

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTOS ACADÊMICOS DE ELETRÔNICA E MECÂNICA  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL

DANIEL FERNANDES DE SOUZA ALVAREZ  
FELIPE IHLENFFELDT ANTUNES

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL UTILIZANDO BLUETOOTH,  
ETHERNET E SMARTPHONE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA  
2015

DANIEL FERNANDES DE SOUZA ALVAREZ  
FELIPE IHLENFFELDT ANTUNES

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL UTILIZANDO BLUETOOTH,  
ETHERNET E SMARTPHONE**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial dos Departamentos Acadêmicos de Eletrônica – DAELN e Mecânica - DAMEC da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Ubiradir Mendes Pinto

CURITIBA  
2015

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

DANIEL FERNANDES DE SOUZA ALVAREZ  
FELIPE IHLENFFELDT ANTUNES

### **AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL UTILIZANDO BLUETOOTH, ETHERNET E SMARTPHONE**

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 19 de dezembro de 2014, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Os alunos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr. Milton Luiz Polli  
Coordenador de Curso  
Departamento Acadêmico de Mecânica

---

Prof. Esp. Sérgio Moribe  
Responsável pela Atividade de Trabalho de Conclusão de Curso  
Departamento Acadêmico de Eletrônica

#### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Esp. Sergio Luiz Bazan de Paula  
UTFPR

---

Prof. Dr. Valmir de Oliveira  
UTFPR

---

Prof. Ubiradir Mendes Pinto  
Orientador - UTFPR

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

Dedicamos este trabalho às pessoas que nos deram a maior herança que poderíamos receber: educação, carinho e amor. A nossos pais.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradecemos a Deus por ter nos dado vida e saúde e que, a cada dificuldade encontrada ao longo do dia, nos ajudou a superá-la.

Agradecemos a nossos pais, irmãos e familiares que sempre estiveram ao nosso lado e sempre nos apoiaram, tanto nos momentos difíceis quanto nos momentos de alegria, e têm sido a base e o alicerce de nossas vidas.

Agradecemos aos amigos que fizemos durante o período de estudos na UTFPR, que ajudaram a nos desenvolver pessoalmente e profissionalmente, e que levaremos para sempre em nossos corações.

## RESUMO

ALVAREZ, Daniel Fernandes de Souza; ANTUNES, Felipe Ihlenfeldt. **Automação Residencial utilizando Bluetooth, Ethernet e Smartphone**. 2014. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial), Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

A automação residencial (Domótica) está cada vez mais presente na vida das pessoas e já é uma realidade em várias residências brasileiras com soluções diferenciadas voltadas as necessidades de cada um. Este trabalho apresenta uma proposta de um sistema microcontrolado para automatizar uma residência. Um smartphone, com sistema Android, enviará os comandos para ligar e desligar alguns dispositivos. Um software desenvolvido fará o gerenciamento, controle e supervisão dos dispositivos ligados ao sistema proporcionando aos usuários um ambiente prático e simples para a automação de sua residência.

**Palavras chave:** Automação Residencial. Domótica. Microcontrolador. Bluetooth. Smartphone.

## ABSTRACT

ALVAREZ, Daniel Fernandes de Souza; ANTUNES, Felipe Ihlenfeldt. **Automação Residencial utilizando Bluetooth, Ethernet e Smartphone**. 2014. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial), Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

The home automation (Domotic) is increasingly present in people's lives and is already a reality in several Brazilian homes with differentiated solutions directed to the needs of each. This work presents a proposal of a microcontroller system to automate a residence. A Smartphone with Android system will send the commands to turn on and off some devices. Software developed will manage, control and supervise the devices connected to the system providing users with a convenient and simple environment for the automation of your home.

**Keywords:** Home Automation. Domotic. Microcontroller. Bluetooth. Smartphone.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Possibilidades para a automação residencial.....	15
Figura 2 – Tecnologias para redes domésticas.....	17
Figura 3 – Diferentes configurações de Arduino .....	20
Figura 4 – Modelo de referência TCP/IP .....	27
Figura 5 – IBM Simon Personal Communicator .....	30
Figura 6 – Nokia 9000 Communicator a esquerda e Ericsson R380 a direita .....	31
Figura 7 – Apple iPhone.....	31
Figura 8 – Microcontrolador Arduino UNO com Shield Ethernet acoplado.....	34
Figura 9 – HTML e visualização do estado do Led .....	35
Figura 10 – Conjunto Arduino e Ethernet Shiled na <i>Protoboard</i> .....	35
Figura 11 – Módulo Bluetooth HC-06 .....	37
Figura 12 – Conjunto Arduino e Módulo Bluetooth ligado ao <i>Protoboard</i> .....	38
Figura 13 – Primeiro aplicativo Android de teste .....	39
Figura 14 – Módulo de 8 Relés .....	40
Figura 15 – Página HTML com a definição de cada equipamento .....	41
Figura 16 – Aplicativo Android com a definição de cada equipamento .....	42

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

- DNS - Sistema de Nomes de Domínios (*Domain Name Service*)
- DUN - Perfil de Rede Dial-up (*Dial-up Networking Profile*)
- FTP - Protocolo de Transferência de Arquivos (*File Transfer Profile*)
- GPRS- Serviço de Rádio de Pacote Geral (*General Packet Radio Mobile*)
- GPS - Sistema de Posicionamento Global (*Global Position System*)
- GSM - Sistema Global para Comunicações Móveis (*Groupe Special Mobile*)
- HID - Perfil de Dispositivos de Interface Humana (*Human Interface Device Profile*)
- HSP - Perfil de Headset (*Headset Profile*)
- HTML - Linguagem de Marcação de Hipertexto (*Hypertext Markup Language*)
- HTTP - Protocolo de Transferência de Hipertexto (*HyperText Transfer Protocol*)
- IP - Protocolo de Internet (*Internet Protocol*)
- ISO - Organização Internacional de Padronização (*International Standards Organization*)
- ISP - Fornecedor de Acesso à Internet (*Internet Service Provider*)
- LED - Diodo Emissor de Luz (*Light Emitting Diode*)
- OPP - Perfil de Envio de Objetos (*Object Push Profile*)
- OSI - Interconexão de Sistemas Abertos (*Open Systems Interconnection*)
- PDA - Assistente Pessoal Digital (*Personal Digital Assistants*)
- PHP - Página Pessoal Padrão (*Personal Home Page*)
- PWM - Modulação por Largura de Pulso (*Pulse Width Modulation*)
- SD - Digital Seguro (*Secure Digital*)
- TCP - Protocolo de Controle de Transmissão (*Transmission Control Protocol*)
- UDP - Protocolo de Datagrama do Usuário (*User Datagram Protocol*)
- USB - Conexão Serial Universal (*Universal Serial Bus*)
- WAP - Protocolo para Aplicações sem Fio (*Wireless Application Protocol*)
- WWW- Rede Mundial de Computadores (*World Wide Web*)

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
1.1	TEMA	11
1.2	PROBLEMA	11
1.3	OBJETIVOS	12
1.3.1	Geral	12
1.3.2	Objetivos Específicos	12
1.4	JUSTIFICATIVA	12
1.5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	13
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>14</b>
2.1	AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL	14
2.1.1	Características	15
2.1.2	Redes Domiciliares	16
2.2	MICROCONTROLADOR	17
2.2.1	Tipos de Programação	18
2.2.2	Arduíno	19
2.3	BLUETOOTH	20
2.4	REDES DE COMPUTADORES	22
2.4.1	Camadas de Rede	22
2.4.2	Modelo ISO/OSI	23
2.4.3	Rede Ethernet	26
2.4.4	Camada de Aplicação no Protocolo TCP/IP	27
2.4.4.1	Camada de Transporte no Protocolo TCP/IP	28
2.4.4.2	Internet	28
2.5	Linguagem HTML e PHP	28
2.6	SMARTPHONE	29
2.6.1	Modelos de Smartphones	30
2.7	SISTEMA OPERACIONAL ANDROID	32
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>33</b>
3.1	DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA	33
3.1.1	A primeira versão do sistema de comunicação Ethernet	33
3.2	PROGRAMAÇÃO DA INTERFACE	36
3.3	ACESSO AO SISTEMA ATRAVÉS DO NAVEGADOR WEB (BROWSER)	36
3.4	COMUNICAÇÃO COM O SISTEMA BLUETOOTH	36
3.4.1	Módulo Bluetooth HC-06	36
3.4.2	Testes de comunicação com o sistema Bluetooth	37
3.5	INTEGRAÇÃO ETHERNET/BLUETOOTH	39
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	<b>43</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>44</b>
	REFERÊNCIAS	45

## 1 INTRODUÇÃO

Com o começo da revolução industrial a mão de obra foi cada vez mais sendo substituída por sistemas mecânicos. Tais sistemas podiam fazer o mesmo trabalho com muito mais precisão e em menos tempo. Segundo o texto “Herança do Conflito Mundial” (HERANÇA, 2009), durante as duas grandes guerras mundiais, esse processo foi acelerado e houve um grande investimento para gerar a tecnologia com interesse bélico e aplicada de forma civil.

Segundo Mordin (2007), desde então, robôs vem sendo amplamente utilizados na indústria com o objetivo de aumentar a produção, segurança, confiabilidade, diminuir custos, entre outros fatores. E cada vez mais um elevado grau de precisão é importante.

O uso do controle e automação deixou de ser exclusivamente da indústria e passou a ser utilizado também em ambientes residenciais, porém com a mesma finalidade de precisão, conforto e segurança, por ser muito superior às percepções humanas.

A automação residencial cede o lugar de destaque para ser incorporada em uma nova ciência denominada Domótica. Com caráter multidisciplinar, ela agrega vários conceitos de outras ciências como Arquitetura, Engenharia e Ciências da Computação, a fim de estudar todas as necessidades do usuário frente às possibilidades oferecidas pelo mundo digital e suas interações com a residência automatizada (BOLZANI, 2007).

A aplicação de novas tecnologias tais como a transferência de informação sem a utilização de cabos é denominada “*Wireless*”. Para curtas distâncias possibilitou alcançar um conjunto de possibilidades muito mais abrangentes em relação ao conforto, comodidade, segurança e confiabilidade. Nos sistemas de Radiofrequência clássicos as transmissões são em altas potências para atingir longas distâncias, porém em *Wireless* distâncias e potências são menores.

Este trabalho de conclusão de curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial tem como proposta desenvolver um sistema de automação residencial para uma casa, controlada tanto por um sistema operacional de dispositivos móveis quanto pela rede ethernet local.

## 1.1 TEMA

Com as novas exigências de qualidade, flexibilidade e produtividade, impostas pelo mercado, toma-se necessário a utilização de máquinas automatizadas por parte das indústrias que desejam ser competitivas. Toda indústria, almeja cada vez mais por velocidade, controle dos processos, redução de custo, aumento de qualidade, entre outros. Essa modificação na visão industrial teve início com a Revolução Industrial no século XVIII (ARAÚJO, 2000).

O foco deste trabalho é apresentar o projeto e desenvolvimento de um sistema programável que possa ser controlado via rede Ethernet ou localmente através de um *smartphone* com transmissão de dados via Bluetooth, para ser utilizado acionando dispositivos em residências.

## 1.2 PROBLEMA

Consumidores têm procurado mais tecnologia a fim de manterem-se informados sobre os acontecimentos e andamentos de um processo ou localidade, de uma forma cada vez mais rápida e fácil.

A dificuldade de encontrar sistemas próprios para uma residência acaba sendo um dos empecilhos, pois é necessária uma aplicação de acordo com o local onde será instalado, o que se deseja controlar ou que informações são desejadas, ou seja, um sistema dedicado.

No contexto apresentado, a pergunta que se pretende responder por meio deste projeto é: É possível controlar e/ou verificar as condições de uma residência através de um sistema operacional utilizado em smartphones e diminuir seu custo?

A premissa norteadora do projeto é a utilização de um microcontrolador juntamente com um *smartphone* para controlar alguns dispositivos elétricos e verificar as condições de uma residência.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Geral

Desenvolver um sistema de automação residencial para controlar dispositivos de uma casa utilizando um *smartphone* com transmissão de dados via *Bluetooth* e via rede *ethernet*.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar sobre automação residencial;
- Desenvolver a programação para o microcontrolador;
- Desenvolver o *software* da aplicação do *smartphone*;
- Desenvolver o *software* ethernet de controle;
- Desenvolver as páginas HTML e PHP;
- Integrar os dispositivos desenvolvidos;

## 1.4 JUSTIFICATIVA

A automação residencial está cada vez mais popular no mercado e busca, através de subsistemas integrados que interagem entre si, atender as necessidades diárias do usuário, proporcionando melhor qualidade de vida para todos que utilizam o sistema.

Atualmente o custo de um sistema automatizado residencial doméstico é alto, impossibilitando usuários de resolver problemas simples. Nesse caso, um produto que seja de fácil instalação e configuração pode ajudar em tarefas básicas como o acendimento de lâmpadas e abertura de portões, entre outros.

O presente projeto visa simplificar o dia-a-dia das pessoas, proporcionando maior conforto, comodidade, segurança, praticidade e facilidades para os moradores de uma residência, através da automação de alguns dispositivos residenciais. Inicialmente se pretende controlar os sistemas de iluminação, abertura e fechamento de persianas e janelas, portões de garagem, sensores de presença e alarmes. O sistema de controle fará o uso de um microcontrolador e de um *smartphone*. Além destes tipos de controle, haverá um painel separado possuindo os controles manuais habituais de uma residência.

## 1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para classificar a pesquisa em relação a sua natureza, com o objetivo de gerar conhecimento para uma aplicação prática, a mesma pode ser considerada aplicada e exploratória. Quanto aos procedimentos técnicos ela se utiliza de técnicas bibliográficas, experimentais e documentais (SILVA; MENEZES, 2005).

O desenvolvimento deste trabalho envolve as seguintes etapas: pesquisa sobre os sistemas de automação residencial existentes; definição dos dispositivos e informações que serão controladas; funcionamento do *Bluetooth* em um *smartphone*; desenvolvimento dos circuitos elétrico/eletrônicos; desenvolvimento do programa do *smartphone*; desenvolvimento do programa do microcontrolador e integração de todos os sistemas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A automação residencial é um ramo da automação predial com ênfase no controle de operações na área doméstica. Ela se utiliza de sistemas de controle para gerenciar equipamentos eletroeletrônicos e eletromecânicos reduzindo a necessidade de intervenção humana. Ou seja, sensores em um ambiente coletam informações, seus parâmetros são analisados e decisões são tomadas de acordo com um programa específico (BOLZANI, 2010).

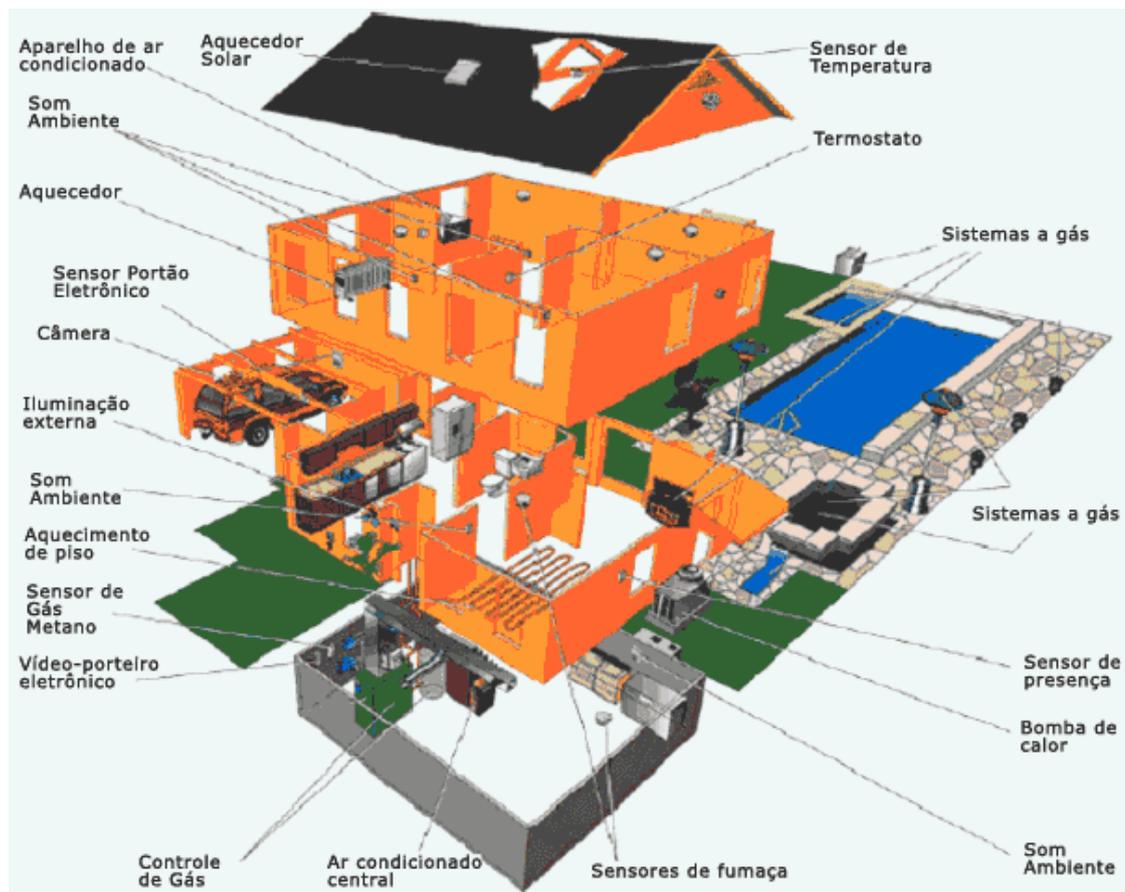
A década de 70 é considerada um marco importante na história da automação, quando são lançados nos EUA os primeiros módulos inteligentes de automação, os chamados X-10. O protocolo X-10 é uma linguagem de comunicação que permite que produtos compatíveis se comuniquem entre si através da linha elétrica existente. Para isso, não são necessários novos e custosos cabamentos (SENA, 2005).

Segundo Sena (2005) na década de 80, com o desenvolvimento da informática pessoal (PC) com interfaces amigáveis e operações extremamente fáceis, novas possibilidades de automação surgem no mercado. Porém, o final da década de 90 é o grande responsável pela vasta gama de novidades para o mercado de automação residencial. Algumas conquistas tecnológicas incorporadas ao nosso dia a dia, como o telefone celular e a Internet, despertaram no consumidor o gosto pelas facilidades que representam.

Casas e apartamentos modernos apresentam cada vez mais a automação residencial, seja através da integração entre áudio e vídeo, medidas de segurança ou opções que prezam pelo conforto, por exemplo: sensores colocados na porta, conferindo horários de saída e chegada de pessoas à residência, integração do computador à irrigação do jardim, travamento das portas da casa com o apertar de um único botão.

De acordo com a necessidade de cada usuário, é possível aumentar e diminuir a intensidade das luzes, visualizar câmeras de segurança remotamente, habilitar e desabilitar funções através da biometria (impressão digital), entre outros.

A Figura 1 ilustra algumas possibilidades para a automação residencial, como sensores de gás e temperatura, som ambiente e iluminação.



**Figura 1 – Possibilidades para a automação residencial**  
**Fonte: Sena (2005, p.14)**

### 2.1.1 Características

Existem hoje no mercado sistemas que oferecem vários tipos de recursos. Cabe ao usuário escolher o que melhor atenda às suas necessidades.

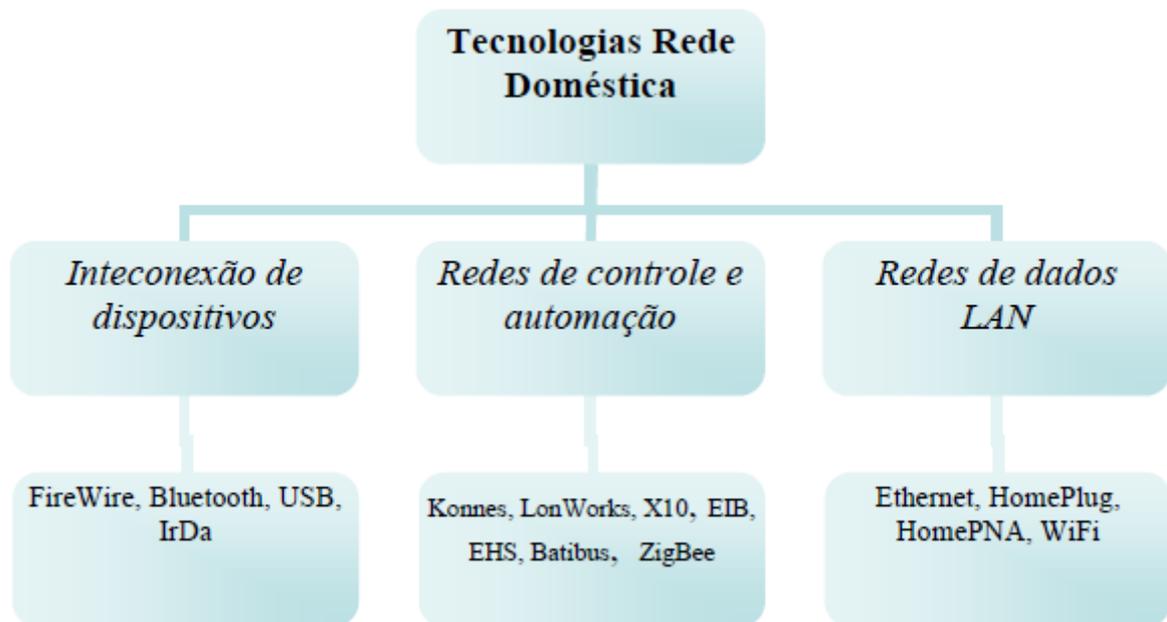
Segundo Sena (2005), as características fundamentais que se deve encontrar em sistema de automação residencial são:

- Capacidade para integrar todos os sistemas – os sistemas interligados por meio da rede doméstica devem possibilitar o monitoramento e o controle externos, bem como atualização remota de *software* e detecção de falhas.
- Atuação em condições variadas – o sistema deve ser capaz de operar em condições adversas (clima, vibrações, falta de energia) e prover múltiplas interfaces para os diferentes usuários, segundo o entendimento tecnológico, idade, entre outros, bem como auxiliar portadores de deficiência.
- Memória – o sistema deve ser capaz de memorizar suas funções principais mesmo em regime de falta de energia, deve possibilitar a criação de um histórico das últimas funções realizadas e prover meios de checagem e auditoria destas funções.
- Noção temporal – o sistema deve ter a noção de tempo, bem como dia e noite e estações climáticas a fim de possibilitar a execução de processos e atividades baseadas nestes aspectos.
- Fácil relação com o usuário – o sistema deve prover interfaces de fácil acesso e usabilidade, pois os usuários detêm diferentes níveis de instrução e entendimento sobre novas tecnologias.
- Facilidade de reprogramação – o sistema deve permitir a fácil reprogramação dos equipamentos e prover ajustes pré-gravados em casos de falha ou mau funcionamento.
- Capacidade de autocorreção – o sistema deve ter a capacidade de identificar uma seleção de problemas e sugerir soluções.

### 2.1.2 Redes Domiciliares

Uma rede domiciliar é um sistema de comunicação que visa à interconexão de dispositivos encontrados em residências, normalmente restritos a uma distância de 30 metros, e que tem como objetivo a comunicação, o conforto, a economia de energia, a segurança, a assistência e o lazer (TEZA, 2002).

A Figura 2 mostra as principais tecnologias encontradas para redes domésticas.



**Figura 2 – Tecnologias para redes domésticas**  
 Fonte: Sena (2002, p.19).

A seleção do sistema a ser utilizado deve levar em conta o custo e as necessidades dos usuários.

## 2.2 MICROCONTROLADOR

Os microcontroladores incorporam em um único encapsulamento um microprocessador, periféricos (i.e. temporizadores, comunicação serial, conversores analógico/digital e PWM, moduladores de largura de pulso) e memória de programa e dados. De acordo com Sica (2006) os microcontroladores são usados em dispositivos de controle automático e ganham vantagem, sobre os projetos que usam microprocessador, memória e dispositivos de entrada e saída separados. Estas vantagens são dadas pela redução de custo, tamanho e consumo de energia, embora apresente menor capacidade.

Com a intenção de reduzir custos em instalações elétricas, e diminuir a quantidade de componentes empregados em seu espaço físico, surgiu a ideia de criar um dispositivo que apresente um microprocessador (CPU) juntamente com os

demais periféricos (ROM, RAM, portas, A/D, D/A, entre outros), aumentando até a sua confiabilidade. Surge assim o microcontrolador (SICA, 2006).

Com o desenvolvimento da tecnologia dos Circuitos Integrados (CIs), foi possível inserir uma grande quantidade de transistores em um único chip. Assim foi possível a criação de microprocessadores que eram integrados a computadores e eram usados com periféricos externos como linhas de entrada e saída, temporizadores, memória, e outros. Os microcontroladores surgiram então no momento em que houve um aumento do nível de integração desses componentes, de acordo com Sica (2006).

### 2.2.1 Tipos de Programação

Há mais de uma linguagem de programação disponível para os mais diversos microcontroladores, alguns exemplos são:

#### *Assembly*

O *Assembly* é uma linguagem onde cada um dos comandos resulta numa instrução de máquina correspondente e direta entre as instruções de máquina e os comandos do programa. Então sendo o microcontrolador um componente de forte interação com o *hardware*, é uma das linguagens mais utilizadas nessa área. Exige do programador alto conhecimento sobre o *hardware*, tornando sua aplicação um pouco mais complicada que as demais. O programa é escrito em editor comum de texto, e então é necessária a criação do código objeto (código fonte transformado em linguagem de máquina) e do programa executável. Para essas etapas há vários programas na *web* que executam essas funções (IRVINE, 2007).

## PL/M

O PL/M assemelha-se a linguagem *Assembly*, porém em alto nível, foi criada pela Intel tendo seu início no microprocessador 8080. Estruturada, porém conta com muitos arranjos de palavras chave para definir sua estruturação. Também necessita de compiladores e “*linkers*”, porém se torna mais fácil uma vez que esses programas atuam no posicionamento de variáveis e movimentação de dados entre os locais de memória. A desvantagem desse tipo de linguagem é que não suporta variáveis do tipo ponto flutuante e números complexos (IRVINE, 2007).

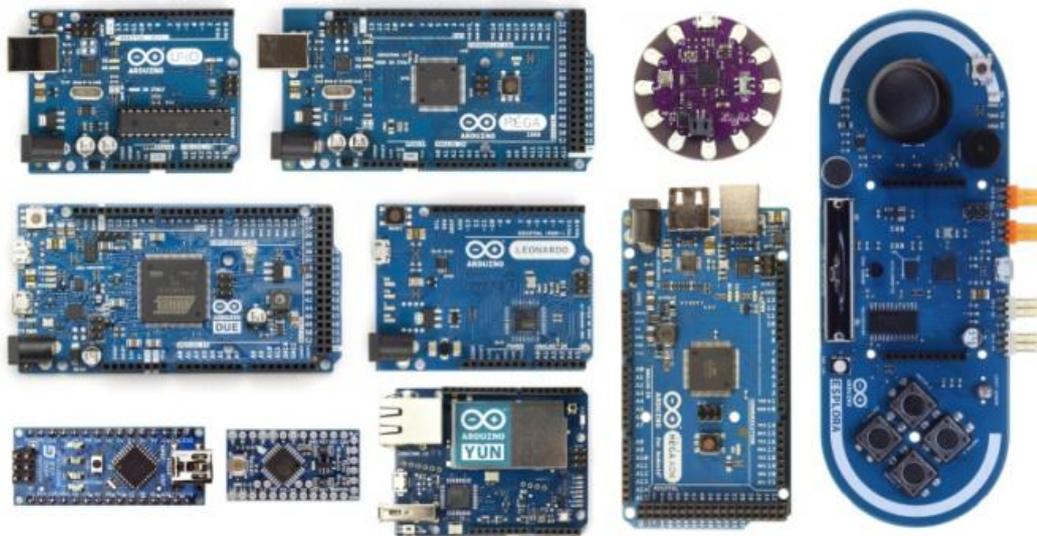
## Linguagem C

A linguagem C é estruturada e que resulta em um código compacto. Com ela é possível alcançar detalhes de controle de máquina sem a necessidade de recorrer ao *Assembly*. Faz uso do símbolo gráfico, chaves para delimitação dos blocos e não palavras reservadas como em outras linguagens. Sua compactação pode tornar sua manutenção dificultada (IRVINE, 2007).

### 2.2.2 Arduíno

O Arduíno é considerado um módulo de protótipo eletrônico de *hardware* livre. Seu intuito é facilitar o acesso a quem se interesse por conhecimentos da área de automação e robótica, com um investimento de baixo custo e aplicação simplificada. É composto por microcontrolador Atmel AVR, entradas e saídas digitais, entrada USB ou serial e possui código aberto, apresentando suas derivações, *firmware* que aceita os sistemas operacionais mais populares. A fonte de alimentação opera com tensão mínima de 7 Volts e máxima de 35 Volts e corrente mínima de 300 mA. A placa e demais circuitos funcionam com tensões

entre 3,3 e 5 volts. Conta com placas, chamadas de *Shields*, que podem ser adquiridos separadamente e que oferecem maiores opções ao Arduino original. Podem ser encontrados diferentes tipos de placas, variando suas configurações de acordo com a complexidade do projeto (ARDUINO, 2014), como mostrado na Figura 3



**Figura 3 – Diferentes configurações de Arduino**  
 Fonte: Arduino (2014)

### 2.3 BLUETOOTH

Usado para interligar periféricos próximos sem a utilização de cabos, o *Bluetooth* é uma rede de curta distância, porém de baixo consumo elétrico, desenvolvida em 1999 por um consórcio composto pela Ericsson, IBM, Nokia, Toshiba e Intel com o propósito de ser usado em dispositivos pequenos demais para comportar uma interface sem fio, segundo Morimoto (2008).

Por ter velocidade de transmissão e alcance baixos, o *Bluetooth* acaba por se tornar pouco utilizado em redes, sendo suficiente para comunicação entre dois dispositivos na transferência de pequenos arquivos ou pacotes de dados.

O *Bluetooth* oferece uma velocidade bruta de 1 Mbps, mas devido ao *overhead* do protocolo (parte da banda utilizada para o gerenciamento/roteamento),

a velocidade real (bits úteis) é de apenas 721kbps em modo assíncrono ou 432kbps em modo síncrono, sem contar a perda devido a retransmissão de pacotes perdidos, o que, na prática, reduz ainda mais as taxas de movimentação de dados (MORIMOTO, 2008). Atualmente existe um padrão mais rápido cuja velocidade bruta chega a 3 Mbps, porém necessita que os dois transmissores suportem o padrão para que a taxa não volte ao padrão original.

Há dois tipos de adaptadores *Bluetooth* diferenciados pela potência de transmissão segundo Morimoto (2008):

- Dispositivos de Classe 1: Possuem transmissores de 100 miliwatts resultando em um alcance teórico de 100 metros.
- Dispositivos de Classe 2: Utilizam transmissores de apenas 2,5 miliwatts deixando os mesmos com um alcance de apenas 10 metros.

Nos dois casos, o alcance refere-se em campo aberto. Por ter um sinal muito fraco, ele é enfraquecido rapidamente por obstáculos. É possível acessar o celular em outro cômodo separado por uma parede fina de alvenaria, mas para atingir uma boa conexão entre os aparelhos é necessário que ambos estejam no mesmo recinto.

Para que os dispositivos possam se conectar um ao outro, é necessário que ambos passem por um processo de autenticação chamado *pairing*, onde é definido um código de acesso que deve ser digitado pelos mesmos. Este código é essencial apenas na conexão inicial, a partir daí ela passa a ser definitiva (MORIMOTO, 2008).

O padrão *Bluetooth* possui protocolos de comunicação distintos, desenvolvidos para atender diversos cenários, fazendo com que os dispositivos sejam reconhecidos de forma diferente pelo sistema:

- HSP (*Headset Profile*): Utilizado por *Headsets Bluetooth*, é visto no sistema como uma placa de som remota, permitindo o envio de *streaming* de áudio.
- HID (*Human Interface Device Profile*): Usados por teclados, mouses, joysticks e outros dispositivos de entrada.
- FTP (*File Transfer Profile*): Permite transferência de arquivos.
- OPP (*Object Push Profile*): Um protocolo de transferência de dados de uso geral, utilizado para transferir contatos, fotos, e outras informações.
- DUN (*Dial-up Networking Profile*): Usado por celulares para permitir o acesso à web através do computador.

De acordo com Rufino (2007), por operar na mesma faixa de frequência do *Wi-Fi* e outras tecnologias de redes sem fio, 2.4GHz, o *Bluetooth* utiliza 79 canais distintos, cada um ocupando uma faixa de frequência de 1 MHz, e alterna entre eles rapidamente (cerca de 1600 vezes por segundo) usando uma sequência semi-aleatória, pré-definida entre os dispositivos, diferentes das redes *Wi-Fi*, que operam usando uma frequência fixa. A interferência continua existindo, porém reduzida, permitindo que redes *Wi-Fi* e *Bluetooth* operem no mesmo ambiente (MORIMOTO, 2008).

## 2.4 REDES DE COMPUTADORES

Com a ajuda da globalização, atualmente tudo está cada vez mais conectado, tanto computadores pessoais, quanto dispositivos autônomos. As redes de computadores estão permitindo maior “conformidade” de acessos à recursos tecnológicos (TRENTIN, 2012).

Uma rede doméstica é, normalmente, do tipo difusão. Este modelo de conexão possui apenas um canal de comunicação compartilhado por todas as máquinas desta rede (TANENBAUM, 2003). Portanto uma mensagem, também conhecida como pacote, enviada por uma máquina será recebida por todas as outras máquinas da rede, porém só a destinatária irá interpretá-la.

### 2.4.1 Camadas de Rede

Com a intenção de diminuir a complexidade de um projeto, a maioria das redes foi organizada em camadas, diferenciando-se, ou não, de uma rede para outra. Porém, em todas as redes, essas camadas têm o objetivo de oferecer serviços às camadas superiores ocultando a forma como ela trabalha (TRENTIN, 2012).

Desse modo, “Cada camada precisa seguir uma regra de convenção, conhecida como protocolo. Basicamente, um protocolo é um conjunto de regras sobre o modo como se dará a comunicação entre as partes envolvidas” (TANENBAUM, 2003).

Para que haja a transmissão de dados de uma máquina A para uma máquina B, cada camada de rede N da máquina A se comunica com a camada N da máquina B transferindo dados e informações de controle imediatamente à camada abaixo dela, até chegar à última camada. Por fim, após passar pela Camada 1, os dados são transmitidos através do meio físico. No outro lado, a informação precisa ser processada de forma inversa (descompactando os pacotes) até chegar à mesma camada de nível 5 (TRENTIN, 2012).

A vantagem de utilizar esse sistema é que, caso haja a necessidade de refazer uma das camadas, as demais podem continuar sem alterações.

#### 2.4.2 Modelo ISO/OSI

Com a finalidade de criar um padrão mundial na utilização dos protocolos nas várias camadas, a organização ISO (*International Standards Organization*) propôs o modelo OSI (*Open Systems Interconnection*).

Esse modelo possui 7 camadas, onde cada uma delas executa uma função bem definida. A camada do transmissor envia os dados para a mesma camada do receptor, ou seja, o fato de ela estar enviando os dados para a camada inferior é apenas um aspecto técnico, pois, a cada nível que os dados passam, um cabeçalho correspondente é anexado a esses dados (TANENBAUM, 2003).

Ainda de acordo com Tanenbaum (2003), tem-se as seguintes camadas:

##### Camada Física

Esta camada é responsável pelos detalhes de como ocorrerá a transmissão: com ou sem fio, definição de tensão na transmissão, delimitação de como os dados binários serão representados no meio físico, numeração dos pinos de conectores de rede, se a transmissão ocorre apenas em uma direção por vez, ou ambos os

sentidos simultaneamente, por fim, estabelece todos os detalhes mecânicos e elétricos.

#### Camada de Enlace de Dados

Tem por finalidade analisar quaisquer erros de transmissão sofridos pela camada física e reconhecer o início e fim de cada quadro transmitido. Havendo alguma interrupção na comunicação entre as camadas físicas de dois hosts, cabe a esta camada fazer a correção (TRENTIN, 2012).

Ela também é responsável por garantir que a velocidade do transmissor seja equivalente a do receptor, abaixando a velocidade da transmissão de dados da mesma quando necessário (TANENBAUM, 2003).

#### Camada de Rede

Esta camada é responsável por definir as rotas de entrega de pacotes da origem para o destino, sendo estas rotas estáticas ou dinâmicas (alteram a rota de acordo com a carga da rede).

Ela deve se capaz de assegurar compatibilidade entre pacotes de uma rede e outra, como por exemplo, tamanho de pacotes aceitos pela rede em questão de protocolos distintos, diferenças de endereçamento da sub-rede (TRENTIN, 2012).

#### Camada de Transporte

Tem por função básica aceitar dados da camada de sessão, dividi-los em frações menores caso haja necessidade, repassa-los à camada de rede e certificar que todos cheguem ao destino corretamente. Por fim, pode-se afirmar que a Camada de Transporte é uma camada fim a fim, que liga a origem ao destino (TANENBAUM, 2003).

### Camada de Sessão

Essa camada autoriza que o usuário de diferentes máquinas estabeleça sessões entre eles. Permite controlar melhor o fluxo de dados, pois trabalha com o gerenciamento de *tokens*, muito útil em protocolos onde a mesma função não pode ser executada simultaneamente nos dois lados da conexão (TRENTIN, 2012).

Também permite o uso de sincronização, a qual gerencia grandes transferências de arquivos marcando os pacotes já transferidos evitando sua retransmissão ao detectar alguma falha.

### Camada de Apresentação

A principal função desta camada é assegurar a representação dos valores a serem transmitidos de forma que o *host* consiga comunicar-se com a rede e vice-versa, ou seja, ela tem a responsabilidade de cuidar da sintaxe e semântica das informações transmitidas.

De acordo com Tanenbaum (2003), “Para permitir que computadores com diferentes representações se comuniquem, as estruturas de dados intercambiadas podem ser definidas de uma forma abstrata, juntamente com a codificação padrão a ser usada durante a conexão”.

### Camada de Aplicação

Esta camada possui uma sequência de protocolos comuns necessários para os usuários. Um destes protocolos, que é abundantemente utilizado, é o HTTP (*HyperText Transfer Protocol*), que compõem a base para a *World Wide Web*. Quando um navegador tenta acessar uma página da Web, ele envia o nome da página requerida para o servidor utilizando o HTTP. Então o servidor transmite a página de volta (TANENBAUM, 2003).

### 2.4.3 Rede Ethernet

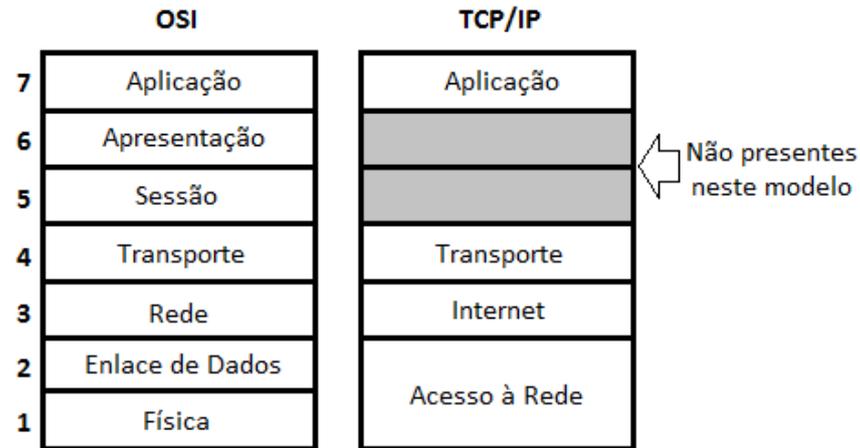
Um conjunto de padrões e protocolos de comunicação de dados utilizado na interconexão e no endereçamento de computadores e redes é denominado, segundo Sousa (2007), arquitetura TCP/IP.

Qualquer sistema operacional ou equipamento de comunicação de dados que possua as interfaces para comunicar com esta rede são capazes de trocar informações com outros dispositivos e redes que utilizem o mesmo padrão.

Criada pelo Pentágono, a ARPANET foi a primeira rede de computadores. Era uma rede de pesquisa que, com o tempo, foi conectando várias Universidades através de uma linha telefônica privada.

Preocupados com a estabilidade de conexão, pois queriam continuar a transmissão de informação de um lado a outro mesmo que os computadores no meio do caminho deixassem de funcionar repentinamente, “[...] foi necessário criar uma arquitetura flexível, capaz de se adaptar a aplicações com necessidades divergentes, como por exemplo, a transferência de arquivos e a transmissão de dados de voz em tempo real.” (TANENBAUM, 2003).

Algumas camadas do modelo OSI como Apresentação e Sessão dificilmente seriam usadas, logo, o protocolo TCP/IP as retirou do modelo. Outra diferença foi a substituição da Camada de Rede pela Inter-rede, a qual definiu-se um formato de pacote oficial e um protocolo chamado *Internet Protocol* (IP) e servia para entregar pacotes IP onde necessários (TANENBAUM, 2003). A Figura 4 apresenta as camadas do modelo de referência OSI usados no TCP/ IP.



**Figura 4 – Modelo de referência TCP/IP**  
 Fonte: Tanenbaum (2003).

#### 2.4.4 Camada de Aplicação no Protocolo TCP/IP

Nesta camada são encontrados todos os protocolos de nível mais alto, dentre eles o protocolo de terminal virtual (TELNET), o protocolo de transferência de arquivos (FTP) e o protocolo de correio eletrônico (SMTP). O protocolo de terminal virtual autoriza que um usuário de um computador se conecte a uma máquina à uma longa distância e interaja com ela. A função do protocolo de transferência de arquivos é, como o nome já diz, garantir a eficiência da movimentação de dados de uma máquina para outra (TANENBAUM, 2003).

Outros protocolos foram sendo incluídos com o passar do tempo, como por exemplo, o DNS (*Domain Name Service*), que mapeia os nomes de hosts para seus respectivos endereços de rede, além do HTTP, usado para buscar páginas na *World Wide Web*, como já mencionado na camada de aplicação do modelo OSI.

#### 2.4.4.1 Camada de Transporte no Protocolo TCP/IP

Como no modelo OSI, a camada de transporte tem por objetivo permitir que os hosts mantenham uma conversa entre eles, porém foram implementados dois protocolos fim a fim, como mostrado por Trentin (2012):

- Protocolo TCP (*Transmission Control Protocol*): Certifica a entrega dos pacotes, fazendo verificação nas transmissões, é orientado a conexão.
- Protocolo UDP (*User Datagram Protocol*): Utilizado para aplicações onde o que importa é a velocidade dos pacotes, como *Streaming de Áudio e Vídeo*.

#### 2.4.4.2 Internet

Atualmente há uma enorme infraestrutura de computadores conectados entre si, arquitetando a rede mundial de computadores, conhecida como internet, podendo ser usufruída como meio de conexão entre qualquer dispositivo do mundo com outro, desde que na troca de dados, ambos obedeçam às regras dos protocolos (TRENTIN, 2012).

De acordo com Tanenbaum (2003), “Os elementos que formam a base da Internet são o modelo de referência TCP/IP e a pilha de protocolos TCP/IP que possibilita a criação de um serviço universal e pode ser comparado ao sistema telefônico [...] ou com a adoção de protocolos comuns de sinalização por todas as companhias telefônicas”. Ou seja, estar na internet significa executar a pilha de protocolos TCP/IP, possuir um endereço IP e poder enviar pacotes IP a todas as outras máquinas da Internet.

## 2.5 LINGUAGEM HTML E PHP

Uma fonte de informação que é adequada à *World Wide Web* e que pode ser acessada por um navegador web é chamada de página web, ou seja, é um

documento feito de modo à atender requisitos da rede mundial de computadores e capaz de ser visualizada a partir de um programa específico (GALLOIS, 2008).

Em sua primeira configuração, as páginas *web* eram arquivos estáticos de texto guardados dentro de servidores *web*, porém, atualmente, é comum encontrar servidores que geram arquivos dinamicamente de acordo com o pedido do navegador (GALLOIS, 2008).

As páginas *web* utilizam de HTML (*Hypertext Markup Language*) para fazer a formatação dos dados, ou seja, é mais correto afirmar que o HTML é uma linguagem de formatação do que programação, uma vez que ela limita-se apenas a mudar a maneira como os dados são mostrados na tela (GALLOIS, 2008).

Para obter um comportamento dinâmico nas *webpages*, é necessário implementar uma programação como PHP, que possibilita uma interação com o usuário através de formulários, parâmetros e *links*. Diferentemente de outras programações, o código PHP é executado no servidor, sendo enviado para o cliente apenas HTML puro, facilitando a interação com banco de dados e aplicações existentes no servidor sem expor o código fonte (GALLOIS, 2008).

## 2.6 SMARTPHONE

A definição básica para o termo *Smartphone* é, de acordo com Morimoto (2009), a combinação de duas classes de dispositivos: os celulares e os assistentes pessoais (como os Palms e os PDAs) que, através de conexões 3G, 4G ou *Wi-Fi*, permite uma enorme variedade de recursos.

Atualmente, aparelhos com alta tecnologia e de relativamente fácil aquisição são capazes de navegar na *web*, rodar clientes de *e-mail*, filmar, fotografar e até servir de navegador GPS.

A possibilidade de instalar aplicativos adicionais, permitindo que um único dispositivo execute diversas outras funções, torna-o uma ferramenta de recursos poderosos. Um simples equipamento que pode ser carregado no bolso, com acesso contínuo à internet e que possui uma grande quantidade de aplicações extras, faz com que o *smartphone* seja cada vez mais indispensável (MORIMOTO, 2009).

Segundo Morimoto (2009), a designação mais aceita atualmente para a denominação *Smartphone* é: rodar um sistema operacional completo e permitir a instalação de aplicativos nativos (e não apenas *widgets* ou aplicativos em *java*), comunicar-se com computadores via USB e *Bluetooth*, oferecer um cliente de e-mail, reproduzir áudios e vídeos.

### 2.6.1 Modelos de Smartphones

O primeiro aparelho que pode ser considerado um *Smartphone* foi desenvolvido pela IBM, em 1992, e recebeu o nome de *Simon Personal Communicator*, Figura 5. As configurações eram rudimentares considerando os atuais dispositivos, pois continha um processador de 16 MHz e memória de 1MB, um display de LCD de 4,5 polegadas e resolução de 160x293 pixels (GENESIS, 2014).



**Figura 5 – IBM Simon Personal Communicator**  
Fonte: Genesis (2014).

A Nokia resolve entrar na competição e em 1996 lança o Nokia 9000 *Communicator*, Figura 6, que possuía as mesmas funções do IBM Simon, porém ainda acessava e-mails e internet, lia e editava arquivos da plataforma Microsoft Office e ainda enviava fax. Contava com um processador de 33 MHz e memória interna de 8MB (GENESIS, 2014).



**Figura 6 – Nokia 9000 Communicator a esquerda e Ericsson R380 a direita**  
**Fonte: Genesis (2014).**

Na sequencia surge o primeiro aparelho a ser denominado propriamente *Smartphone* pelo fabricante. O Ericsson R380 surge em 2000 com um sistema operacional robusto, *Symbian*, tornando seu uso muito mais intuitivo. Possuía navegação WAP, tela de toque resistiva e tecnologia de conexão infravermelha (GENESIS, 2014).

Vários outros modelos foram desenvolvidos em seguida, como o Kyocera QCP 6035, o primeiro *Smartphone* a chegar ao Brasil, e o RIM *BlackBerry* 6210, que trouxe a conexão GSM/GPRS. Mas em 2007 surge no mundo o aparelho que ditaria o conceito *Smartphone* no mercado. A empresa *Apple* lança o iPhone, Figura 7. Seu sistema operacional era baseado em uma plataforma HTML. Enquanto todos os seus antecessores praticavam a navegação WAP, o iPhone apresentava navegação real, a mesma utilizada em computadores convencionais (GENESIS, 2014).



**Figura 7 – Apple iPhone**  
**Fonte: Genesis (2014).**

## 2.7 SISTEMA OPERACIONAL ANDROID

O mercado de celulares tem crescido cada vez mais nos dias atuais, e junto com esse crescimento surge a procura de dispositivos com mais funcionalidades para facilitar a vida das pessoas. Músicas, câmeras, Bluetooth, jogos, internet, GPS e até mesmo TV são as principais características que chamam a atenção do usuário.

Para acompanhar a evolução da tecnologia e satisfazer os usuários, um grupo formado por empresas líderes do mercado de telefonia como Motorola, LG e Samsung, juntamente com a empresa Google, criou uma nova plataforma de desenvolvimento de aplicativos móveis, baseada em um sistema operacional Linux, que frisasse a modernidade e flexibilidade no desenvolvimento de aplicações corporativas, o Android (LECHETA, 2009).

Por ser uma plataforma livre e de código aberto, ou seja, permite que cada fabricante possa realizar alterações no código-fonte para customizar seus produtos, além de ser grátis, o aperfeiçoamento da ferramenta é muito facilitado, pois desenvolvedores do mundo todo podem contribuir adicionando funções ou até mesmo corrigir falhas.

### 3 DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento de um sistema de automação residencial, vários fatores devem ser levados em conta como infraestrutura necessária, definição dos serviços e componentes que serão automatizados (necessidades do cliente), viabilidade de instalação, normas técnicas entre outras que irão assegurar a qualidade, longevidade, desempenho e segurança do sistema.

O sistema proposto neste trabalho consiste de um microcontrolador Arduíno com um módulo Bluetooth que receberá os comandos por um *Smartphone* através de um aplicativo Android, e uma placa *Ethernet* que será responsável pela comunicação do sistema via página HTML.

A automação consistirá do controle da iluminação de alguns cômodos e o acionamento de portões eletrônicos.

#### 3.1 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

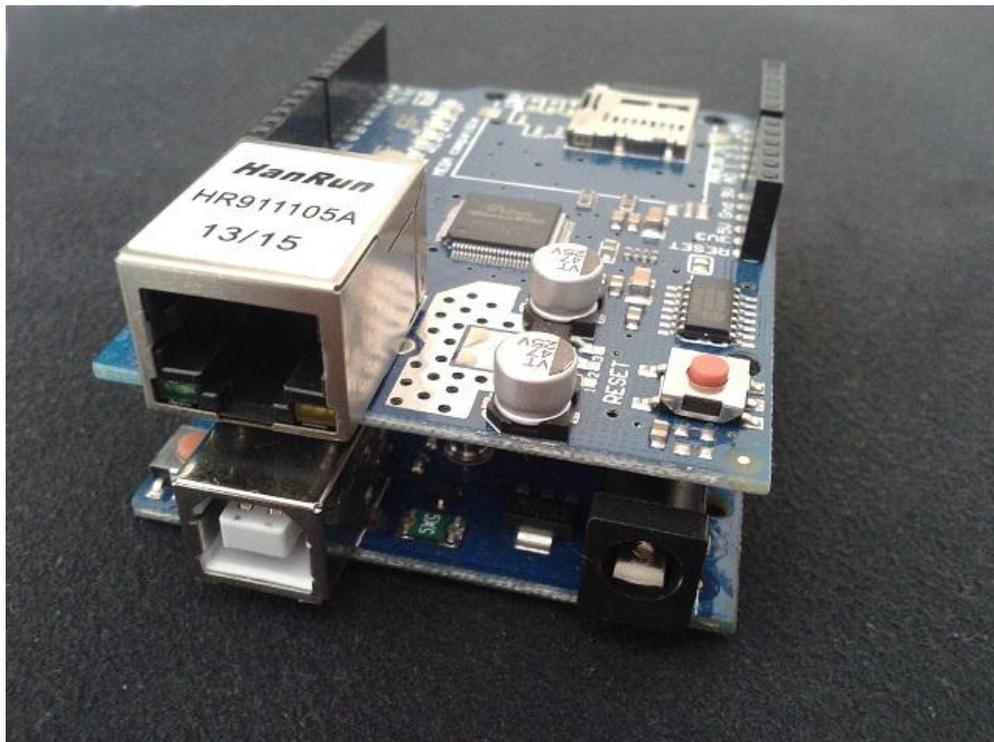
Assim como na maioria dos projetos, para concluir este foram necessários alguns protótipos e testes para se chegar a uma versão final. Estes protótipos foram realizados em uma placa de prototipação, também conhecida por *protoboard*.

Esta placa permite a conexão dos fios e componentes, sem a necessidade de soldá-los, havendo transmissão de energia entre eles.

##### 3.1.1 A primeira versão do sistema de comunicação Ethernet

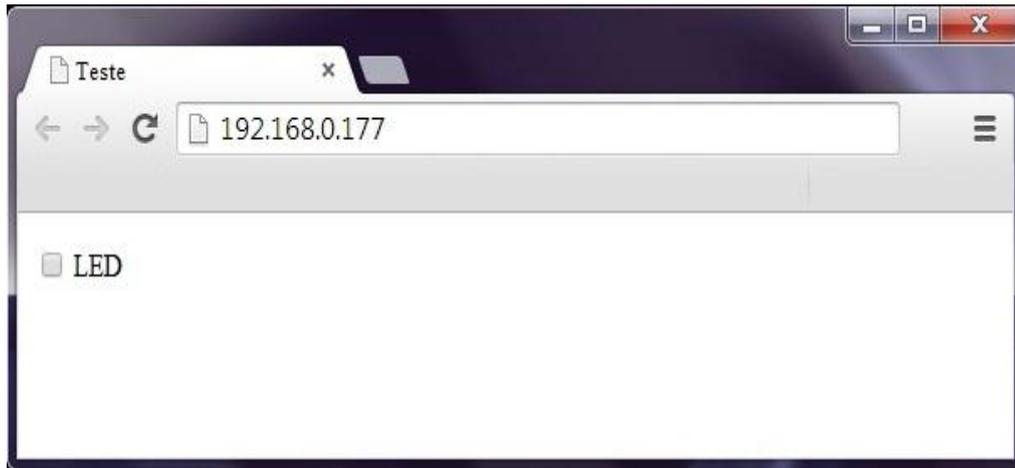
Desenvolvida em um projeto de pesquisa, a primeira versão do sistema de comunicação Ethernet era capaz de ler e escrever comandos do Microcontrolador, através de uma página HTML, fazendo com que este acendesse ou apagasse um *LED* (Diodo Emissor de Luz) e recebesse o estado ON/OFF de uma chave.

Foi utilizado um Microcontrolador Arduíno Uno que possui 32KB de memória flash e 14 entradas e saídas digitais, suficiente para os testes e, acoplado nele, um *Shield Ethernet* para conectar o microcontrolador à rede ethernet. Ao receber a solicitação do usuário através da rede, o *Shield* processa o pacote de dados e repassa o comando, via serial, para o microcontrolador, que, por sua vez, executa a programação de acordo com o dado recebido. A Figura 8 mostra o microcontrolador e a placa *Ethernet* utilizados.



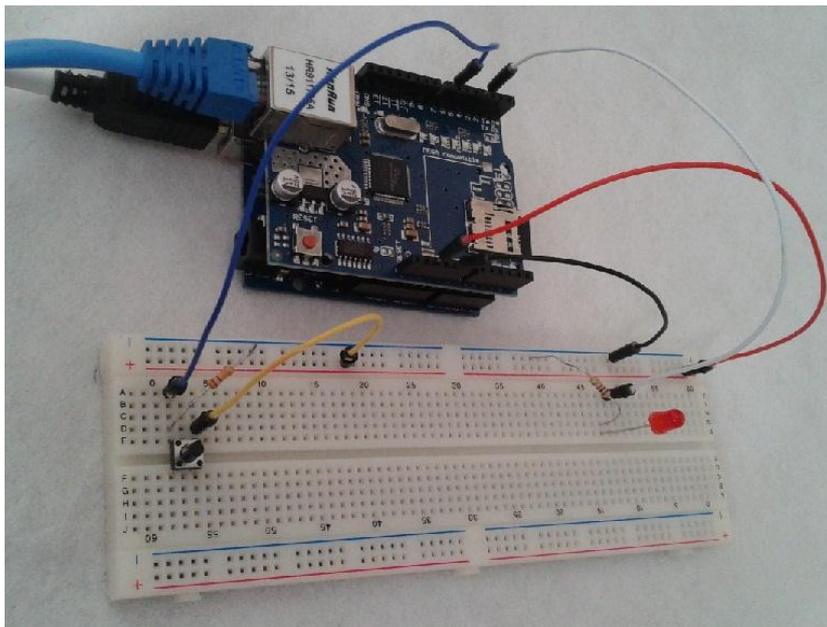
**Figura 8 – Microcontrolador Arduíno UNO com Shield Ethernet acoplado**  
**Fonte: Autoria própria.**

A página HTML, Figura 9, foi desenvolvida para ler a saída digital do microcontrolador, ou seja, o estado do *LED*, e mostrar ao usuário se a mesma está acesa ou apagada, e a chave, simulando um interruptor convencional, usado em paralelo com o sistema para testar o recebimento do sinal. Em resumo, se o *LED* estivesse apagado e o comando para acendê-lo fosse dado através da rede Ethernet ou através da chave, o mesmo deveria acender.



**Figura 9 – HTML e visualização do estado do LED**  
 Fonte: Autoria própria.

Clicando na caixa de seleção com o título “LED”, a página HTML, através da programação PHP, envia um sinal para o microcontrolador acionar a saída digital determinada na programação acendendo o *LED* e, em seguida, o microcontrolador envia à página HTML um sinal informando que o *LED* foi aceso para que a caixa de seleção seja assinalada. Esta verificação é necessária, pois, caso a caixa de seleção seja pressionada, o microcontrolador deve enviar o mesmo sinal informando a página sobre o acendimento do *LED*. A Figura 10 apresenta a montagem do circuito.



**Figura 10 – Conjunto Arduino e Ethernet Shiled no *Protoboard***  
 Fonte: Autoria própria.

## 3.2 PROGRAMAÇÃO DA INTERFACE

Com o intuito de deixar o sistema operante sem a necessidade de um servidor web, a página HTML foi desenvolvida para ser hospedada no próprio microcontrolador em conjunto com o Shield Ethernet baseado no *chipset* W5100, porém, com a limitação do tamanho da página, ficando restrito ao tamanho do *Buffer* do módulo de rede, 16KB, ou seja, a interface de acesso ao sistema seria simplificada para não passar desse limite.

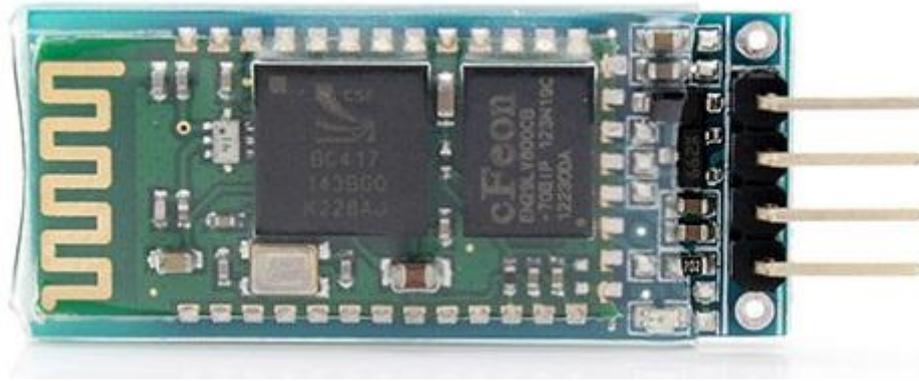
## 3.3 ACESSO AO SISTEMA ATRAVÉS DO NAVEGADOR WEB (BROWSER)

A partir do momento em que o microcontrolador e o Shield Ethernet estejam conectados à rede local, o acesso à interface pode ser feito utilizando o endereço IP configurado na programação. Caso haja necessidade de acesso externo, é preciso alterar a configuração do modem ou provedor ISP (*Internet Service Provider*) para que haja um redirecionamento de uma porta externa para o *host* interno.

## 3.4 COMUNICAÇÃO COM O SISTEMA BLUETOOTH

### 3.4.1 Módulo Bluetooth HC-06

Fabricado pela KEYES, o módulo HC-06, Figura 11, é um *hardware* simples e intuitivo. Possui quatro pinos: GND e VCC para a alimentação de 5V e RX e TX para a transmissão de dados.



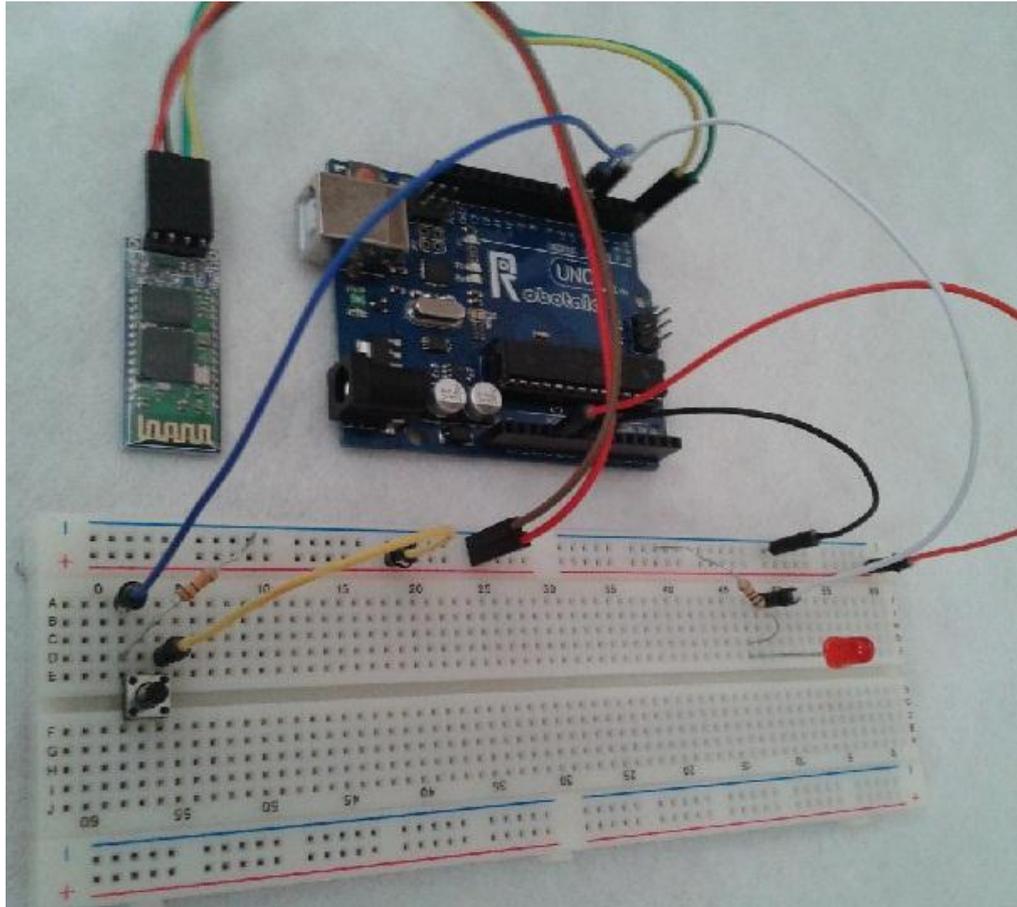
**Figura 11 – Módulo Bluetooth HC-06**  
**Fonte: Autoria própria.**

Ao compartilhar, o módulo recebe o pacote de dados enviados pelo *Smartphone* através do aplicativo que repassa o mesmo ao microcontrolador, que por sua vez executa a ação pré-programada.

O módulo pode ser utilizado para receber e transmitir dados via *Bluetooth*, porém, para deixá-lo com uma função semelhante a um controle remoto e para facilitar a programação do aplicativo, o mesmo foi utilizado apenas como receptor de dados.

#### 3.4.2 Testes de comunicação com o sistema Bluetooth

O segundo estágio do sistema tinha por finalidade testar o módulo *Bluetooth*, HC-06, com uma aplicação simples e parecida com a utilizada nos testes Ethernet: acender e apagar um *LED* através do comando *Bluetooth* de um *Smartphone* ou através de um botão. A Figura 12 apresenta o circuito com o módulo *Bluetooth*.



**Figura 12 – Conjunto Arduíno e Módulo Bluetooth ligado ao *Protoboard***  
Fonte: Autoria própria.

Utilizando o mesmo microcontrolador Arduíno UNO, porém desta vez com o módulo *Bluetooth* conectado a ele, foi necessário criar um aplicativo, Figura 13, para o *Smartphone* a fim de testar o protótipo.



Figura 13 – Primeiro aplicativo Android de teste  
Fonte: Autoria própria.

Para que o aplicativo se comunique com o módulo *Bluetooth* conectado ao microcontrolador, é necessário que o usuário pressione o botão “Conectar” e selecione o dispositivo.

Com o dispositivo conectado, ao pressionar o botão “Liga LED”, o *Smartphone* envia um comando ao módulo *Bluetooth*, este repassa a informação ao microcontrolador que, por fim, aciona a saída digital correspondente.

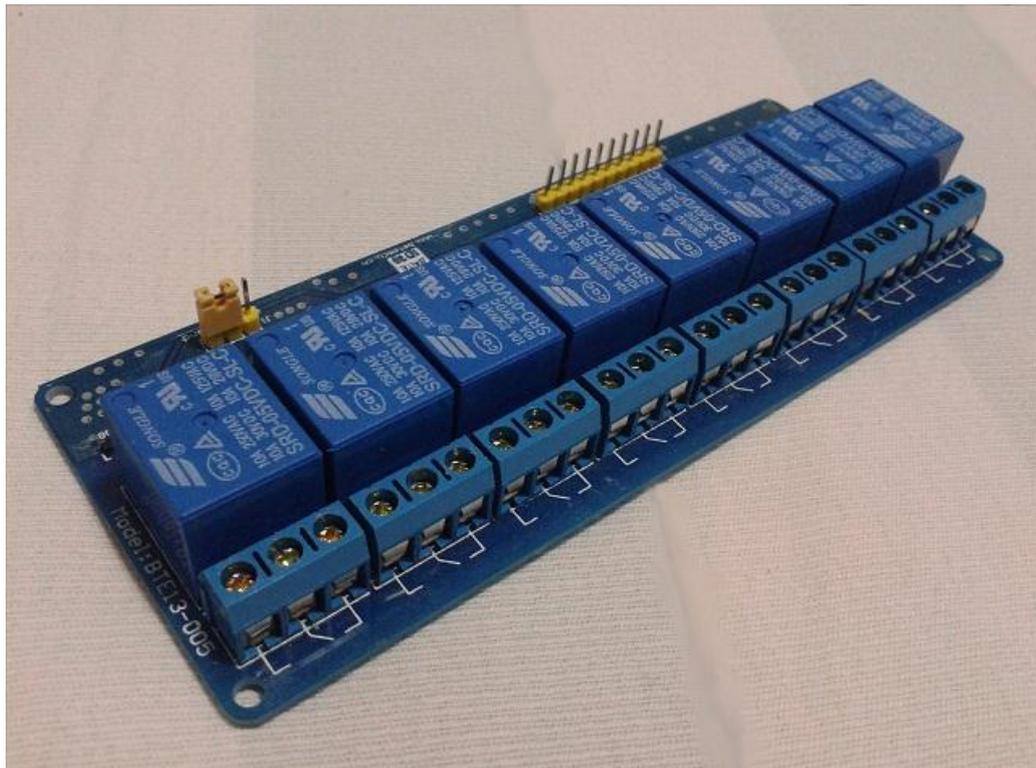
### 3.5 INTEGRAÇÃO ETHERNET/BLUETOOTH

A terceira fase do trabalho foi a integração dos dois sistemas desenvolvidos anteriormente: *Ethernet* e *Bluetooth*, para isso, foi necessário utilizar um outro microcontrolador da família Arduino, Arduino Mega 1280.

Por possuir maior capacidade de conexões externas (possui quatro portas seriais de *hardware*) e 54 entradas e saídas digitais, foi possível conectar o *Shield Ethernet* com o módulo *Bluetooth* no mesmo microcontrolador.

Foi definido que o sistema seria capaz de ligar e desligar oito dispositivos externos, seis lâmpadas e dois motores, logo, todos os sistemas anteriores como página HTML, aplicativo Android e programação do microcontrolador foram alterados.

Para facilitar o acionamento dos dispositivos através do microcontrolador, que possui uma corrente de saída baixa para ativar alguns equipamentos, foi utilizado um módulo de oito relés, apresentado na Figura 14. Com ele é possível acionar cargas de 250V AC, como lâmpadas e motores, ou 30V DC, além de proteger o microcontrolador em caso de problemas elétricos, por manter o circuito principal isolado dos outros dispositivos através de optoacopladores.



**Figura 14 – Módulo de 8 Relés**  
Fonte: Autoria própria.

Por ser um sistema domótico, foi delimitado que cada uma das lâmpadas seria referente a um cômodo de uma casa e os motores, aos portões da garagem e

social, portanto, a página HTML e o aplicativo Android ficaram como nas Figuras 15 e 16 respectivamente.



Figura 15 – Página HTML com a definição de cada equipamento  
Fonte: Autoria própria.



Figura 16 – Aplicativo Android com a definição de cada equipamento  
Fonte: Autoria própria.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

As possibilidades de interação em um ambiente doméstico são muitas. Este trabalho apresentou a interação através da rede ethernet e de dispositivos *Bluetooth* em *Smartphones*.

Testes realizados indicam que é perfeitamente capaz de administrar comandos recebidos através de uma página HTML em uma rede ethernet ou de sinais de dispositivos *Bluetooth* e, com um microcontrolador, transforma-los em sinais digitais para acionar outros dispositivos elétricos.

A limitação encontrada ocorreu ao usar o módulo *Bluetooth* para receber os dados provenientes do *Smartphone*. Como o módulo utilizado é apenas receptor do sinal, não foi possível identificar qual equipamento está ativado e qual está desativado através do aplicativo Android, ou seja, é possível comandar, mas não saber quem já está ativo ou não.

A utilização do *Shield Ethernet* baseado no *chipset W5100* facilitou no uso do microcontrolador como servidor da página HTML devido ao tamanho do buffer de 16KB, porém ainda ficava restrita a utilização de um código muito elaborado deixando a interface *Ethernet* de controle com um aspecto simples.

Todos os testes mostram que a utilização do microcontrolador da plataforma Arduíno foi de grande ajuda no desenvolvimento do sistema doméstico por ser uma plataforma *open-source* de programação simples facilitando o desenvolvimento do sistema e permitindo a criação de novos produtos que podem ser adicionados para um melhor funcionamento do mesmo.

O sistema desenvolvido atendeu as expectativas ficando restrito apenas em sua configuração, como a quantidade de dispositivos automatizados, devido ao número de entradas e saídas digitais do microcontrolador e dos módulos de controle acionados.

Os benefícios que este produto pode trazer as pessoas com interesse em implementar um recurso de baixo custo para automação residencial são grandes pois agrega uma solução básica e simples que pode ser uma extensão de um sistema doméstico existente.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que este projeto com um sistema simples e funcional tem aplicação em residências ou empresas. Apesar das dificuldades e adaptações, o projeto conseguiu cumprir os objetivos propostos e mostrou-se eficiente para várias aplicações. Desde adaptações para pessoas com deficiência a melhorias na qualidade de vida dos usuários.

Além de acesso à distância dos equipamentos, é possível usar esse recurso como uma forma de segurança contra invasões e roubos em domicílios, uma vez que seria possível monitorar remotamente caso estivesse ocorrendo algo anormal dentro da residência. Também se mostra muito eficaz na economia de energia elétrica, uma vez que seja possível controlar o uso da luz de acordo com a presença ou não de pessoas em determinados ambientes, ou um aproveitamento melhor da iluminação vinda de fora da casa através de um controle de abertura das cortinas e janelas, por exemplo.

Como todo *software* de computador, este projeto também pode ser atualizado, ou seja, melhorado em algum aspecto. Quando se trata da união de *hardware* e *software*, ambos estão sujeitos a mudanças e melhorias. Entre as melhorias futuras possíveis para este projeto, estão:

- Aperfeiçoar o *hardware* do módulo de controle possibilitando o controle proporcional com PWM;
- Aprimorar o sistema permitindo que o usuário final, através de um arquivo de configuração, possa adicionar novos módulos de controle;
- Encontrar um meio de enviar o sinal *Bluetooth* do sistema para o *Smartphone* permitindo a administração dos dispositivos ativos através do mesmo;
- Adicionar um banco de dados para guardar informações pertinentes ao usuário como: quantidade de tempo que cada dispositivo ficou ligado, horário em que foi ligado e desligado, entre outros;
- Adicionar um controle de horário permitindo que o usuário configure o horário de acionamento e desligamento automático de cada dispositivo;
- Aperfeiçoar a interface Ethernet com senha de acesso para manter a segurança e privacidade da residência.

## REFERÊNCIAS

- ARDUINO. **O Que é**. Set. 2014. Disponível em:  
<<http://blog.filipeflop.com/arduino/oque-e-arduino.html>> Acesso em: 29 nov. 2014.
- ARAÚJO, Maria Célia Soares. **O Estado Novo**. 1. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2000.
- BOLZANI, Caio Augustus Moraes. **Desmitificando a Domótica**. São Paulo: Sinergia, 2007
- \_\_\_\_\_. **Análise de Arquiteturas e Desenvolvimento de uma Plataforma para Residências Inteligentes**. 2010. 155 f. Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.
- GALLOIS, Felipe. **Curso Básico de HTML**. 2008. 34 f. Curso básico de HTML do Comitê Fome-Zero, Joinville, 2008.
- GENESIS, A Pré-história dos Smartphones. Nov. 2014. Disponível em:  
<<http://www.tudocelular.com/especiais/noticias/n45607/Genesis-a-pre-historia-dos-smartphones.html>> Acesso em: 29 nov. 2014.
- HERANÇA do Conflito Mundial, A. Segunda Guerra Mundial. 2099. Disponível em:  
<<http://www.segundaguerramundial.com.br/sgm/>> Acesso em: 7 fev. 2013.
- IRVINE, Kip R.. **Assembly Language for x86 Processors**. 6. ed. Florida: Pearson Education., 2007.
- LECHETA, Ricardo R. **Google Android: Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**. 3. ed. São Paulo: Novatec Editora LTDA., 2009.
- MORIMOTO, Carlos Eduardo. **Redes, guia prático**. Porto Alegre: Sul Editores, 2008.
- \_\_\_\_\_. **Smartphones: Guia Prático**. 1. ed. Porto Alegre: Editora Meridional, 2009.

MUNDIN, Alessandro Gonçalves e TELES, Flávio. **Tamanduá: um robô manipulador**. 2007

RUFINO, Nelson Murilo de Oliveira. **Segurança em Redes sem Fio**. 2. ed. São Paulo: Novatec Editora LTDA., 2007.

SENA, Diane Cristina Souza. **Automação Residencial**. 2005. Projeto de Graduação. 119f. Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

SICA, Carlos. **Sistemas automáticos com microcontroladores 8031/8051**. 1. ed. São Paulo - SP: Novatec, 2006. 192 p. 1 v. v. 1.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4ª. ed. rev. Atual. – Florianópolis: UFSC, 2005. 138p.

SOUSA, Linderberg Barros de. **Projetos e Implementações de Redes – Fundamentos, Soluções, Arquiteturas e Planejamento**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2007.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. Rio de Janeiro, 2003.

TEZA, Vanderlei Rabelo. **Alguns Aspectos sobre Automação Residencial – Domótica**, Dissertação de mestrado, Santa Catarina, 2002, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade de Santa Catarina.

TRENTIN, Paulo M. **Domótica via Dispositivos Móveis com Arduíno**. 2012. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Ciências da Computação), Universidade do Oeste de Santa Catarina - UNOESC. Videira, 2012.