$ 156,30
1 placa de segurança	R\$ 54,80
1 placa controladora central	R\$ 69,45
2 placas controladoras de entrada e saída	R\$ 110,20
2 placas de relés	R\$ 69,40
2 placas de teclado	R\$ 13,20
2 placas de detecção de luminosidade	R\$ 6,40
1 placa reguladora de tensão	R\$ 7,90
Outros componentes	R\$ 823,00
Total: R\$ 1310,65	