

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL

ULBRA – *CAMPUS* GUAÍBA

CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO



**APLICAÇÕES PARA CASAS INTELIGENTES
EM AMBIENTES PERVASIVOS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO I**

ALESSANDRO LUMERTZ GARCIA

Anderson Yanzer Cabral
Orientador

Guaíba, junho de 2008.

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Acadêmico: Alessandro Lumertz Garcia

E-mail: alabr@terra.com.br / alabr@gmail.com

Professor Orientador: Anderson Yanzer Cabral

E-mail: anderson.yanzer@terra.com.br

Título do Projeto: Aplicações para Casas Inteligentes em Ambientes Pervasivos

Período de realização: de 03/03/2008 à 30/06/2008

SUMÁRIO

1	DEFINIÇÃO DO TEMA	4
1.1	Tema.....	4
1.2	Delimitação do Tema	4
2	PROBLEMA DE PESQUISA	4
3	HIPÓTESES DE SOLUÇÃO	5
4	OBJETIVOS	5
5	JUSTIFICATIVA	6
6	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
7	CONCEITOS GERAIS DAS TECNOLOGIAS ABORDADAS	7
7.1	Casa Inteligente.....	7
7.1.1	O que é uma casa inteligente	7
7.1.2	Aplicações Existentes.....	8
7.2	Computação Pervasiva.....	12
7.2.1	Ambientes Pervasivos	12
7.2.2	Dispositivos Pervasivos	13
8	METODOLOGIA	14
8.1	Estudo de Novas Aplicações	15
8.2	Formas de Integração de Sistemas em Ambientes Pervasivos	20
8.3	Aplicações Necessárias	26
9	AMBIENTE PROPOSTO	28
9.1	Recursos Necessários.....	29
9.2	Problemas de Implementação.....	30
10	RESULTADOS	30
11	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - II	31
12	REFERÊNCIAS	31

1 DEFINIÇÃO DO TEMA

1.1 Tema

Estudo e análise de sistemas para casas inteligentes, observando a integração das aplicações disponíveis nos ambientes pervasivos bem como a interação com os usuários.

1.2 Delimitação do Tema

Este trabalho propõe uma análise dos tipos de aplicações que podem existir nas casas inteligentes. Serão apresentadas formas de integrar diferentes sistemas buscando uma operação invisível e independente da interação explícita do usuário. Além disso, o trabalho terá como base os princípios da computação pervasiva ou ubíqua, o que pressupõe uma extensa lista de soluções a serem discutidas. Entretanto, as aplicações que serão apresentadas estarão sempre interligadas às facilidades que a casa inteligente pode possibilitar.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

O conceito de casa inteligente vem sendo explorado há bastante tempo e muitas soluções automatizadas já fazem parte do dia-a-dia de boa parte da população. Haja vista controles de portões automáticos, cercas elétricas, alarmes, dentre outros. Contudo, o que se encontra na maioria das residências que dispõem de tais soluções são sistemas que atuam isoladamente uns dos outros, não por acaso, mas devido ao alto nível de dificuldade de integrar diferentes sistemas em uma solução única. Além disso, para criar um ambiente pervasivo em uma residência, é preciso definir uma arquitetura de funcionamento que permita integrar os softwares com os mecanismos físicos, levando em consideração que tais dispositivos serão heterogêneos, com diferentes protocolos de comunicação e diferentes interfaces. Por exemplo, para saber quais alimentos existem no interior da geladeira, é necessário que cada alimento tenha um identificador por rádio-freqüência, também chamado de *tag*, além de a geladeira ter uma antena ligada a uma leitora de RFID [BAZUIN, 2004] para poder realizar a leitura dos tags contidos no seu interior. Entretanto existem diversas marcas e modelos de leitoras de RFID disponíveis no mercado, sendo que a interface de comunicação com cada uma

delas é definida pelo próprio fabricante. Baseado nisso, torna-se um desafio criar um ambiente de casa inteligente que possibilite a utilização de tais dispositivos interligados a um mesmo sistema de controle.

3 HIPÓTESES DE SOLUÇÃO

Dado exposto, um dos grandes desafios da computação pervasiva é a aplicação de tecnologias existentes permitindo a comunicação entre dispositivos heterogêneos. Além disso, as residências estão cada vez mais sendo projetadas com mecanismos que poderiam oferecer mais aos usuários se estivessem conectados entre si a fim de alcançar soluções maiores e mais completas. Portanto algumas hipóteses serão estudadas a fim de chegar à melhor forma de se integrar aplicações para casas inteligentes em ambientes pervasivos. São elas:

- Utilizar protocolos padrão de redes sem fio e ad-hoc para estabelecer comunicação entre os dispositivos da casa inteligente de forma a eles por si só trocarem informações;
- Criar um gerenciador que irá controlar todos os dispositivos envolvidos no projeto da casa. Nesse caso o gerenciador irá centralizar a comunicação, definindo a forma de se comunicar com cada equipamento;
- Além da questão da comunicação entre os dispositivos, será estudada uma outra hipótese que envolve a utilização de componentes existentes para definir funcionalidades ainda não exploradas para as casas inteligentes.

4 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é estudar aplicações para casas inteligentes utilizando conceitos da computação pervasiva em ambientes onde a utilização de tecnologias se torna invisível e onipresente. Além disso, será realizado um levantamento do estado da arte da computação pervasiva e será proposto um ambiente baseado nessa tecnologia voltado para a casa inteligente, de forma que na realização da segunda etapa, que será o TCC-II, seja realizada uma demonstração do funcionamento dessa tecnologia.

5 JUSTIFICATIVA

Com base no que foi apresentado e nas dificuldades atualmente existentes, o presente trabalho traz uma proposta de casa inteligente baseada nos conceitos da computação pervasiva, o que permite um melhor aproveitamento de alguns dos sistemas já utilizados bem como a implementação de novas soluções que oferecerão mais benefícios aos moradores, tornando suas vidas mais simples.

6 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Atualmente existem diversos sistemas que visam automatizar residências ou que buscam mais segurança, praticidade e conforto para os seus habitantes. Exemplos desses sistemas são cercas elétricas, sistemas de identificação, e sistemas de monitoramento à distância. Entretanto na maioria das vezes o que se vê são aplicações funcionando isoladamente e incapazes de trocar informações. Por exemplo: um sistema de identificação que somente permite aos moradores acesso a casa. Esse sistema poderia, ao detectar a presença de um morador nas dependências da casa, avisar outro dispositivo para que ele executasse determinada tarefa, como ligar o rádio ou a TV na programação desejada ou ainda informar os recados armazenados na secretária eletrônica durante o período de ausência. Esse tipo de comportamento ocorreria sem que o usuário explicitamente dissesse que gostaria de ouvir rádio, uma vez que o sistema já detectara outrora que essa seria sua preferência para aquele determinado momento. Esse é um dos princípios básicos da computação pervasiva ou ubíqua, descritos por [WEISER, 1991]. Segundo ele, os computadores habitariam os locais mais triviais do dia-a-dia de forma a tornar o seu uso invisível ao usuário.

Os conceitos de casas inteligentes [ALVES, 2003] na sua essência vêm sendo estudados há bastante tempo. Todavia com o avanço das tecnologias e dos meios de comunicação um universo de possibilidades e oportunidades vem surgindo de forma a tornar tarefas triviais mais inteligentes e fáceis de serem executadas. Com o surgimento das redes sem fio e com o inevitável surgimento de novas tecnologias, uma vasta lista de aparelhos até então classificados simplesmente como domésticos poderão fazer parte de sistemas complexos e interligados com um escopo maior do que o propósito individual de cada aparelho.

7 CONCEITOS GERAIS DAS TECNOLOGIAS ABORDADAS

7.1 Casa Inteligente

Nesta seção serão apresentados os conceitos de casas inteligentes bem como as aplicações atualmente existentes. Serão expostos exemplos de funcionamento de sistemas interligados a equipamentos disponíveis nas áreas de automação e controle.

7.1.1 O que é uma casa inteligente

As casas, e os edifícios em geral, não são e talvez nunca sejam inteligentes, mas sim o uso que delas soubermos fazer. É, no entanto, corrente chamar inteligentes as casas que possuem características capazes de tornar a vida mais simples a quem nelas habita. Ou então as casas que por si só executam tarefas de controle, que outrora seriam executadas obrigatoriamente por um morador, como por exemplo, controlar o nível e a temperatura da água, a irrigação do jardim, a abertura e o fechamento das cortinas, a aspiração do pó dos ambientes, etc. Baseado nisso uma casa pode ser considerada inteligente no momento em que disponibiliza aos seus moradores ambientes mais confortáveis, seguros e práticos através da utilização de sistemas de automação residencial.

Para boa parte das pessoas, idéias como estas podem parecer meras extravagâncias. Entretanto todas estas facilidades estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas uma vez que o custo de aquisição e manutenção está cada vez mais acessível a uma parcela da população, que tende a aumentar nos próximos anos. Há algum tempo muitas pessoas pensavam que cercas elétricas em residências destinavam-se apenas aos extremamente ricos, ou então, limitavam-se apenas à imaginação de futuristas exagerados e paranóicos por segurança. No entanto essa é uma realidade na maioria das residências de classe média. Outro exemplo é a comodidade de abrir os portões das casas com o simples toque de um botão no controle remoto. Para muitos poderia parecer impossível, talvez pelo preço ou pela tecnologia aplicada, que portões eletrônicos fossem tão presentes nas casas atualmente. O fato é que a automação residencial disponibiliza diversas soluções que podem transformar tarefas do cotidiano em atividades mais inteligentes e fáceis de serem controladas e que, com o passar do tempo, as tecnologias tendem a ficar mais acessíveis e difundidas nos ambientes residenciais.

7.1.2 Aplicações Existentes

O conceito de casa inteligente atualmente se baseia em sistemas independentes que auxiliam na execução de tarefas antes realizadas manualmente pelos habitantes da casa. Dentre as aplicações atualmente existentes, destacam-se algumas:

- **Cercas elétricas:** são compostas por fios de arame que conduzem eletricidade a partir de uma central e servem basicamente para inibir a intrusão nos locais protegidos. Os eletrificadores da cerca se alimentam de energia convencional, de uma bateria de 12 volts que é carregada pela rede (110 ou 220 volts). Essa energia é convertida em um pulso de alta tensão e baixa corrente. Este é de curta duração e se repete em intervalos de 60 vezes por minuto, valores integrados dentro das normas internacionais de segurança. Como toda corrente elétrica necessita de um circuito, no caso de uma cerca elétrica, necessita-se que, entre o equipamento e o invasor, haja dois condutores. Como se pode ver na Figura 1, um dos condutores é o arame e o outro a terra. Ao tocar o arame, o invasor fecha o circuito passando a eletricidade pelo seu corpo e recebendo a descarga [TECNOTEL TELECOM, 2008].

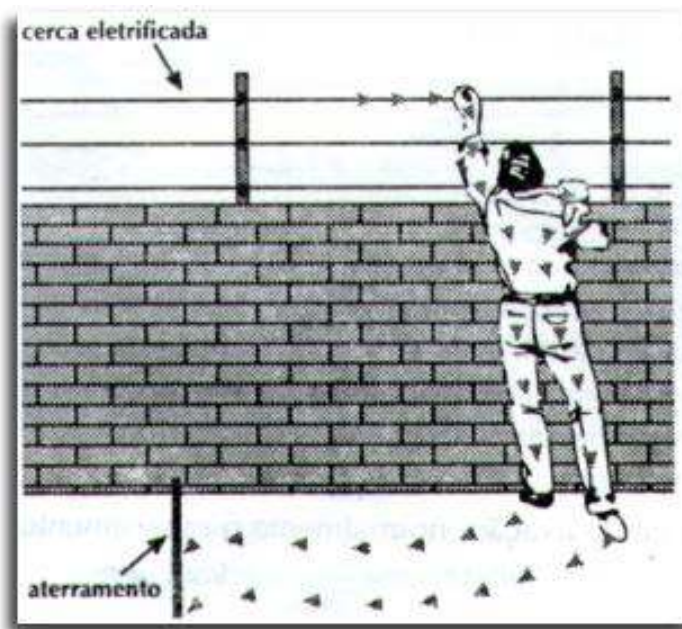


Figura 1 – Cerca Elétrica

- **Alarmes:** os sistemas de alarme mais utilizados atualmente são compostos por dispositivos de entrada (sensores), dispositivos de saída (sirenes, telefones) e uma central. Os sensores mais conhecidos são os magnéticos, utilizados para detectar a abertura de portas e janelas, e os de presença, que detectam a movimentação em frente ao sensor ou quando um determinado sinal infravermelho é cortado. Na central os sensores são agrupados em zonas, podendo assim identificar qual o local da intrusão. Ao serem acionados, os sensores enviam a informação para a central que irá, por sua vez, disparar a sirene para inibir a ação do ladrão. Mediante uma linha telefônica instalada na central de alarme é possível avisar os moradores quando o alarme foi disparado. Existem ainda os sistemas de alarmes com monitoramento, que ao serem disparados irão avisar a central de uma empresa de vigilância contratada para tomar as ações previamente combinadas com o responsável.
- **Câmeras de vigilância:** os sistemas de vigilância por câmeras, também conhecido como circuito fechado de TV (CFTV), consistem em câmeras que ficam monitorando e gravando imagens que poderão ser posteriormente analisadas. Além disso, os sistemas de CFTV inibem a ação de invasores pelo simples fato de estarem filmando, possibilitando assim a identificação de quem acessou a casa. Existem diversos sistemas atualmente, desde câmeras conectadas a uma central que gravam as imagens em fitas VHS até os sistemas mais sofisticados, com as câmeras conectadas a um computador que armazenam as imagens em formato digital e permitem que o morador tenha acesso a estas imagens via internet. Outra funcionalidade interessante é o fato de o sistema permitir armazenar as imagens somente quando houver movimentação em frente às câmeras, o que possibilita economizar espaço para gravação. A Figura 2 mostra um exemplo de CFTV digital com várias câmeras conectadas simultaneamente.

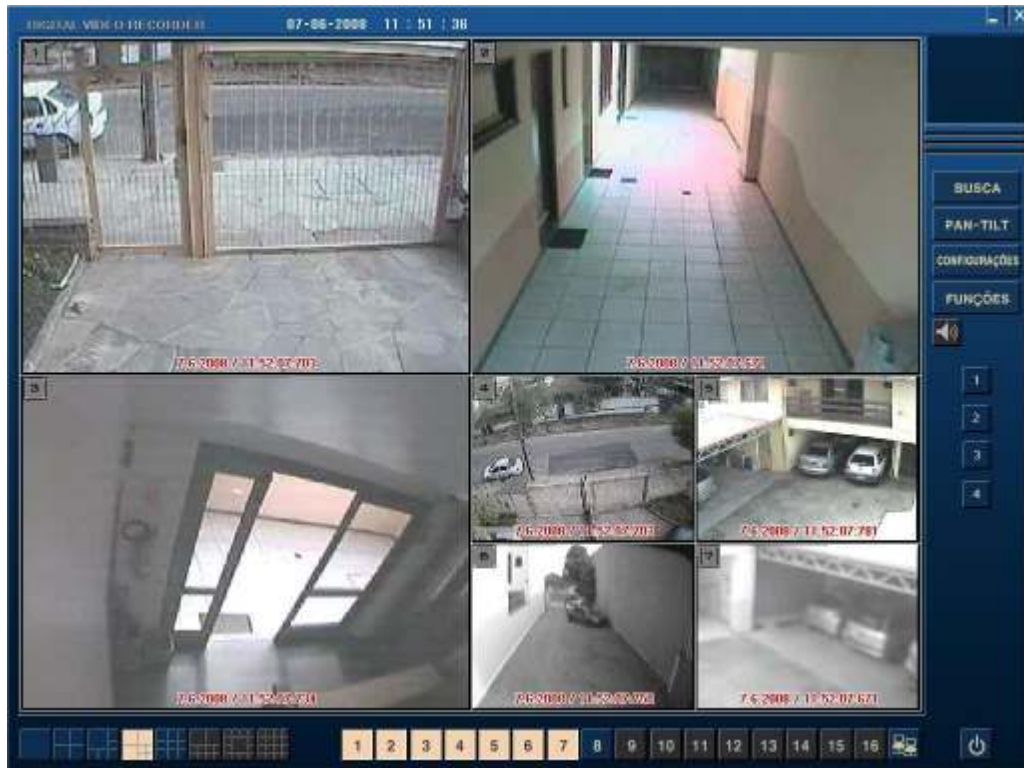


Figura 2 - CFTV

- Sistemas de identificação com biometria:** em meio ao caos que o constante crescimento da criminalidade impõe, os controles de acesso estão cada vez mais difundidos em empresas e comércio em busca de uma sensação de maior segurança. Não por acaso, a utilização de sistemas de identificação torna-se também muito utilizado em residências, uma vez que este é o local onde se busca conforto e refúgio ao final de cada jornada. Por esse motivo os sistemas de identificação por biometria são os mais indicados uma vez que somente as pessoas autorizadas terão acesso às dependências da casa. Por biometria entendem-se características únicas de cada pessoa. Os sistemas mais conhecidos são o de impressão digital, geometria facial, timbre de voz e os vasos sanguíneos no globo ocular. Para efeitos deste estudo, será utilizado o sistema de biometria por impressão digital por ser o mais difundido e por ser a tecnologia de mais fácil acesso atualmente. Com um sistema de impressão digital é possível cadastrar os dedos dos moradores no sistema e instalar um equipamento para liberar o acesso a portas somente as pessoas cadastradas. A impressão digital é medida através de rugas e estrias existentes nos dedos. Em cada terminação de estria e em cada junção

de duas estrias é marcado um ponto, formando vários pontos em toda a digital. A distância entre os diversos pontos capturados é que torna única a digital de cada pessoa.

- **Portões eletrônicos:** em busca de praticidade os portões com controles remotos auxiliam os moradores a entrar em casa sem ter que descer do veículo. É um sistema que auxilia na segurança também, pois o usuário somente irá deixar o veículo depois de ter entrado nas dependências da casa e fechado o portão. São compostos por controles remotos que enviam sinais de rádio frequência para uma central que recebe esse sinal e identifica se é um usuário autorizado para então acionar um motor que irá abrir ou fechar o portão.
- **Lâmpadas com foto-célula:** para evitar que os moradores tenham que ligar lâmpadas externas ao entardecer e desliga-las ao amanhecer, é instalada uma foto-célula, isto é, um equipamento que capta o nível de luminosidade. Assim, se houver pouca luminosidade a lâmpada é ligada e ao atingir um nível de luminosidade suficiente, a lâmpada é desligada. Com esse tipo de sistema a economia de energia é outro ponto positivo.
- **Sistemas de irrigação de jardim:** existem diversos mecanismos para irrigar jardins de forma automática, como mangueiras espalhadas pelo pátio com furos que permitem a passagem da água e irrigadores mais sofisticados que giram e aumentam o raio do seu alcance. O maior inconveniente dos sistemas convencionais é que eles precisam ser ligados e desligados manualmente, além de não perceberem a presença de chuva durante o seu funcionamento, o que gera um consumo de água desnecessário nessa situação.
- **Controles de temperatura:** os sistemas de controle de temperatura consistem em equipamentos como ares-condicionados espalhados pela casa e interligados que mantém a temperatura selecionada, sendo ligados tanto para esfriar quanto para aquecer o ambiente de forma automática. Mais uma vez necessita-se que um morador ligue o sistema de controle de temperatura para que ele comece a operar. De outra forma, o sistema estaria desperdiçando energia para manter a casa com uma temperatura agradável mesmo em períodos de ausência de moradores.

7.2 Computação Pervasiva

Computação pervasiva ou computação ubíqua permite o desenvolvimento de aplicações inteligentes tais como casas inteligentes, celulares inteligentes e computadores embutidos em trajes. O objetivo da computação pervasiva é fornecer acesso computacional de maneira invisível e onipresente. No entanto a implementação de uma arquitetura para essas aplicações implica em muitos requisitos e desafios. Um desses desafios é como permitir a comunicação entre diversos dispositivos heterogêneos em um ambiente pervasivo. Com esses dispositivos, a rede de comunicação torna-se igualmente heterogênea e com diferentes protocolos e sub-redes de comunicação [RIES, 2007]. Computação pervasiva ou computação ubíqua é a proposta de um novo paradigma computacional, onde o conceito de invisibilidade permite que o usuário não precise conhecer a tecnologia para desfrutar de seus benefícios [SATYANARAYANAN, 2001] e que onipresença possibilita ao usuário o uso da tecnologia em qualquer lugar e sempre que precisar [SAHA e MUKHERJEE, 2003].

A computação pervasiva surgiu em 1991 com a visão de Mark Weiser. Ele vislumbrava a idéia que no futuro os computadores habitariam os mais triviais objetos: etiquetas de roupas, canetas, interruptores de luz, etc. No entanto, em 1991 não existia tecnologia suficiente para concretizar a visão de Weiser. Após mais de uma década de progresso na computação (novos dispositivos como PDA, relógios inteligentes e eletrodomésticos para casas inteligentes disponíveis) e na comunicação (avanços em padrões de redes sem-fio como Bluetooth, IEEE 802.11 e em redes inteligentes como Ad-Hoc), a proposta de Weiser vem, pouco a pouco, se materializando.

7.2.1 Ambientes Pervasivos

Ambiente pervasivo é o espaço físico onde a computação atua de forma “discreta” para fornecer onipresença aos usuários, ou seja, é o lugar onde as aplicações pervasivas interagem com os usuários, de forma invisível e onipresente. Um ambiente é representado por um conjunto de entidades tais como dispositivos, usuários, redes e locais relacionados ao contexto computacional da aplicação. Atualmente a computação pervasiva contempla uma variedade de aplicações atuando em diferentes ambientes pervasivos. São eles:

- **Ambientes acadêmicos:** tem como objetivo auxiliar os professores na produção de material didático e das aulas, e ajudar os estudantes com as anotações das aulas e com a tele-educação, proporcionando ao estudante comparecer a uma aula mesmo estando distante de sua universidade;
- **Ambientes corporativos:** oferece suporte às empresas em seu ambiente corporativo, desde segurança e sigilo até reuniões reais e virtuais de funcionários;
- **Ambientes turísticos:** tem como objetivo auxiliar os usuários como um guia turístico eletrônico. Ou seja, com base na localização do usuário, essa aplicação pode indicar caminhos de determinados lugares, encontrar pessoas e objetos em um ambiente e identificar locais visitados nesse mesmo ambiente. Exemplos de ambientes são museus, shoppings, centros culturais, etc.
- **Ambientes residenciais:** conforme mencionado anteriormente, fornecem serviços aos habitantes de uma casa a fim de proporcionar conforto, praticidade e segurança a esses habitantes. Será abordado com mais detalhes posteriormente, pois se trata do objeto de estudo do presente trabalho;
- **Ambientes para negócios:** ajudam os usuários a efetuarem suas compras, proporcionando agilidade, conforto e economia. Essas aplicações registram os produtos ao serem colocados nos carrinhos, informam as promoções e a localização dos produtos.
- **Ambientes hospitalares:** auxiliam médicos e enfermeiros a diagnosticar e medicar seus pacientes, além de controlar o tratamento e o estado atual dos pacientes.
- **Outros domínios:** outros domínios de aplicações englobam automóveis, laboratórios, aeroportos, penitenciárias, locais públicos, etc.

7.2.2 Dispositivos Pervasivos

A computação pervasiva abrange uma imensa quantidade de diferentes dispositivos. Exemplos de dispositivos são controles, sensores e atuadores para residências e automóveis, eletrodomésticos inteligentes, ar-condicionados,

aquecedores, relógios e etiquetas inteligentes, também conhecidas como tags. Esses dispositivos são elementos fundamentais nas aplicações pervasivas.

Os dispositivos pervasivos normalmente são sistemas embarcados que atuam com diversas finalidades nas aplicações pervasivas. Além de atuar com um propósito específico, um dispositivo pervasivo deve ser capaz de se comunicar com outros dispositivos, a fim de permitir a construção de inteligência no ambiente, que é refletida nas aplicações. Essa inteligência surge através da distribuição de serviços dos dispositivos entre si, onde um dispositivo pode ser capaz de fornecer o serviço de outro dispositivo somente para satisfazer o usuário. Um exemplo disso seria a requisição de usuário a um serviço existente em seu PDA para executar na televisão da sua sala de estar.

8 METODOLOGIA

O desenvolvimento do presente trabalho foi dividido em etapas. Primeiramente foi necessário fazer um levantamento do estado da arte, tanto sobre automação residencial e casas inteligentes, quanto sobre a computação pervasiva. Nessa etapa foram relacionadas algumas das aplicações existentes para automação de residências, sendo apontados os pontos negativos mais relevantes de cada uma delas.

Em um segundo momento foi elaborado um estudo de novas aplicações, bem como a utilizações já existentes mas interligadas compartilhando recursos. Essas aplicações e novas funcionalidades são utilizadas no modelo de casa inteligente proposto ao final deste estudo.

O objetivo da terceira etapa foi definir uma forma de integração dos sistemas em um ambiente pervasivo. Para isso foi apresentada uma estrutura capaz de integrar dispositivos heterogêneos com a central da casa inteligente, utilizando aplicações integradoras ou não, além de ser possível utilizar softwares de terceiros interagindo com a aplicação central, o que aumenta as possibilidades de utilização dos equipamentos existentes.

Tendo sido detalhada a arquitetura que irá melhor se adaptar ao contexto, foi necessário listar as aplicações que serão necessárias para a utilização do modelo

proposto. Essas aplicações serão detalhadas e desenvolvidas durante a realização do TCC-II.

8.1 Estudo de Novas Aplicações

Alguns exemplos de novos sistemas foram estudados e elaborados, bem como novas formas de utilizar os sistemas existentes integrados entre si a fim de criar novas oportunidades e proporcionar maiores benefícios para os moradores. Tendo em vista o objetivo central deste trabalho, que é apresentar um modelo de casa inteligente integrando aplicações e dispositivos em um ambiente pervasivo, algumas das situações apresentadas dependem da disponibilidade de outros sistemas. De acordo com a arquitetura que será apresentada, esses sistemas atuarão na camada de integração, podendo ser desenvolvidos pelos próprios fabricantes ou por integradores e se comunicarão com a camada de controle da casa. Seguem algumas situações que podem fazer parte da vida dos habitantes da casa inteligente:

- **Geladeira inteligente:** a geladeira e os armários listam os produtos em falta ou com data de validade vencida e montam uma lista de compras. Com a localização através de GPS [UFES, 2008], se um morador estiver em um supermercado, receberá no celular uma mensagem com a lista dos produtos que devem ser adquiridos. Certamente o morador deverá ter previamente cadastrado uma lista de produtos que normalmente tem na casa, bem como mercadorias de sua preferência e produtos indispensáveis. Para o desenvolvimento dessa solução, primeiramente se faz necessário que os fabricantes de produtos varejistas insiram um tag em cada embalagem, a exemplo de o que já é feito com os códigos de barras, onde cada código tem um número que identifica o fabricante, o lote e a série de determinado produto. Da mesma forma, é necessário criar um padrão de informações obrigatórias em cada item, devidamente regulamentado e gravado no tag, como por exemplo:
 - Categoria do produto: se é um gênero alimentício, produto de higiene e limpeza, decorativo, peça automotiva, etc.;
 - Classificação do produto: a qual produto se refere, se é chocolate, farinha, biscoito, etc.;

- Subclassificação: se é chocolate ao leite ou meio amargo, por exemplo.
- Marca: indica o fabricante do produto;
- Data de fabricação: a data em que o produto foi fabricado;
- Data de validade: quando expira o prazo para o consumo;
- Peso líquido: qual o peso de determinado produto com sua respectiva embalagem;
- Informações nutricionais: quais os componentes de cada produto;

Com isso, mais que simplesmente identificar o produto através do tag, um sistema pode inclusive acessar informações que hoje aparecem somente impressas nas embalagens, como as informações nutricionais. Além disso, a geladeira ou armário precisam estar conectados a uma leitora de RFID para que um sistema intermediário possa fazer a leitura dos tags que estão no alcance da antena e passar um inventário dos produtos disponíveis para a aplicação da casa inteligente. A partir daí a aplicação será encarregada de verificar as listas de produtos previamente cadastradas pelos moradores e montar uma lista de compras. Essa lista de compras poderá ser enviada para os celulares dos moradores através de mensagens nas seguintes situações:

- Em horários programados: o morador pode pedir que seja enviada a lista de compras todos os sábados pela manhã, para que ele possa providenciar a compra durante o final de semana;
- Falta de item indispensável: quando a casa identificar a falta de algum produto classificado como indispensável, a lista de compras pode ser enviada imediatamente para os moradores cadastrados;
- Localização por GPS: caso o morador possua um celular com sistema de posicionamento por satélite, poderá ter uma aplicação sendo executada no próprio celular onde estarão cadastradas as coordenadas de latitude e longitude de alguns locais específicos, como por exemplo, o supermercado de sua preferência. O celular, ao detectar que está nas dependências de algum desses locais cadastrados, irá se conectar ao servidor da casa inteligente através da internet e enviará uma mensagem informando que está naquele ambiente. Sendo este um supermercado, a

casa irá enviar a lista de compras para o celular respectivo. Para a criação dessa funcionalidade, é necessário que o aparelho celular tenha um GPS incorporado e que seja desenvolvida uma aplicação que irá cadastrar pontos de localização e irá ficar monitorando se o aparelho encontra-se nessas localidades. É necessário, ainda, que o celular tenha acesso à internet para que possa se conectar na casa inteligente.

Como pode ter sido observado, essa situação ainda depende da incorporação de tecnologias a dispositivos já existentes, visto que nenhum fabricante de geladeiras ainda disponibilizou no mercado um modelo com leitora de RFID acoplada, muito embora todas as tecnologias citadas existam e sejam passíveis de serem utilizadas. Além dessas funcionalidades, a geladeira inteligente pode ter um monitor sensível ao toque na parte externa da porta e ter acesso à internet, sendo possível obter receitas e assistir a vídeos com instruções para o preparo, ou então simplesmente fazer um pedido de tele-entrega acessando sites de restaurantes;

- **Programação da TV:** com o início da utilização de um sistema de transmissão digital de TV, muitas aplicações começam a surgir utilizando as informações que são enviadas pelas emissoras. Por exemplo, no momento em que for criado um sistema que receba as programações das emissoras e identifique que à noite será transmitido um filme da preferência dos moradores, essa informação pode ser enviada para a central da casa para que, conforme a situação descrita anteriormente, seja verificada a disponibilidade de pipoca nos armários;
- **Controle de sensores e atuadores:** sensores ou indicadores são classificados como dispositivos de entrada, pois a partir deles uma informação é enviada para o computador, ou seja, a informação entra no sistema. Um exemplo de sensor é um termômetro, que verifica a temperatura do ambiente e envia essa informação para o computador. Um atuador é um dispositivo de saída uma vez que a informação sai do sistema para o equipamento físico, para que este realize alguma tarefa. Um exemplo de atuador é uma lâmpada, que pode ser ligada ou desligada. Abaixo seguem algumas situações que podem ser controladas com o uso de sensores e atuadores:

- Controle de iluminação: poder acender ou apagar as luzes da casa pelo computador ou automaticamente em horários programados torna-se uma grande vantagem uma vez que não é mais necessário se dirigir a cada interruptor de luz para poder ligar ou desligar determinado ponto de iluminação, bastando apenas se conectar no aplicativo gerenciador e comandar todos os pontos de luz, internos e externos, a partir de um local único;
 - Alarme: com o uso de sensores nas portas e janelas, além de sensores de presença, pode ser programado para que, caso o sistema esteja em funcionamento, se algum sensor for ativado, será acionado um dispositivo atuador, nesse caso uma sirene, além de enviar mensagens para os celulares dos moradores informando do ocorrido. Poderá ser configurado ainda, para que as luzes da casa e do pátio sejam todas ligadas caso o alarme tenha sido disparado durante a noite;
 - Controle de irrigação: pode ser programado para o sistema de irrigação (atuador) ser acionado durante o período entre nove e onze horas da manhã. Com isso, o sistema funcionará automaticamente nos horários estabelecidos. Se for instalado um sensor de chuva, caso ocorra uma precipitação durante o período de funcionamento, os irrigadores são suspensos para economizar o consumo de água, sendo estes atuadores religados automaticamente caso a chuva pare durante o horário agendado.
 - Controle de cortinas: cortinas comandadas por computador também podem ser consideradas dispositivos atuadores, pois através de comandos enviados pelo sistema, elas são abertas ou fechadas. Da mesma forma que o controle de iluminação, as cortinas podem ser programadas para serem abertas ao amanhecer e fechadas ao entardecer. É possível, ainda, utilizar sensores de luminosidade (fotocélulas) para acionar as cortinas conforme a luminosidade em determinado momento.
- **Comandos pelo celular:** com o avanço dos meios de comunicação e com as facilidades da internet, cada vez mais as pessoas dependem de serviços

eletrônicos como e-mails, mensagens instantâneas, agendas eletrônicas, etc. Com isso, a tendência é aumentar o tempo de conectividade das pessoas, estendendo o uso da internet para os dispositivos móveis como celulares e PDA's. Algumas operadoras de telefonia móvel inclusive já disponibilizam planos para manter os usuários conectados 24 horas por dia. Baseado nisso, o servidor da casa inteligente deverá estar sempre conectado à internet, podendo ser a qualquer momento acessado pelos moradores. Alguns modelos de celulares já estão preparados para executar aplicações em JAVA [INDRUSIAK, 1996] e para acessar a internet através da tecnologia WAP [CASTRO, 2000]. Com isso, será desenvolvido um aplicativo para ser executado no celular de forma a acessar o servidor da casa para enviar e receber informações, sendo possível utilizar este aparelho para enviar um comando para acender uma lâmpada da casa, para abrir as cortinas ou ainda para suspender a irrigação do jardim, além de ser possível verificar quais as luzes estão ligadas ou quais portas e janelas estão abertas, através dos sensores de abertura.

- **Chegada em casa:** ao chegar em casa de carro, a casa identifica o morador através de uma leitora RFID instalada próxima ao portão e um tag instalado na parte frontal do veículo. Ao identificar que é o veículo de um morador, aciona a abertura do portão e acende as luzes do pátio. Ao detectar que o carro já entrou em casa, com a utilização de sensores de presença na linha de abertura do portão, o sistema aciona o fechamento do portão. Ao entrar em casa, além de acionar as luzes internas, o rádio é ligado, os e-mails pessoais são abertos no computador da sala e a secretária eletrônica é acionada para informar os recados armazenados durante o período de ausência. Também é possível programar a casa para informar os demais membros da família através de mensagens no celular, de sua chegada.
- **Situações de emergência:** em situações de emergência, como invasões e assaltos, os moradores podem dirigir-se para uma sala cofre, também conhecida como *bunker*, e com o simples toque de um botão trancar a porta, acionar o alarme e chamar a polícia, além de vigiar os cômodos da casa pelas câmeras de segurança. Para criar essa solução, além de utilizar um sistema de CFTV, serão utilizados sensores e atuadores da seguinte forma: o botão

de emergência localizado no interior da sala cofre, é um sensor que, ao ser acionado, irá disparar atuadores, como o dispositivo para trancar a porta, as luzes da casa e a sirene, além de realizar uma ligação telefônica para chamar a polícia utilizando o telefone celular. Cabe lembrar que a situação descrita é extremamente perigosa e expõe os moradores em casos de invasão. Por esse motivo é aconselhável que a sala cofre seja construída com materiais resistentes e à prova de balas;

- **CFTV:** o tradicional sistema de circuito fechado de TV nada mais é do que o monitoramento de ambientes através da gravação de imagens. Entretanto, sistemas cada vez com mais recursos vem sendo utilizados, passando a gravar as imagens em computadores com grande capacidade de armazenamento e com recursos otimizados para recuperação de imagens. Por exemplo, para acessar uma imagem gravada há uma semana, basta acessar o programa, selecionar a data, o horário e visualizar a gravação desejada. Outra opção desse tipo de sistema, conhecido como CFTV digital, é a possibilidade de a imagem começar a ser gravada somente após ocorrer alguma movimentação em frente à câmera. Com isso é possível, por exemplo, ao identificar movimentação na câmera da garagem enviar o comando para a central da casa, com o propósito de ligar as luzes desta parte da casa.
- **Comandos por voz:** a possibilidade de comandar aparelhos através da fala também é uma idéia atrativa para a criação de ambientes inteligentes. Um exemplo de aplicação é ligar luzes ou aparelhos como o rádio e a televisão com comandos de voz, de modo que ao falar a palavra “luz” seguida da palavra “ativar” a luz se acende, e ao falar a palavra “som” seguida de “ativar”, o rádio é ligado.

8.2 Formas de Integração de Sistemas em Ambientes Pervasivos

Alguns meios de integração foram anteriormente propostos, contudo a forma que melhor se adapta para integrar os dispositivos necessários na casa inteligente é criar um serviço gerenciador que irá centralizar a comunicação, definindo a melhor maneira de se comunicar com cada equipamento ou com os dispositivos integradores. Isto se faz necessário devido à heterogeneidade dos aparelhos

disponíveis, sendo que muitos possuem protocolos de comunicação próprios e requerem algum tipo de customização. A Figura 3 mostra o gerenciamento de diversos dispositivos centralizados através da rede, sendo esta com ou sem fio.



Figura 3 – Gerenciamento Central de Aplicações pela Rede

Embora a Figura 3 represente que a central da casa irá comandar os dispositivos diretamente, cabe aqui ressaltar que uma camada intermediária se faz necessária, uma vez que entre os equipamentos físicos e o sistema estão presentes as interfaces que comandam cada mecanismo, o que é transparente para os usuários que serão beneficiados pelas funcionalidades da casa.

Baseado na proposta de centralizar o gerenciamento e o controle dos dispositivos da casa inteligente, uma arquitetura foi definida para o ambiente proposto a fim de permitir a integração da aplicação da casa inteligente com sistemas já existentes, bem como a interação da aplicação com os mecanismos físicos. A Figura 4 apresenta a arquitetura definida para o ambiente proposto nesse trabalho baseada em uma estrutura em camadas. A arquitetura é dividida em cinco camadas: camada física, camada da plataforma de hardware, camada de controle, camada de integração e camada de aplicação.

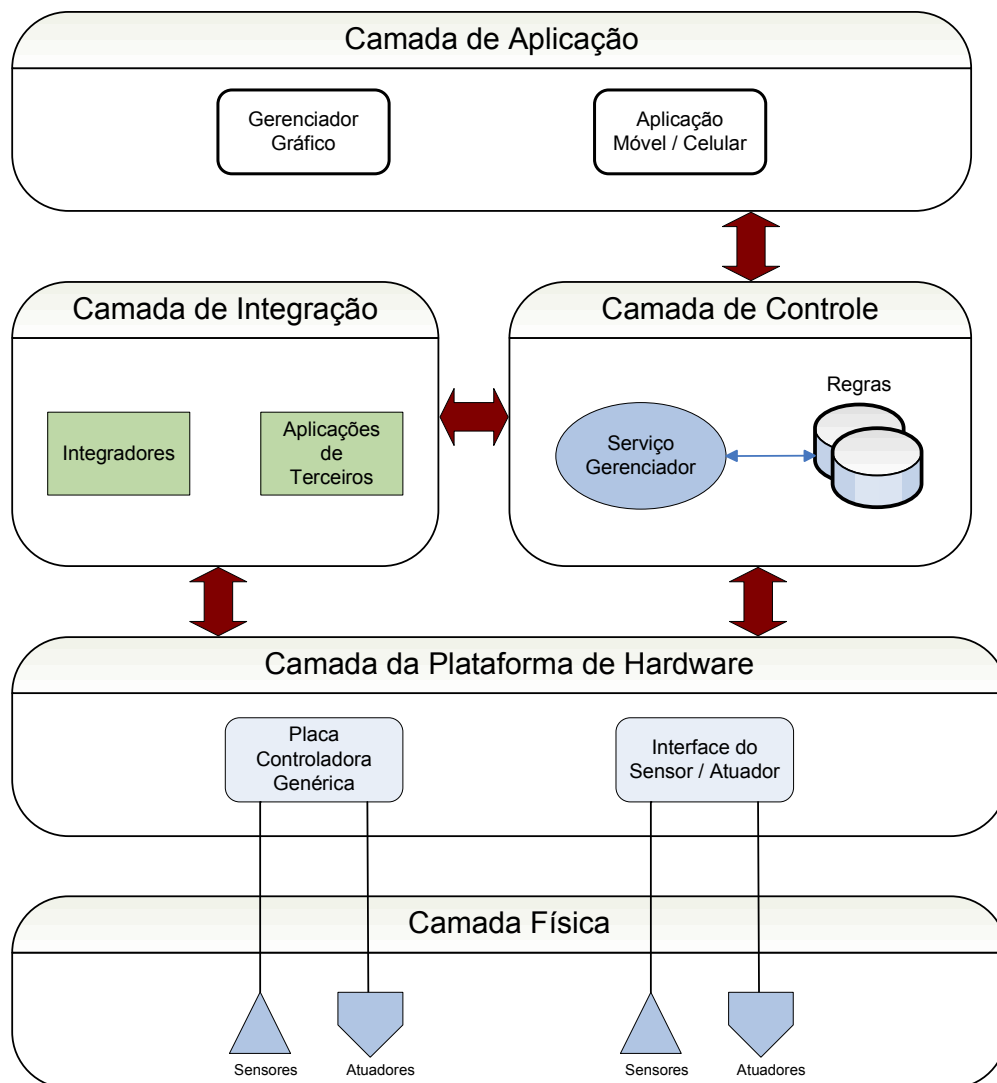


Figura 4 – Arquitetura do Ambiente Proposto

- **Camada física:** esta camada abriga todos os dispositivos físicos que serão utilizados para criar as funcionalidades da casa inteligente. É a camada com a qual o morador terá mais contato, ou seja, onde os efeitos práticos serão mais facilmente percebidos. A camada física é composta basicamente por sensores e atuadores que servirão de base para a criação das regras pelos próprios moradores.
 - **Sensores:** podem ser considerados sensores, todos os dispositivos que irão coletar informações para serem repassadas para o sistema. Por esse motivo, são também chamados de dispositivos de entrada, pois é

através dos sensores que a informação entra no sistema. Exemplos de sensores para a casa inteligente são sensores de movimentação, que detectam a movimentação de corpos à sua frente, sensores para detectar o nível de fumaça presente em um ambiente em casos de incêndio, fotos-células, normalmente utilizados para detectar o nível de luminosidade natural, botoeiras, que servem para indicar quando um morador pressionou o botão para realizar alguma tarefa como abrir a porta, sensores de abertura de portas e janelas, sensores de umidade, que detectam a presença de chuva, etc. Além dos sensores mencionados, podem ser utilizadas leitoras biométricas, que fazem a leitura da impressão digital para identificar os moradores e leitoras de RFID para identificar a presença de algum tag no seu campo de leitura.

- **Atuadores:** são também chamados de dispositivos de saída, pois o comando sai do sistema para o equipamento. São normalmente utilizados em modo digital, isto é, pode ser ativado ou desativado por um determinado tempo. Exemplos de atuadores são lâmpadas, sirenes, fechaduras eletromagnéticas ou travas com eletroímãs, para liberação de portas, portões eletrônicos e eletrodomésticos em geral.
- **Camada da plataforma de hardware:** esta camada poderia também ser integrada à camada física, pois nela estarão as interfaces que irão interligar o sistema aos dispositivos físicos. Entretanto nesta arquitetura ela está destacada pelo fato de poder tanto ser constituída por componentes dos elementos da camada física (como a interface de comunicação de uma leitora biométrica, que poderia ser USB ou ethernet), quanto abrigar placas genéricas que irão controlar diversos mecanismos (através de entradas e saídas - I/Os) além de se comunicar com o sistema gerenciador através de um protocolo comum pela rede TCP-IP. Quando for cadastrado no sistema um dispositivo de saída, por exemplo, a iluminação da garagem, deverá ser definida a forma como o sistema irá chegar até esse equipamento. Uma forma possível é enviando uma mensagem Socket [MARCELO, 2004] para a placa genérica cujo endereço IP é 192.168.1.1, para essa placa acionar a saída três (S3). Outra forma possível é utilizar uma troca de mensagens com uma aplicação da camada de integração, informando para essa aplicação acender

a luz da garagem, sendo que essa outra aplicação irá executar o comando solicitado através de uma interface do atuador. Da mesma forma, um dispositivo de entrada poderá estar conectado a uma entrada um (E1) da placa genérica e dessa forma será configurado no sistema para que este receba as informações do sensor.

- **Camada de integração:** essa camada foi definida para permitir a integração da casa inteligente com sistemas já existentes, mas que hoje operam de forma isolada. Um exemplo de um componente dessa camada é um sistema de identificação por biometria. Uma leitora de impressão digital pode estar conectada diretamente a esse sistema, sendo que a casa inteligente irá explorar essa funcionalidade sem precisar estabelecer uma comunicação direta com a leitora, bastando apenas trocar mensagens com o sistema existente a fim de receber a informação de que algum morador foi identificado quando posicionar o dedo no sensor. Nesse caso, seria cadastrado no sistema da casa inteligente um dispositivo de entrada chamado, por exemplo, “Leitora Biométrica da Porta da Frente” e nele seria informada a forma de comunicação com a camada de integração. Por motivos já mencionados anteriormente, é impossível criar um protocolo de comunicação que se adapte perfeitamente a qualquer aplicação, estabelecendo uma comunicação com qualquer tipo de dispositivo. Todavia, essa arquitetura permite que posteriormente sejam desenvolvidos outros sistemas integradores nessa camada para traduzir as informações de aplicações e interfaces até então desconhecidas de modo a adaptar e transmitir as informações com sucesso para o gerenciador.
- **Camada de controle:** É a principal camada dessa arquitetura. É nela que serão definidas as regras de funcionamento da casa e onde serão controlados os dispositivos. É composta pelo serviço gerenciador e pelo conjunto de regras criadas pelos usuários. O serviço gerenciador será o responsável por monitorar os sensores e por ativar os atuadores para executar o efeito esperado em determinada regra. É importante mencionar que as regras serão criadas pelos próprios moradores e serão baseadas nos dispositivos existentes na casa. Por exemplo: caso seja criada uma regra onde a iluminação da cozinha deva ser ligada às 18 horas e desligadas às 19

horas do sábado, o serviço irá controlar o horário para ativar e desativar a iluminação mencionada nos horários configurados. Outro exemplo de regra que pode ser criada, é que ao identificar o tag do carro de um dos moradores próximo à leitora RFID localizada no portão da rua, o gerenciador ative a liberação do portão eletrônico e ligue as luzes do pátio. Outra regra, ainda, poderia ser que ao identificar a entrada do morador na casa, o sistema desligue as luzes do pátio e acenda as luzes internas do hall de entrada. Baseado nisso, a configuração da casa inteligente será dividida em dois momentos principais: a configuração dos dispositivos e a criação das regras. No primeiro momento, ao ser instalado um sensor ou um atuador, será configurada a forma de comunicação com esse dispositivo, conforme descrito na camada da plataforma de hardware, e será criada uma identificação para ele, por exemplo, “Iluminação da Cozinha”. Para realizar essa primeira fase, será necessário conhecimento técnico do dispositivo e da interface de hardware que irá gerenciá-lo. Já na segunda etapa, os próprios moradores poderão criar as regras de funcionamento da casa, uma vez que não precisarão saber que as luzes da cozinha são acessas ao ativar a saída quatro (S4) da placa genérica, basta saberem que podem ligar ou desligar as luzes da cozinha, pois é um mecanismo já configurado.

- **Camada de aplicação:** essa camada também terá a interação com o usuário, não em nível físico, mas lógico. É nela que estarão as aplicações cujas quais os moradores terão acesso. Um dos sistemas presentes nessa camada é o gerenciador gráfico. É através dele que o usuário irá criar as regras que serão controladas pelo serviço gerenciador e poderá monitorar o funcionamento da casa, verificando quais sensores estão ativos em determinado momento. Essa funcionalidade citada servirá para o morador saber, por exemplo, quais as janelas da casa que estão abertas antes de sair. O gerenciador gráfico será um front-end, isto é, a camada de software disponível para a operação dos usuários, com o objetivo de comandar diretamente o funcionamento da casa. Existirá ainda uma aplicação móvel que será executada a partir dos celulares dos moradores para estes poderem enviar comandos remotamente para o serviço gerenciador executar determinada tarefa. Essa aplicação irá acessar um servidor da casa através da internet utilizando a tecnologia WAP

e executará uma troca de informações com a casa para ter acesso aos estados dos sensores no momento. Um exemplo prático dessa aplicação é o usuário poder ligar o aquecimento central da casa através do celular pra que ela esteja aquecida quando ele chegar, ou então acender as luzes externas por um período de dez minutos, simulando a presença de moradores na casa.

8.3 Aplicações Necessárias

De acordo com a arquitetura proposta, quatro sistemas deverão ser desenvolvidos para montar as camadas de controle e de aplicação para a elaboração do ambiente de casa inteligente proposto neste trabalho. São eles:

- **Serviço gerenciador:** será o responsável por controlar as regras definidas pelos usuários e por gerenciar o funcionamento dos sensores e atuadores. Será também responsável por controlar a comunicação com as camadas de integração e da plataforma de hardware. Será um serviço para ser executado em sistema operacional da plataforma Microsoft Windows e utilizará basicamente duas formas de comunicação: através da troca de mensagens Socket via TCP-IP e através da gravação de leitura de informações em tabelas de banco de dados, sendo que a forma utilizada para comunicar com cada interface ou aplicação integradora será definida na configuração do sistema, com a montagem de um protocolo flexível. A linguagem de programação utilizada será o Borland Delphi 2006 [CANTÙ, 2000] por se tratar de uma linguagem versátil que permite tanto programação estruturada quanto orientada a objetos.
- **Gerenciador gráfico:** será a interface com a qual o usuário irá interagir com o sistema, seja para cadastrar e configurar novos dispositivos, para criar regras de funcionamento, para comandar os atuadores ou para monitorar o funcionamento dos sensores. Será também desenvolvido utilizando a ferramenta Borland Delphi 2006 e será composto pelos seguintes módulos:
 - Cadastro de moradores;
 - Cadastro de produtos para a casa;
 - Cadastro de lista de compras;
 - Cadastro de interfaces controladoras;

- Cadastro de dispositivos (sensores e atuadores);
 - Cadastro de regras;
 - Cadastro de cenários;
 - Controle dos atuadores;
 - Monitor do estado dos sensores e atuadores;
 - Consulta de eventos;
- **Aplicação móvel / celular:** será uma aplicação que será executada nos celulares dos moradores. Terá a finalidade de trocar informações com o serviço gerenciador a fim de comandar atuadores e verificar o estado dos sensores e atuadores. Essa troca de informações será realizada via banco de dados, sendo que a aplicação móvel irá gravar dados em uma tabela para transmitir ao gerenciador e irá ler dados dessa tabela para receber informações da casa. Será desenvolvido utilizando a linguagem de programação JAVA e utilizará a internet através da tecnologia WAP para acessar um servidor da casa para que seja possível estabelecer esta comunicação.
 - **Sistema intermediário para aplicação móvel:** será composto por scripts desenvolvidos em PHP [JUNIOR, 2000] e servirão como meio de comunicação entre a aplicação móvel / celular e o banco de dados. A aplicação do aparelho celular irá acessar via internet um servidor da casa onde terá um WEB Server [NOVOTNY, 2001] que será o responsável por interpretar os arquivos PHP. Esses arquivos terão a finalidade de receber as informações enviadas pela aplicação móvel e gravá-las no banco de dados para que o serviço gerenciador tenha acesso a elas, além de receber o retorno do banco de dados e transmitir para a aplicação móvel para que esta receba informações da casa.

O banco de dados utilizado pelas aplicações será o Firebird 2.0 por se tratar de um banco de dados confiável, rápido e seguro. Além disso, é um sistema gerenciador de banco de dados de código aberto, o que torna a solução da casa inteligente mais acessível financeiramente.

9 AMBIENTE PROPOSTO

Um modelo de casa inteligente baseia-se na integração de dispositivos físicos integrados para criar funcionalidades através de regras definidas pelo próprio morador. Assim, a Figura 5 mostra um projeto de casa inteligente utilizando as aplicações mencionadas anteriormente.

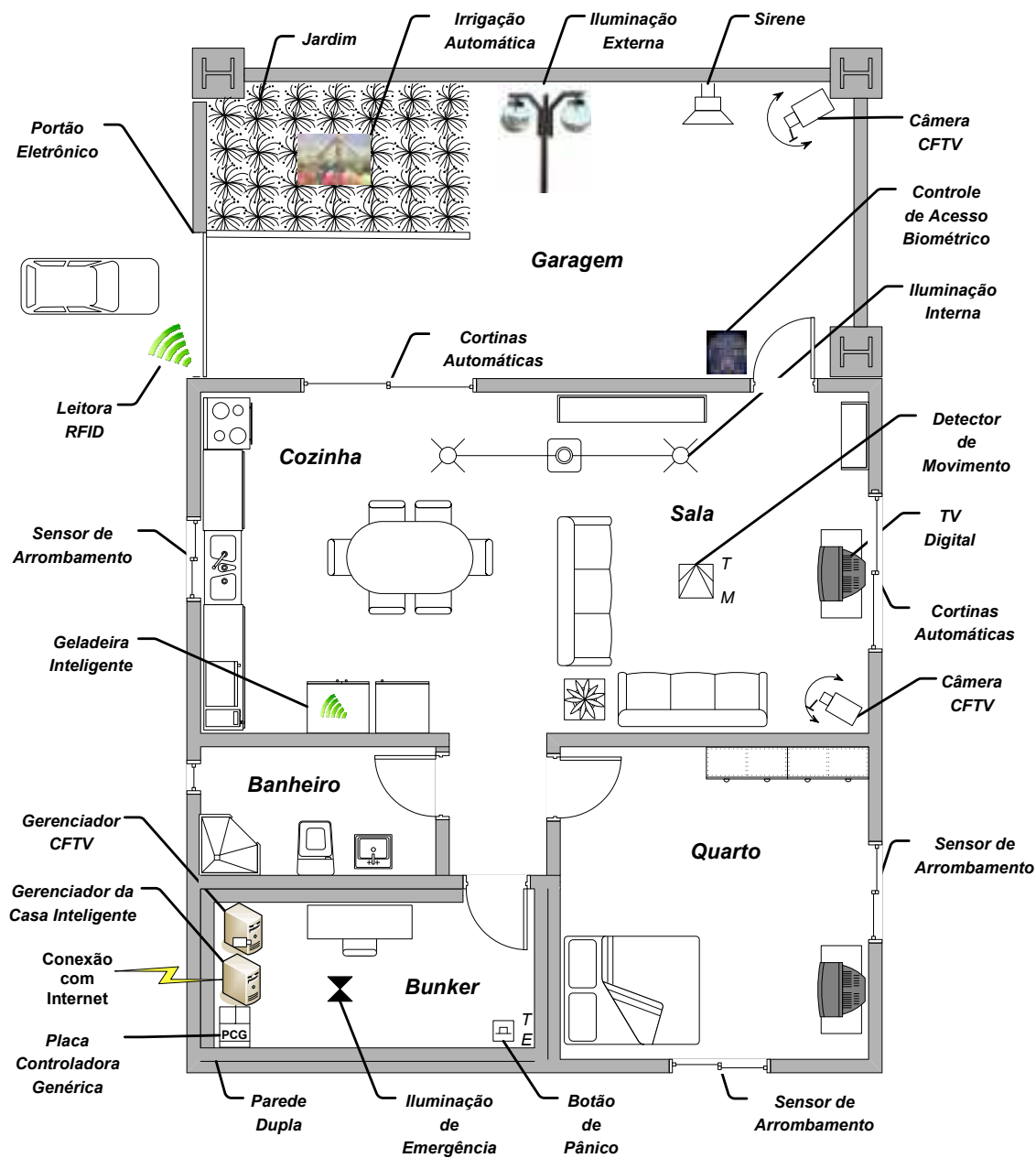


Figura 5 – Projeto de Casa Inteligente

9.1 Recursos Necessários

Para a criação do ambiente proposto, alguns requisitos serão indispensáveis:

- Sensores:
 - Leitora RFID no portão;
 - Sensor de chuva junto ao sistema de irrigação;
 - Sensor biométrico para acesso à porta;
 - Detectores de movimento;
 - Sensores de arrombamento de portas e janelas;
 - Leitora RFID na geladeira inteligente;
 - Botão de pânico;
- Atuadores:
 - Portão eletrônico;
 - Irrigador do jardim;
 - Sirene;
 - Iluminação externa;
 - Iluminação interna;
 - Iluminação de emergência;
 - Liberação da porta após identificação biométrica;
 - Cortinas automáticas;
- Sistema de CFTV com câmeras internas e externas;
- Utilização de placa controladora genérica ou interface do sensor/atuador para que o sistema possa interagir com os dispositivos físicos;
- Aparelho celular dos moradores com suporte a execução de aplicações JAVA, além de ter acesso à internet via WAP;
- Servidor na casa com Web Server instalado e configurado para interpretar programas em PHP. Esse servidor deverá estar diretamente conectado à internet. Caso a conexão de internet da casa não possua um endereço IP fixo,

deverá ser utilizado um servidor de DNS dinâmico como o dyndns (<http://www.dyndns.org>) ou o no-ip (<http://www.no-ip.com>), para que a aplicação móvel descubra qual o endereço IP que a casa está utilizando no momento;

9.2 Problemas de Implementação

O principal problema de implementação será definir a forma de integração entre o meio lógico e o meio físico. Conforme mencionado anteriormente, poderá ser utilizada uma placa controladora genérica com diversas entradas e saídas para interligar os sensores e atuadores respectivamente, ou ainda utilizar as interfaces dos próprios sensores e atuadores utilizados. Outra dificuldade será a conexão dos dispositivos físicos com a central, uma vez que a maioria deles utiliza comunicação através de cabos e que dificilmente as casas já terão dutos para conduzir as fiações necessárias dos equipamentos até a central de inteligência da casa. Certamente esse problema poderá ser resolvido com utilização de calhas nas paredes para conduzir os cabos pela casa, mas a melhor alternativa sem dúvida nenhuma é projetar os tipos de sistemas que a casa inteligente irá possuir, antes mesmo de construí-la. Um outro problema de implementação é a disponibilidade dos dispositivos citados. Como ainda não existe no mercado nenhuma geladeira inteligente com as características mencionadas, as funcionalidades desse equipamento somente poderão ser aplicadas com a integração de uma leitora RFID externa junto à geladeira convencional.

10 RESULTADOS

Através do presente estudo é possível concluir que ainda existe muito a ser feito para criar um ambiente pervasivo com aplicações para casas inteligentes. No entanto é apresentada uma solução através da integração de dispositivos existentes, criando novas funcionalidades que irão tornar mais simples a vida de quem habita em uma residência com tais características.

Durante a realização deste estudo, observou-se a dificuldade na utilização de dispositivos heterogêneos em uma rede interligada, devido às diferenças encontradas em cada equipamento e nas suas formas de comunicação. Contudo, foi possível propor uma arquitetura capaz de conectar os dispositivos e as aplicações

utilizando placas genéricas e aplicações integradoras para se beneficiar de sistemas já existentes, podendo inclusive integrar o gerenciamento da casa inteligente com sistemas de terceiros, através da troca de mensagens com um protocolo comum.

11 TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - II

A segunda etapa deste trabalho será demonstrar na prática o que foi aqui proposto através do desenvolvimento de um ambiente de casa inteligente com algumas das funcionalidades apresentadas. Não serão demonstrados todos os sistemas citados por se tratar de um estudo acadêmico e não de uma implementação comercial em um ambiente real de casa inteligente.

As aplicações que serão abordadas durante a execução do TCC-II são as seguintes:

- Controle de iluminação, com acionamento através do aparelho celular;
- Sistema de identificação biométrica de terceiros integrado ao ambiente da casa inteligente, de modo que ao se identificar, as luzes externas serão acesas;
- Programação de sensores e atuadores;

Para poder realizar a demonstração prática das aplicações que irão executar os controles acima descritos, será necessário desenvolver os sistemas anteriormente explicados. São eles:

- Serviço gerenciador;
- Gerenciador gráfico;
- Aplicação móvel / celular;
- Sistema intermediário para aplicação móvel;

12 REFERÊNCIAS

ALVES, José Augusto; MOTA José. **Casas Inteligentes**. 1 ed. Portugal: Centro Atlântico, 2003.

RIES, Luís Henrique Leal. **Uma Plataforma para Integrar Dispositivos Eletrônicos em Ambientes Pervasivos**. Porto Alegre, 2007.

WEISER, Mark. **The Computer for the 21st Century**. Scientific American, vol. 265, no. 3, pp. 94-104. September, 1991.

TECNOTEL TELECOM, **Cerca Elétrica**. Acessado em http://www.tecnoteltelecom.com.br/seguranca/cerca_eletrica.html, Junho de 2008.

SATYANARAYANAN, M. **“Pervasive computing: Vision and challenges”**, IEEE Personal Communication, vol. 8, no. 4, pp. 10–17, August 2001.

SAHA, D. e MUKHERJEE, A. **“Pervasive computing: a paradigm for the 21st century”**, IEEE Computer Society, vol. 36, no. 3, pp. 25–31, March 2003.

HELAL, S., MANN, W., EL-ZABADANI, H., KING, J., KADDOURA, Y. e JANSEN, E. **“The gator tech smart house: A programmable pervasive space”**, IEEE Computer Society, vol. 38, no. 3, pp. 50–60, March 2005.

BRUMITT, B., MEYERS, B., KRUMM, J., KERN, A. e SHAFER, S. **“Easy Living: Technologies for intelligent environments”**, in Proceedings of the 2nd international symposium on Handheld and Ubiquitous Computing, 2000, pp. 12–29.

BAZUIN, Bradley J. **“RFID: Radio Frequency Identification”**, Western Michigan University, February 2004.

UFES, Universidade Federal do Espírito Santo. **“Fundamentos GPS: Sistema de Posicionamento Global”**. Acessado em <http://www.ltc.ufes.br/GEOMATIC/Modulo%20GPS.pdf>, Junho de 2008.

INDRUSIAK, Leandro Soares. **“Linguagem Java”**. Grupo Java RS – JUG Rio Grande do Sul, 1996.

CASTRO, Tiago Alves de. **“WAP: Wireless Application Protocol”**. Universidade Católica do Salvador, Abril de 2000.

MARCELO, Antônio. **“Um Tutorial sobre Sockets”**. Universidade Federal de Santa Maria, Maio de 2004.

CANTÙ, Marco. **“Dominando o Delphi 5”**. São Paulo. Makron Books, 2000.

NOBRE, Marcos Aurélio. **“Interbase: O Poderoso Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional”**. São Paulo. Érica, 2000.

JUNIOR, Fred Cox. **“Programando para Web com PHP/MySQL”**. UPE – POLI – Engenharia eletrônica, Agosto de 2000.

NOVOTNY, Jason e PERRY, Márcia. **“Building a Secure WEB Server”**. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, June, 2001.

TANENBAUM, Andrew S. **Computer Networks**. 4th Ed, Prentice Hall, 2003.