



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - UNICEUB
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

GUILHERME DA COSTA SILVA

INTERRUPTOR DIGITAL

Orientadora: MSc. Maria Marony Sousa Farias Nascimento

Brasília
Dezembro, 2011

GUILHERME DA COSTA SILVA

INTERRUPTOR DIGITAL

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB) como pré-requisito para a obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Engenharia de Computação.

Orientadora: MSc. Maria Marony Sousa Farias Nascimento.

Brasília

Dezembro, 2011

GUILHERME DA COSTA SILVA

INTERRUPTOR DIGITAL

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB) como pré-requisito para a obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Engenharia de Computação.

Orientadora: MSc. Maria Marony Sousa Farias Nascimento.

Este Trabalho foi julgado adequado para a obtenção do Título de Engenheiro de Computação, e aprovado em sua forma final pela Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas - FATECS.

Prof. Abiezer Amarília Fernandez
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Maria Marony Souza Farias Nascimento, Mestre em Engenharia Elétrica
Orientadora

Prof. José Julimá Bezerra Junior, Mestrado em Engenharia Elétrica
Instituto Militar de Engenharia

Prof. Antonio Barbosa Junior, Lato Sensu - Engenharia de Software

Prof. Flavio Antonio Klein, Mestre em Estatística e Métodos Quantitativos

AGRADECIMENTOS

A Deus, por está sempre presente em minha vida.

A Virgem Maria, que por tantas vezes esteve à frente do meu caminho guiando todas as minhas escolhas e intercedendo por todos os meus pedidos.

Agradeço a minha família, meu pai Evilásio, minha mãe Nora e meu irmão Gustavo que me deram toda atenção, suporte, carinho para que eu pudesse concluir esta etapa da minha vida.

Agradeço a minha noiva Caroline Nunes, por toda a dedicação, paciência, companheirismo e atenção que foram fundamentais na minha vida.

Agradeço a todos os meus amigos de faculdade que compartilharam comigo este sonho de se tornar engenheiro e que foram essenciais durante minha formação acadêmica, em especial Gabriel Santos, Bruno Passos, Samyr Alves, Felipe Souto, Leonardo Lima, Vinicius Rodrigues, Thiago Alencar, Marco Aurélio, Reinaldo Oliveira, Vitor Mendes, Jean Matheus, Gustavo Suzukawa, Rafael Alfarone e Alcides Rafael e minhas amigas Vanessa Miranda e Camilla Cristine.

Aos amigos Gabriel Santos, Vanessa Miranda e Bruno Passos, agradeço em especial, por toda a orientação, apoio e tempo dedicados ao desenvolvimento do protótipo e da monografia.

À minha orientadora, professora Maria Marony Sousa Farias, por ter acreditado no meu trabalho.

Agradeço ao professor Francisco Javier, que durante a fase de conclusão de curso confiou na minha capacidade e pela disponibilidade para apoiar sempre que necessário.

Aos meus professores pelos ensinamentos, ajuda e principalmente pelo conhecimento indispensável para a minha formação, no decorrer de todo o curso.

RESUMO

Este trabalho apresenta a proposta de criação de um interruptor digital eletrônico para automação residencial e de leitos hospitalares. Este tem como objetivo automatizar o sistema iluminação, auxiliando idosos, deficientes físicos e pacientes hospitalizados. Fazendo uso da tecnologia dos sensores de pressão e do microcontrolador *Arduino* com *ATmega328p*. Para seu funcionamento, o microcontrolador é ligado a dois sensores de pressão. O código programado no microcontrolador calculará a diferença de pressão entre os sensores a partir do movimento linear sobre uma placa de acrílico, na qual, estão situados os sensores nas extremidades. Esses sensores serão acoplados junto ao microcontrolador e colocados em uma superfície plana, posicionados em uma armação acrílica. Com o movimento linear para baixo será enviado um sinal para o microcontrolador acionando o comando necessário para selecionar, acender ou apagar as lâmpadas.

Palavras Chave: Sensores de pressão, automação residencial, *Arduino*.

ABSTRACT

This paper presents the proposal to create an electronic digital switch home automation and hospital beds. This aims to automate the lighting system, helping the elderly, disabled and hospitalized patients. Making use of the technology of pressure sensors and the Arduino microcontroller with ATmega328p. For its operation, the microcontroller is connected to two pressure sensors. The code programmed into the microcontroller calculates the pressure difference between the sensors from the linear motion of an acrylic plate, in which the sensors are located at the ends. These sensors will be coupled with the microcontroller and placed on a flat surface, placed in an acrylic frame. With the linear motion will be sent down a triggering signal to the microcontroller to select the required command, turn on or off the lamps.

Key words: Pressure sensors, home automation, Arduino

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	10
1.1 – Motivação e Apresentação do problema	10
1.3 – Objetivos do Trabalho	12
1.4– Estrutura da Monografia.....	12
CAPÍTULO 2 – APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	14
2.1 – Contexto geral do problema	14
2.2 – Tecnologias existentes.....	17
CAPÍTULO 3 – REFERENCIAL TEÓRICO E TECNOLÓGICO	19
3.1 – Microcontrolador	19
3.1.1 – ATmega328P	19
3.1.2 – Arduino.....	20
3.1.3 – Arduino UNO	21
3.2 – Sensores de pressão	21
3.2.1 – Sensor Standard 406 FSR.....	22
3.2.2 – Sensor Standard 402 FSR.....	22
3.3 – Processing.....	23
3.4 – Placa de Interface de Relé	23
3.5 – Display LCD.....	23
CAPÍTULO 4 – MODELO PROPOSTO	25
4.1 – Apresentação geral do modelo proposto	25
4.2 – Esquemático do protótipo do projeto	28
CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO	42
5.1 – Aplicação do modelo proposto	42
5.2 – Descrição da Aplicação do Protótipo	42
5.3 – Resultados do Projeto	42
5.3.1 – Resultados Esperados	43
5.3.2 – Resultados Obtidos	43
5.4 – Custos do Projeto.....	43
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO	44
6.1 – Conclusões do projeto	44
6.2 – Sugestão para projetos futuros.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
APÊNDICE A – Código armazenado no microcontrolador	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Posicionamento e comunicação de dispositivos	17
Figura 2.1 – Timer Digital com display de cristal líquido, circuito integrado	17
Figura 2.2 – Interruptor Automático Vetti.....	18
Figura 3.1 – Configuração dos pinos do microcontrolador ATmega328P.....	20
Figura 3.2 – Placa Arduino UNO	21
Figura 3.3 – Sensores de Pressão	22
Figura 3.4 – Placa de interface de relés	23
Figura 3.5 – Display de LCD	24
Figura 4.1 – Diagrama de Funcionamento do Modelo Proposto.....	26
Figura 4.2 – Esquemático da Alimentação do Projeto	27
Figura 4.2.1 – Esquemático do Projeto na fase de testes.....	28
Figura 4.2.2 – Figura 4.2.2 – Esquemático do Projeto na fase Final.....	28
Figura 4.3 – Comparação dos valores pressionados e livres	29
Figura 4.3.2 – Teste do Display.....	30
Figura 4.4 – Código Preliminar para verificação do display	30
Figura 4.5 – Sensores posicionados na base acrílica	31
Figura 4.6 – Simulação AutoCAD	31
Figura 4.7 – Modelo físico em desenvolvimento	32
Figura 4.8 – Ligação dos Reatores	33
Figura 4.9 – Ligação com a placa de relés	33
Figura 4.10 – Ligação com os sensores de pressão	34
Figura 4.11 – Ligação com o display	35
Figura 4.13 – Ambiente de desenvolvimento IDE <i>Arduino Alpha</i>	36
Figura 4.14 - Definição das variáveis.....	37
Figura 4.15 - Código para os Pinos de Saída.....	39
Figura 4.16 - Representação do início do programa.....	40
Figura 4.17 - Código 01.....	42
Figura 4.18 - Código 02.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Pinos de saída digital do Arduino x Conjuntos da Placa de relé	34
Tabela 4.2 – Pinos de entrada analógica Arduino x Sensores de pressão	34
Tabela 4.3 – Pinos de saída digital Arduino x Display	35
Tabela 4.4 – Pinos de saída digital Arduino x Display	36
Tabela 5.1 – Custo total dos equipamentos utilizando no projeto.....	42

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 – Motivação e Apresentação do problema

As principais motivações para a realização deste projeto foram o crescente aumento no consumo de energia do país. É notável que no Brasil, o consumo de energia tem aumentado de maneira evidente, tendo uma diminuição quando algumas pequenas atitudes são tomadas, dentre elas, o racionamento de energia. Só nos primeiros quatro meses do ano de 2011 a EPE (Empresa de Energia Elétrica) constatou que o crescimento do consumo ficou em 4,1% por cento. A EPE ainda afirma que “nos últimos anos houve aumento expressivo do número de residências que consomem maior quantidade de energia, bem como elevação da participação da faixa intermediária de consumo no total consumido”. Segundo a mesma fonte, entre 2006 e 2010, cerca de 8 milhões de novos consumidores foram incluídos no mercado de energia elétrica. E 6 milhões de consumidores pularam para a faixa mensal de 200 KWh e 500 kWh. Ou seja, as pessoas estão com mais acesso à energia elétrica e isso faz com que o consumo aumente. Cabe ressaltar que todo o mundo está presenciando desastres naturais causados pelos excessos humanos. Todo o planeta entende a necessidade de ter mais cautela com os consumos de água, de energia, entre outros, por isso, é necessário que os seres humanos reflitam acerca desse consumo exagerado de energia elétrica e não apenas parem em suas reflexões, mas que tomem as atitudes corretas, começando por sua própria residência. Além desse apelo acerca da situação da energia elétrica, há outros fatores que motivaram este projeto. (EPE, 2011)

A segunda motivação compreende acerca das relações humanas e a acessibilidade de pessoas com necessidades especiais, idosos e pessoas hospitalizadas. Pois aqui neste projeto também evidencia-se a dificuldade em que idosos, deficientes físicos e pessoas hospitalizadas têm de se locomover durante a noite. Este trabalho tem o propósito de mostrar que é possível diminuir boa parte dos acidentes domiciliares ou até mesmo hospitalares que acontecem com as movimentações no quarto ou no leito hospitalar. Não apenas isso, mas é possível, com este projeto, dar mais independência a pessoas nesta situação.

Com o objetivo de reduzir estes problemas, este projeto tem como objetivo, criar um interruptor eletrônico para automação residencial, através de um protótipo. Neste sistema, o usuário poderá selecionar, acender e apagar as lâmpadas de sua residência através de um interruptor fixado próximo da cama do mesmo, com o deslizar dos dedos entre dois sensores de pressão.

1.2 – Visão Geral do Projeto

O projeto simula um interruptor eletrônico que funciona por meio de sensores de pressão. A Figura 1.1 ilustra o posicionamento do dispositivo eletrônico, sendo esquematizada a comunicação entre eles.

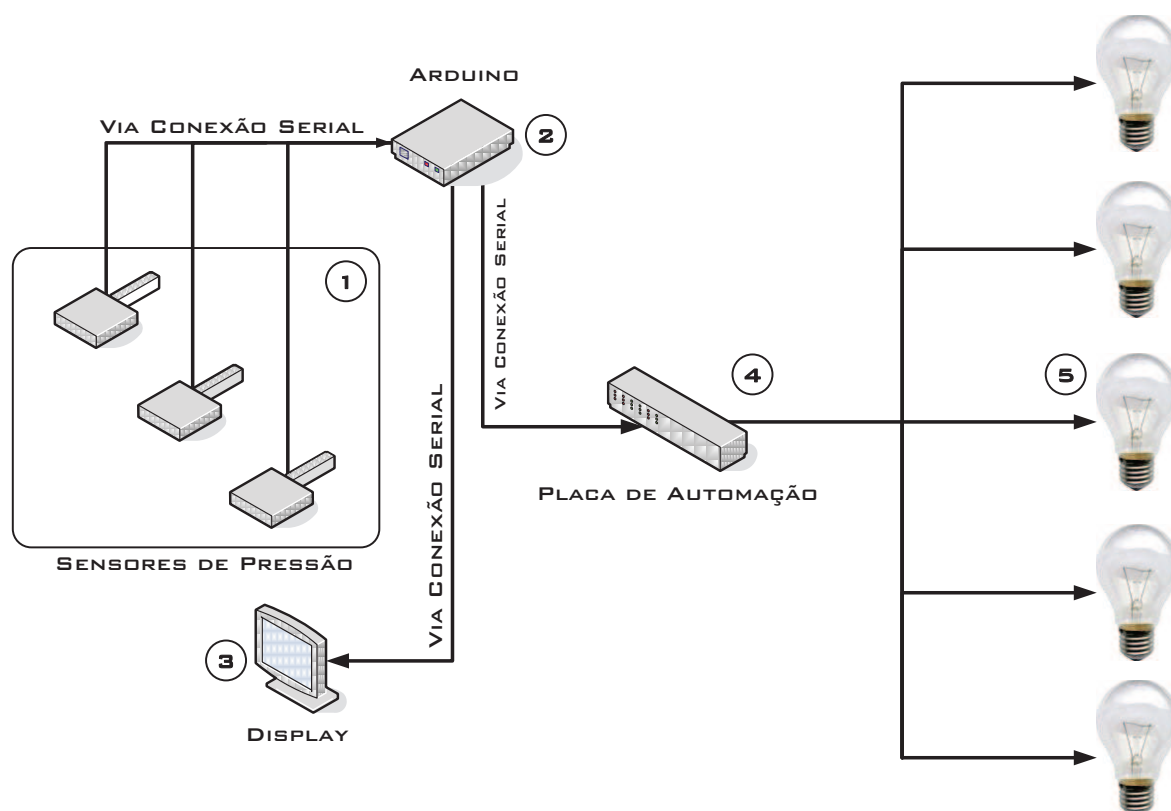


Figura 1.1 – Posicionamento e comunicação de dispositivos

FONTE: (O autor)

1 – No item número (1) situado na figura 1.1, são mostrados os resistores sensíveis a força Standard 406 FSR e 402 FSR.

2 – No item número (2), é mostrado o microcontrolador *Arduino ATmega328p UNO*, onde está conectado o display, sensores e a placa de automação.

3 – No item número (3), é mostrado o display para visualização do menu e de todos os comandos enviados pelo microcontrolador.

4 – No item número (4), é mostrado o módulo de automação residencial.

5 – No item (5), são mostradas as lâmpadas que serão acionadas pelo módulo de automação residencial.

1.3 – Objetivos do Trabalho

O propósito geral deste trabalho é apresentar um protótipo de um interruptor eletrônico para automação residencial, utilizando sensores de pressão. O dispositivo trabalhará com as funções selecionar, acender e apagar remotamente as lâmpadas de uma residência ou leito hospitalar. Este dispositivo faz uso da diferença de pressão entre dois sensores para obter as informações necessárias para a execução dos comandos desejados. Para isso se faz necessário a execução de algumas etapas, como:

- Desenvolver um código, em uma linguagem própria do microcontrolador *Arduino (linguagem Wiring)*, para que esse receba as informações passadas pelos sensores de pressão e realize um tratamento dessas informações;
- Implementar no *Arduino* os sensores de pressão, ou seja, conectar os sensores nas portas analógicas do microcontrolador a fim de prover energia e comunicação entre ambos, Além disso conectar todos os outros componentes: *display, LEDs, lâmpada, placa de automação* e o *buzzer*;

Executar os devidos testes no protótipo.

1.4 – Estrutura da Monografia

Todo o trabalho apresentado nesta monografia está estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 1: Nesse capítulo é feita a introdução do tema abordado.
- Capítulo 2: Nesse capítulo é apresentado o contexto do problema, tratamentos atuais, soluções existentes, e como a proposta aqui apresentada pretende solucionar.
- Capítulo 3: Nesse capítulo é contemplado todo o referencial teórico e tecnológico necessários para a compreensão daquilo que foi desenvolvido.
- Capítulo 4: A solução proposta encontra-se nesse capítulo, assim como a sua explicação detalhada e forma de funcionamento.

- Capítulo 5: Todos os testes realizados sobre a solução estão listados e aprofundados aqui.
- Capítulo 6: Nesse último capítulo todas as conclusões são apresentadas e propostas de projetos futuros relacionados ao projeto aqui descrito.

CAPÍTULO 2 – APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

2.1 – Contexto geral do problema

Com o aumento crescente do consumo de energia no Brasil e no mundo, buscam-se cada vez mais soluções para esse problema. Diante do avanço das técnicas e tecnologias existentes e com a conscientização da população quanto à necessidade da redução deste consumo, cada vez mais surgem soluções para que este problema seja resolvido. Mas apesar desta busca incessante por uma solução, este problema aumenta a cada dia. Os seres humanos se preocupam com a diminuição do consumo de energia, porém, na prática pouquíssimas ações acontecem.

O maior problema enfrentado atualmente no país é o desperdício de energia elétrica que vem ocorrendo nas últimas décadas. Além de o consumo ter aumentado naturalmente, cerca de 12% da energia elétrica que o país produz são desperdiçados, ou seja, não são usados como deveriam ou simplesmente não são usados para nada, segundo dados da Eletrobrás. Esse número equivale a 7.500 megawatts (MW), ou o consumo de 40% das residências brasileiras. (WWI, 1994)

Evidencia-se que desde 1995 o consumo de energia elétrica vem crescendo mais do que a capacidade de geração das usinas hidrelétricas, termelétricas e nucleares em funcionamento. Assim, o combate ao desperdício passa a ser a fonte de produção mais barata e mais limpa que existe, uma vez que gera economia e evita maiores impactos ao meio ambiente.

É de conhecimento de todos que os impactos da energia elétrica precisam ser reduzidos e já é possível observar as conseqüências dos excessos dos seres humanos. Daí a necessidade de se reduzir o consumo de energia elétrica e partir para o uso de tecnologias de baixo custo e que principalmente visem a diminuição desse consumo.

Talvez, ainda seja a pequenos passos que este assunto caminha na sociedade brasileira, uma sociedade que está muito acostumada com o conforto e com a comodidade. É muito mais cômodo deixar a luz do quarto de um idoso ou de uma pessoa com necessidades especiais acesa durante toda a noite, do que ter que levantar várias vezes para ajudá-los em suas necessidades. Porém, há de se entender que nem sempre a luz fica acesa durante toda a noite e o idoso, o hospitalizado ou a pessoa com necessidades especiais muitas vezes, necessita ir ao banheiro, ou tomar água ou até mesmo remédios e na busca de sanar suas necessidades é obrigado a levantar da cama e

caminhar pelo quarto com as luzes apagadas, o que pode ocasionar quedas ou outros acidentes graves.

A acessibilidade é algo que já se discute há certo tempo. Não há porque entendê-la apenas como uma mudança na estrutura física do ambiente, mas sim como uma mudança no pensamento das pessoas. Não há porque tornar acessível um local pensando que esse servirá apenas para essas pessoas mencionadas, quando um lugar torna-se acessível, todos que por ali transitam usufruem de seus benefícios. Logo, a acessibilidade serve para todos e não para um em específico.

É preciso compreender que essas pessoas mencionadas, ou seja, os idosos, os hospitalizados e as pessoas com necessidades especiais, já sofrem discriminação diariamente e esse protótipo aqui desenvolvido visa dar um pouco mais de independência a eles, para que os mesmos possam exercer suas necessidades com um pouco mais de autonomia. Isso facilitaria muito a vida deles, já que se sentido “úteis”, sua auto estima estaria mais elevada e as atividades cotidianas se fariam com maior prazer. No caso dos hospitalizados, esse recurso seria importantíssimo pelo conforto e principalmente pela “independência” que de certa forma acontece, já que assim, eles não necessitariam de uma enfermeira ou acompanhante a disposição todo o tempo.

Já no caso dos idosos, é perceptível que as pessoas suportam níveis baixos de conforto até a idade adulta, porém quando envelhecem passam a não suportar mais. As disfunções orgânicas inerentes do envelhecimento prejudicam a capacidade de se adaptar ao espaço conforme sempre fizera.

Os ambientes devem ser planejados para promover e encorajar a independência e a autonomia, de forma que uma boa qualidade de vida possa ser proporcionada a todos os indivíduos (PERRACINI, M in Freitas 2002).

É necessário criar espaços onde todas as pessoas sintam-se incluídas, que permitam a adaptação de qualquer indivíduo, até mesmo aqueles que apresentam perdas funcionais.

Falou-se muito em autonomia e independência, porque entende-se que esses são fatores fundamentais para uma melhor qualidade de vida. Logo, entende-se autonomia como a capacidade do indivíduo desfrutar dos espaços e elementos espontaneamente, segundo sua vontade. E independência como a capacidade de usufruir os ambientes, sem precisar de ajuda (GUIMARÃES, 1999).

Para alcançar essa acessibilidade, devem ser considerados alguns elementos importantes, como a provisão de alternativas para uso pleno do ambiente construído, a

adequação e adaptabilidade da estrutura, das instalações e dos maciços e o estímulo à percepção intuitiva das funções ambientais (GUIMARÃES, 1999).

Essas alternativas estão presentes no protótipo aqui apresentado, onde a autonomia e a independência, por mais que seja mínima, acontece de forma a proporcionar prazer às pessoas que dele usufruir. Além disso, a tecnologia utilizada neste projeto é simples, pois tem o objetivo de facilitar o acesso dela à essas pessoas que muitas vezes fica à margem do uso da tecnologia. É muito comum observar propagandas e novos objetos surgindo com o uso de tecnologias cada vez mais avançadas, porém, essa tecnologia em sua maioria tem como público alvo, os jovens e adolescentes. Sabe-se que a sociedade de hoje transformou-se na sociedade do conhecimento, ou seja, quanto mais se sabe, mais oportunidades há de se encontrar. Entretanto, diante desse avanço da sociedade, uma parte da população já excluída diariamente, torna-se ainda mais excluída diante de tanta tecnologia avançada e nada acessível. Essa “minorias” aqui mencionada são os idosos, as pessoas hospitalizadas e aqueles com alguma necessidade especial.

Todavia, há de se pensar que com tanto avanço na tecnologia essa população também poderia ser incluída junto à sociedade. Porém, muitas vezes, o preconceito e o pré-conceito de que esse público não tem o perfil ou não tem o entendimento necessário prevalece, já que o objetivo desses avanços tecnológicos são maiores lucros nas vendas junto ao público mais jovem, público esse ativo, que não se contenta por muito tempo e logo quer uma novidade para adquirir, com mais informações, mais aparatos, mais funções, diferente dos idosos, que precisam ter uma tecnologia simples e de fácil acesso.

O protótipo aqui descrito surgiu diante de observações realizadas no próprio cotidiano, onde vários relatos apresentaram a importância de se desenvolver um aparelho de baixo custo e que se utilizasse de uma tecnologia mais simples, para se tornar acessível. Aparelho este que se fizesse presente nas casas de pessoas de classes médias e até mesmo, uma classe mais baixa, já que o objetivo era facilitar a vida de idosos, doentes e deficientes. Outro ponto que se destaca é que o aparelho ficaria fixo à parede do quarto ou de alguma outra parte da casa, já que muitas vezes, ele poderia cair e o simples ato de abaixar para apanhá-lo tornar-se-ia mais um motivo de queda. Daí a importância de se tê-lo fixo a um objeto ou local, além de garantir a alta disponibilidade do sistema, devido ao fato de ser fixo evita perdas ou extravio do mesmo.

Diante de toda essa apresentação das motivações do projeto e de seu público alvo, chega-se à descrição da parte tecnológica e a estrutura do mesmo. A partir dela, fica mais compreensível entender que protótipo é esse e como ele funciona.

2.2 – Tecnologias existentes

Nos últimos anos temos vivenciado constantemente evoluções nos sistemas de automação residenciais. Devido à comodidade, o uso desses sistemas tornam-se cada vez mais corriqueira, fazendo com que essas novas tecnologias se popularizem cada vez mais. Atualmente no mercado existem opções de automação de iluminação residencial. Este projeto faz uso de resistores sensíveis a força para simular um sistema *touchscreen*, ou seja, um sistemas sensível ao toque para auxiliar no ato de acender ou apagar lâmpadas.

Os *Timers* ou temporizadores (Figura 2.1) são aparelhos programados para desligar aparelhos como lâmpadas, aparelhos de som, TV, aquecedor elétrico (boiler), vitrines, ventilador, ar-condicionado, aquário, bomba de piscinas, refletores, máquinas, cafeteira, etc. Atualmente, são sistemas existentes no mercado e muito utilizados devido o baixo custo e a simplicidade de programação.



Figura 2.1 – Timer Digital com display de cristal líquido, circuito integrado
FONTE: (VELASHOP, 2011)

Outro tipo de sistema existente e muito comum é o interruptor automático (Figura 2.2), um controle remoto utilizado para uma única lâmpada. Ele é vantajoso pois além do alcance longo, cerca de 20 metros, tem a opções de fazer o acendimento no momento que achar oportuno.



Figura 2.2 – Interruptor Automático Vetti
FONTE: (MAGAZINE LUIZA, 2011)

Com o mercado de automação em constante ascensão, este projeto viabiliza a produção de um protótipo que agrega qualidades de produtos já existentes. Como características fundamentais este protótipo tem a funcionalidade de acender mais de uma lâmpada com o mesmo interruptor. Além disso, tem também uma característica que por vezes pode ser considerada negativa, o uso de fios da base para o controle, mas isso impacta diretamente no custo e na disponibilidade do sistema.

CAPÍTULO 3 – REFERENCIAL TEÓRICO E TECNOLÓGICO

Para o desenvolvimento do protótipo foram utilizados métodos e ferramentas diversas com o objetivo de criar um interruptor eletrônico. Para montagem final do dispositivo, é necessário o conhecimento de alguns componentes, softwares e ferramentas.

3.1 – Microcontrolador

Neste projeto o microcontrolador tem a função de receber os comandos dos sensores de pressão, tratar esses comandos de forma que o display, lâmpadas, *LED's* e o *buzzer* o recebam de forma correta.

Microcontrolador caracteriza-se por ser uma pastilha que em seu interior possui a CPU (*Central Processing Unit*), que tem a função principal no sistema, pois controla os acionamentos e comunicações com todas as vias, sempre obedecendo as diretrizes definidas na ROM (*Read Only Memory*), Esta caracteriza-se por ser onde são feitas as gravações iniciais e que não podem ser apagadas. A RAM (*Random Access Memory*), detém os dados temporários e os *timers* como componentes principais, podendo haver outros. Um microcontrolador pode ser entendido como um microprocessador e seus periféricos reunidos em um só *chip* (NICOLOSI, 2007).

3.1.1 – ATmega328P

O microcontrolador ATmega328P é utilizado pelos dispositivos *Arduino Uno*, ele possui um microcontrolador de 8 bits. O chip é desenvolvido pela empresa ATMEL. A arquitetura do equipamento é a RISC e tem uma frequência de atuação de 16MHz. O ATmega328P possui memórias do tipo Flash, EEPROM e RAM, sendo que cada uma delas possui 32KB, 1KB e 2KB, respectivamente. Na sua composição ainda estão catorze portas digitais e seis portas analógicas, com tensão de operação que varia de 3.3 a +5V e baixo consumo de energia (ATMEL, 2011).

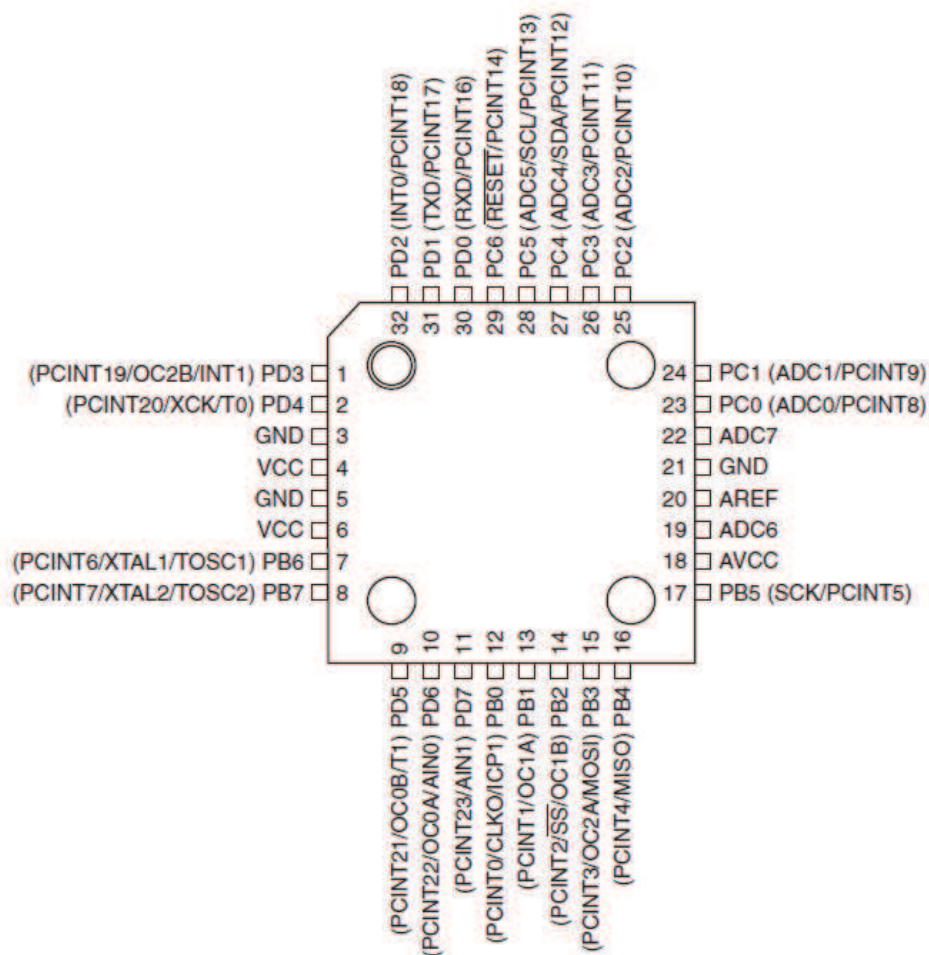


Figura 3.1 – Configuração dos pinos do microcontrolador ATmega328P
 FONTE: (ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P DATASHEET)

3.1.2 – Arduino

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica open-source e é baseada na flexibilidade do hardware e na facilidade de uso por meio de software e é destinada para qualquer tipo de pessoa que esteja interessada em desenvolver ou criar projetos ou ambientes interativos (BANZI).

Devido às inúmeras entradas e modelos, o arduino pode ser aplicado em diferentes funções e aplicações e combinado com a grande variedade de motores, sensores e *LED's*. Sua linguagem de programação é o *Wiring*, linguagem com a mesma sintaxe C/C++.

3.1.3 – Arduino UNO

O Arduino Uno é uma placa de microcontrolador baseado no ATmega328. Ele tem 14 pinos de entrada/saída digital, 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação uma conexão ICSP e um botão de reset. Ele contém todos os componentes necessários para suportar o microcontrolador, com uma conexão USB que pode ser utilizada como fonte de alimentação.

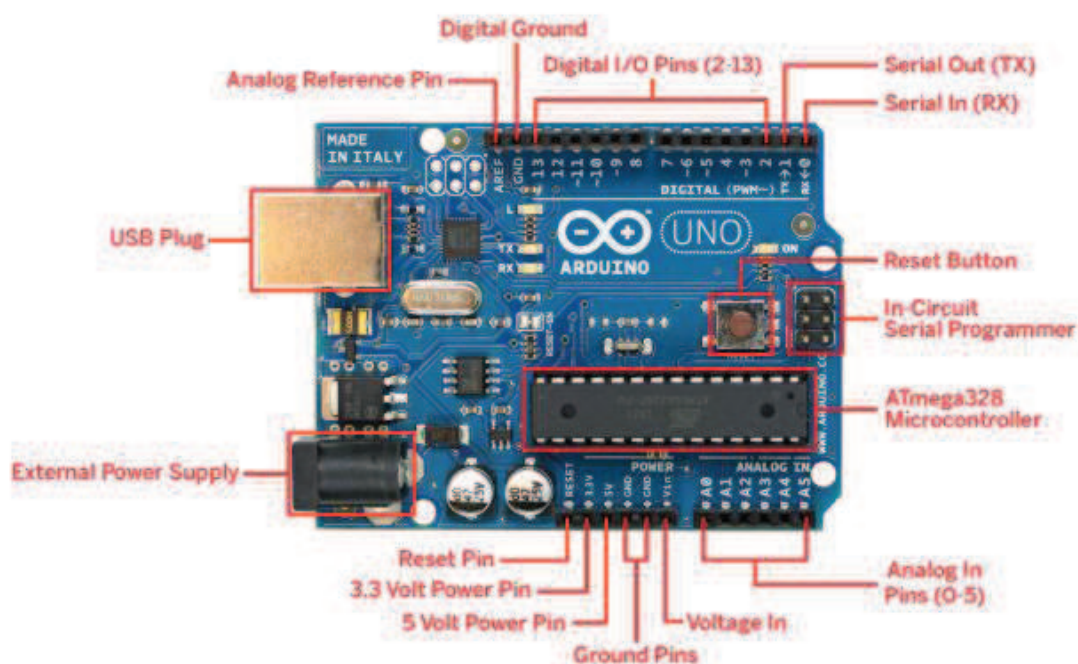


Figura 4.2 – Placa Arduino UNO
 FONTE: (IDEIAZ, 2011)

3.2 – Sensores de pressão

Force Sensing Resistors (FSR) são compostos um polímero da espessura de um filme que apresenta uma diminuição da resistência com o aumento da força aplicada sobre a superfície ativa. Seu nível de sensibilidade é utilizado para uso em controle de toque humano. FSRs não são um indicador da célula de carga ou tensão, embora tenham propriedades semelhantes. FSRs não são adequados para medições de precisão. (DATA SHEET FSR 402, 2010)

Para este projeto, o valor da pressão aplicada não é considerado no cálculo projetado para o microcontrolador. A razão disso é pelo fato de existir uma relação entre a pressão e a tensão. Como a tensão varia de acordo com a pressão aplicada, é possível utilizar o valor da tensão para saber se sensor sofreu pressão ou não. A figura 3.3 é composta por três imagens do sensor. A primeira apresenta a base e sustentação para o microcontrolador, na segunda é mostrado um espaçador que separa as camadas e na terceira o circuito impresso é mostrado.

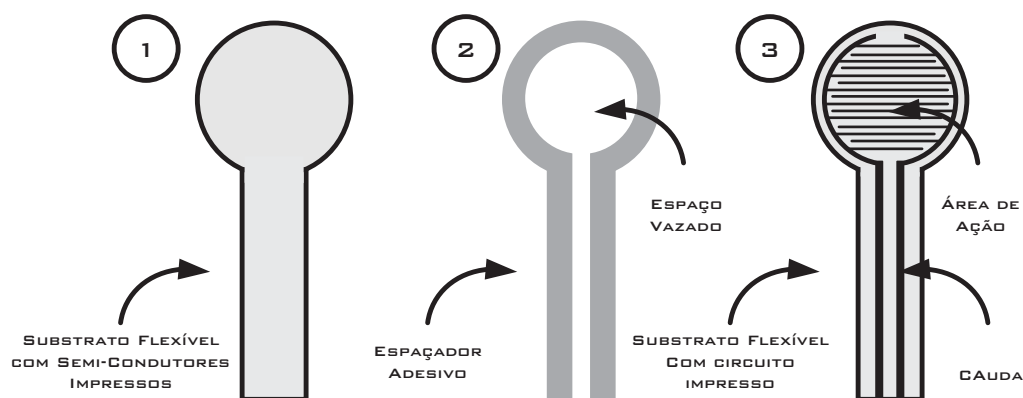


Figura 5.3 – Sensores de Pressão
FONTE: (autor)

3.2.1 – Sensor Standard 406 FSR

Interlink Electronics FSRTM série 400 faz parte de uma família única *Force Resistor™ Sensing. Force Sensing Resistors*, ou FSRs, são filme de polímero sólido, dispositivos que exibem uma diminuição da resistência com o aumento da força aplicada à superfície do sensor. Este sensor sensível a força é otimizado para uso em controle de toque humano de dispositivos eletrônicos, tais como eletrônica automotiva, sistemas médicos, aplicações industriais e robótica. (DATA SHEET FSR 406, 2010)

O sensor padrão 406 é um sensor de 43,69 milímetros quadrados de tamanho. Sensores personalizados podem ser fabricados em tamanhos que variam de 5mm a mais de 600mm.

3.2.2 – Sensor Standard 402 FSR

Interlink Electronics FSRTM série 400 faz parte de uma família única *Force Resistor™ Sensing. Force Sensing Resistors*, são filme de polímero sólido,

dispositivos que exibem uma diminuição da resistência com o aumento da força aplicada à superfície do sensor. Este sensor sensível a força é otimizado para uso em controle de toque humano de dispositivos eletrônicos, tais como eletrônica automotiva, sistemas médicos, aplicações industriais e robótica. (DATA SHEET FSR 402, 2010)

O sensor padrão 402 é um sensor de 18,28 milímetros de diâmetro.

3.3 – Processing

O *Processing* (PROCESSING, 2008; REAS & FRY, 2007) é uma linguagem de programação voltada para a manipulação gráfica, desenvolvida no contexto das artes e do design e possibilita as pessoas que tenham pouca familiaridade com linguagens de programação possam obter resultados rapidamente. Além disso, a interação entre *Processing* e Arduino permite ampliar as possibilidades de uso das tecnologias.

3.4 – Placa de Interface de Relé

A placa de interface de relés é utilizada para controlar aparelhos e outros equipamentos com corrente de grande porte, neste projeto esta placa foi utilizada para controlar as lâmpadas do protótipo. Com tudo, esta placa ainda pode ser controlada com outros microcontroladores, dentre eles (Arduino , 8051, AVR, PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, TTL logic).

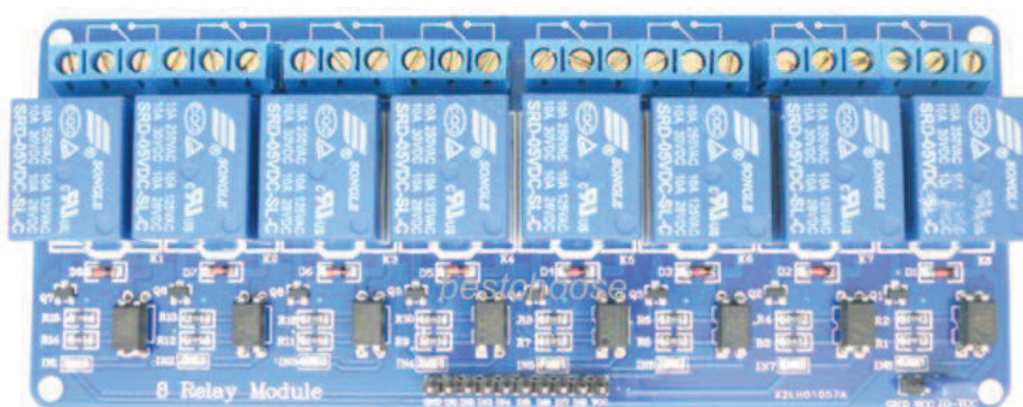


Figura 6.4 – Placa de interface de relés
FONTE: (PHOTOBUCKET, 2011)

3.5 – Display LCD

Display de LCD com duas linhas de 16 caracteres com placa integrada, alimentados por +5V com visor na cor azul.

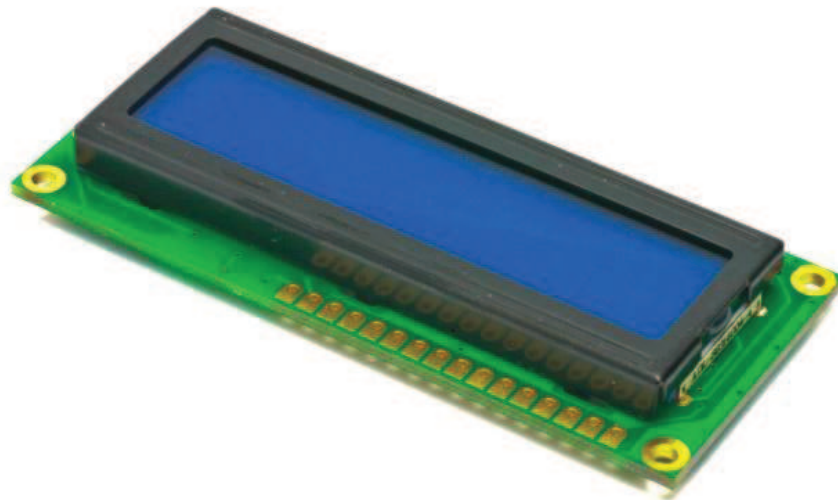


Figura 7.5 – Display de LCD
FONTE: (PEAE, 2011)

CAPÍTULO 4 – MODELO PROPOSTO

4.1 – Apresentação geral do modelo proposto

O modelo proposto tem como foco, a criação de um interruptor eletrônico para automação residencial que através de sensores de pressão auxilia na redução do consumo residencial e na locomoção de idosos, deficientes físicos e pessoas hospitalizadas durante a noite. Para esse desenvolvimento deste protótipo se faz necessária a combinação de componentes, dentre eles, *hardware* e *software*. A combinação destes componentes demanda uma ordem para ser concluída, por se faz necessário estabelecer uma linha de desenvolvimento.

O funcionamento do interruptor se dá através do acionamento de um dos sensores para que se possa entrar no *menu* de seleção de lâmpadas. Neste caso o sensor que deve ser pressionado é o sensor nº. 3(três). A partir do momento em que se entra no *menu* de seleção de lâmpadas o sistema fica aguardando que o usuário pressione o sensor de nº. 1(um) e arraste o dedo para o sensor de nº. 2(dois), fazendo assim que a diferença de pressão entre os dois sensores ative a mudança de lâmpada. Após a escolha da lâmpada desejada basta apenas pressionar o sensor nº. 2(dois) para que a lâmpada altere seu *status* para ACESA. Para que a lâmpada tenha seu *status* alterado para APAGADA basta arrastar o dedo a partir do sensor nº. 1(um) para o de nº 2(dois) e pressionar o sensor nº 3(três). Toda a navegação pelo sistema é acompanhada pelo *display LCD*, para facilitar a navegação. A figura 4.1 representa o funcionamento resumido do protótipo na forma de diagrama.

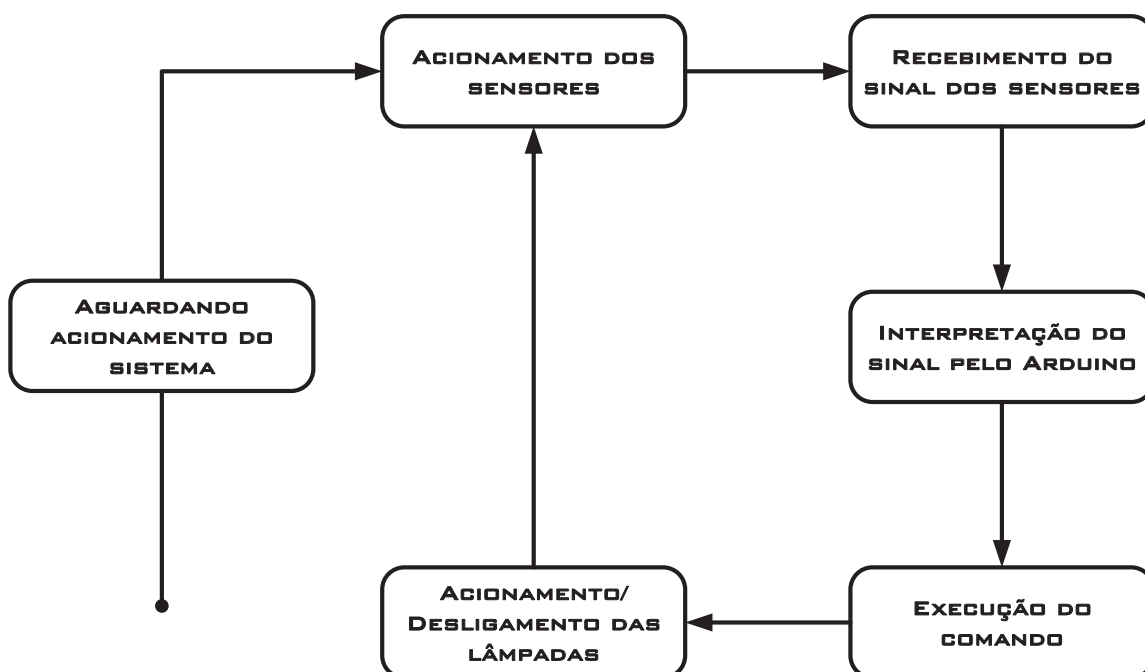


Figura 4.1 – Diagrama de Funcionamento do Modelo Proposto
 FONTE: (O autor)

A conexão estabelecida entre o microcontrolador e o computador existe para alimentação do módulo nº: 1 do sistema, podendo ser substituída por uma alimentação alternativa logo após a gravação das informações no microcontrolador, no caso do protótipo uma bateria de 9 *Volts* foi utilizada como fonte de alimentação do módulo nº: 1. No módulo nº: 2 a alimentação a feita através da rede elétrica comum 220 *Volts*. A placa de automação é usada como isolamento do sistema onde por ela passam as duas correntes, que compõem todo o sistema. Na figura 4.2 é mostrado o esquemático da alimentação do projeto físico desenvolvido separado pelos dois módulos.

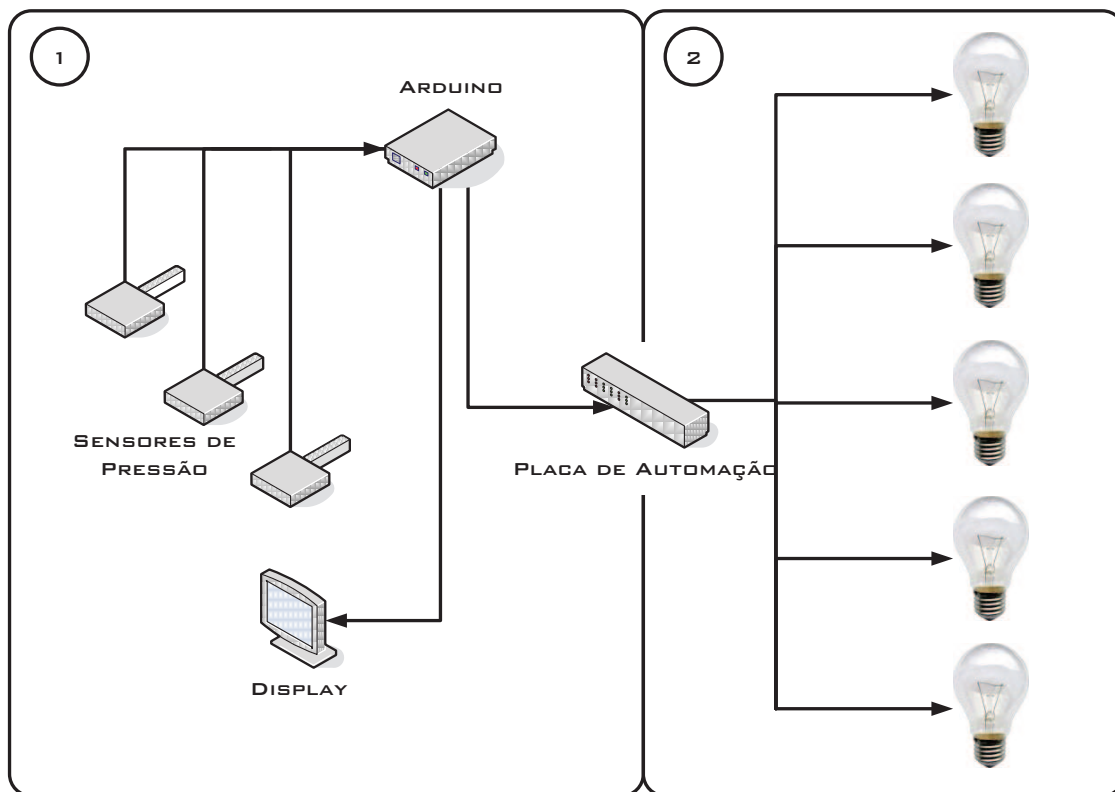


Figura 4.2 – Esquemático da alimentação do Projeto
 FONTE: (O autor)

Para o conhecimento geral da solução foi criado um modelo no software *fritzing*. O software pode ser baixado no site: <http://fritzing.org/download/>. O modelo criado contém todas as ligações feitas na etapa de testes, como mostrado na figura 4.2.1. Este esquema sofreu alterações para a concepção final do protótipo. Foi adicionada a placa de Relés entre a ligação do microcontrolador e as lâmpadas, para que se tornasse possível a ligação das lâmpadas com uma voltagem maior. Esta ligação pode ser evidenciada na figura 4.2.2.

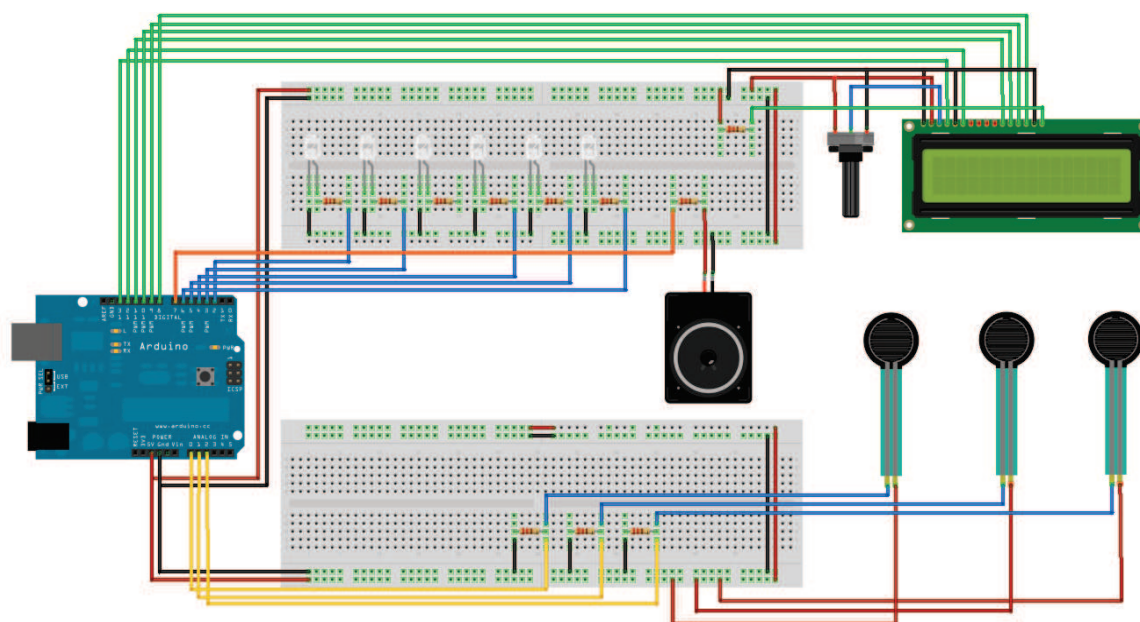


Figura 4.2.1 – Esquemático do Projeto na fase de testes.
FONTE: (O autor)

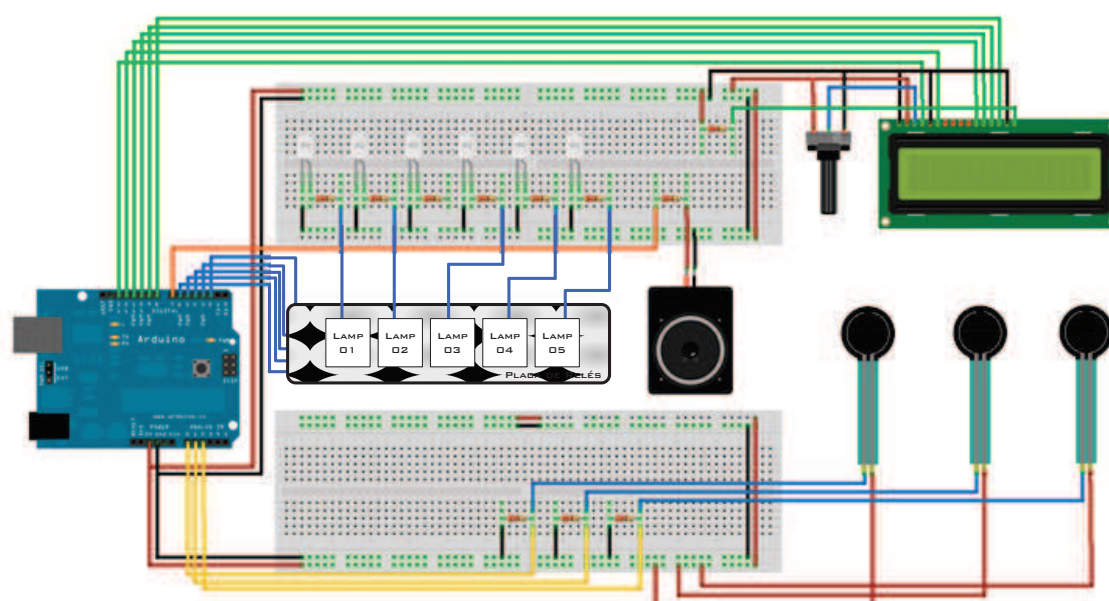


Figura 4.2.2 – Esquemático do Projeto na fase Final.
FONTE: (O autor)

4.2 – Esquemático do protótipo do projeto

Para êxito do projeto foi necessário construir um protótipo físico que durante os períodos de montagem e programação, foi utilizado como base para realizar toda a integração dos componentes e todos os testes.

O protótipo é composto, fisicamente, de um microcontrolador, uma placa de relés, três sensores de pressão, um display, cinco reatores e cinco lâmpadas.

Inicialmente, foi necessário fazer calibragem dos sensores, onde verificou-se qual o sinal base que os sensores retornavam quando conectados ao microcontrolador, figura 4.3 módulo 1, para isso foi utilizado o monitor serial da IDE, como mostrado na imagem 4.3. Pode-se notar que mesmo sem pressão exercida nos sensores eles variam de forma padronizada, o que resultou em ajustes no código.

Um dos ajustes no código foi o uso de uma margem de segurança, essa margem de segurança é de 50 (cinquenta), onde durante todo o código é usado para entrar nos comandos do código. Já no módulo 2 da figura 4.3 é mostrado a resposta do código depois de pressionado.

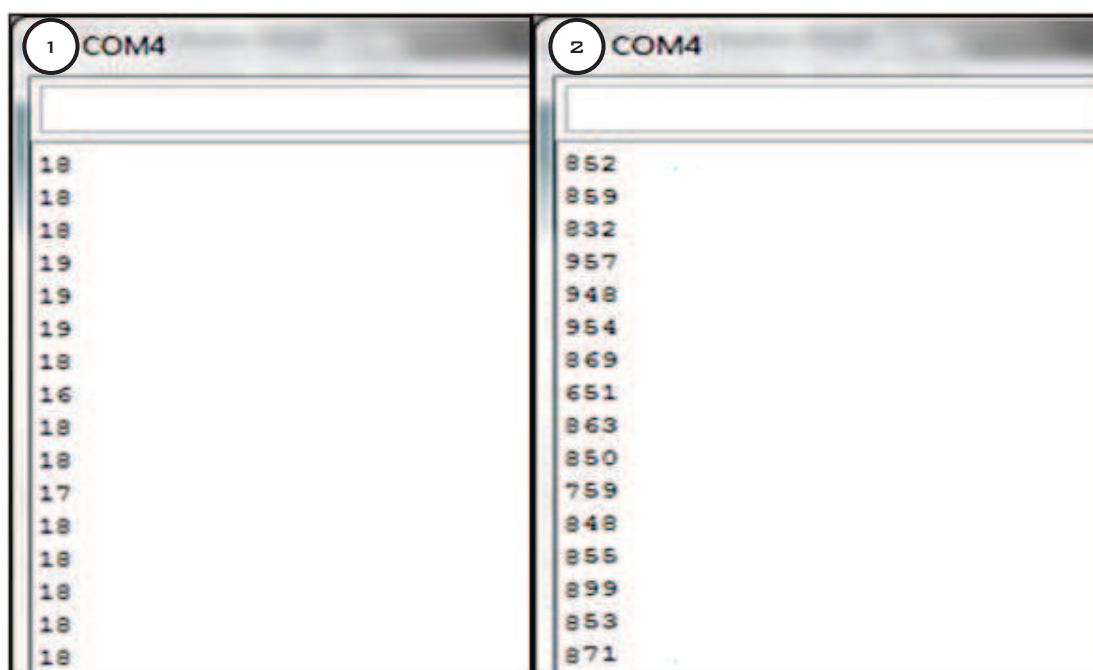


Figura 4.3 – Comparação dos valores pressionados e livres
 FONTE: (O autor)

Ainda na fase inicial a verificação do display se fez necessária, pois seria a interface de comunicação entre o usuário e o sistema. Esta verificação foi feita a partir de um código preliminar resultando na apresentação dos caracteres no display LCD, Figura 4.3.2.



Figura 4.3.2 – Teste do Display
 FONTE: (ARDUINO.CC, 2011)

```

keyboard_gui | Arduino 0022
File Edit Sketch Tools Help
keyboard_gui pitches.h
int sen1=0;
int sen2=0;
int sen3=0;

void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop(){
  for (int thisSensor = 0; thisSensor < 3; thisSensor++) {
    // get a sensor reading:
    int sensorReading = analogRead(thisSensor);

    // if the sensor is pressed hard enough:
    if (sensorReading > threshold) {
      // play the note corresponding to this sensor:
      tone(2, notes[thisSensor], 500);
      if (sen1 > 1){
        digitalWrite(3, HIGH); // set the LED on
        delay(1000); // wait for a second
      }
    }
  }
}
  
```

Figura 4.4 – Código Preliminar para verificação do display
 FONTE: (O autor)

Após as verificações dos sensores e display a programação do microcontrolador foi baseada na diferença de pressão entre os sensores. Ou seja, após pressionar o sensor (01), por exemplo, o microcontrolador fica aguardando a mudança de pressão entre o sensor (01) e o sensor (02). Caso isso não ocorra o microcontrolador aguarda a

diferença de pressão entre o sensor (03). Na Figura 4.5 podemos evidenciar essa diferença.



Figura 4.5 – Sensores posicionados na base acrílica
FONTE: (O autor)

Para realização do protótipo se fez necessário a construção de uma estrutura para fixar as lâmpadas e os componentes, representando os cômodos automatizados. Para desenvolver esse protótipo foi preciso criar uma simulação utilizando o Software AutoCAD 2011. A simulação é projetada para receber cinco lâmpadas, cinco reatores e o display na face frontal como mostrado na figura 4.6.

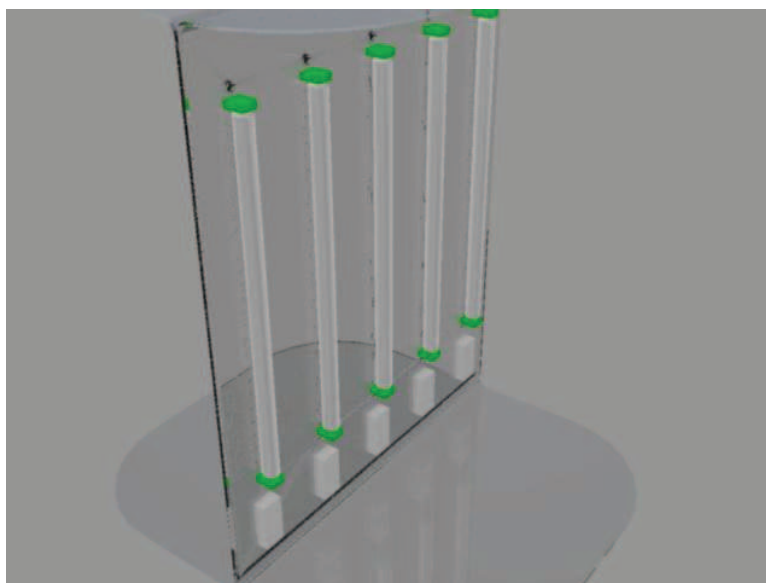


Figura 4.6 – Simulação AutoCAD
FONTE: (O autor)

Para construção do modelo físico foi utilizado uma chapa de compensado branco com as dimensões 95 cm x 30 cm. O protótipo, mostrado na figura 4.7, possui fabricação própria e cada uma das lâmpadas expostas no protótipo representa uma funcionalidade do sistema.



Figura 4.7 – Modelo físico em desenvolvimento
FONTE: (O autor)

Com o modelo físico concluído, foi iniciado o processo de ligação dos componentes. As lâmpadas foram colocadas, primeiramente, fixando-as na chapa de compensado e ligando os reatores. Os reatores foram ligados de forma paralela conforme apresentado na Figura 4.8. Além disso, cada uma das lâmpadas foi ligada a um conjunto da placa de relés como se pode verificar na Figura 4.9.



Figura 4.8 – Ligação dos Reatores
FONTE: (O autor)

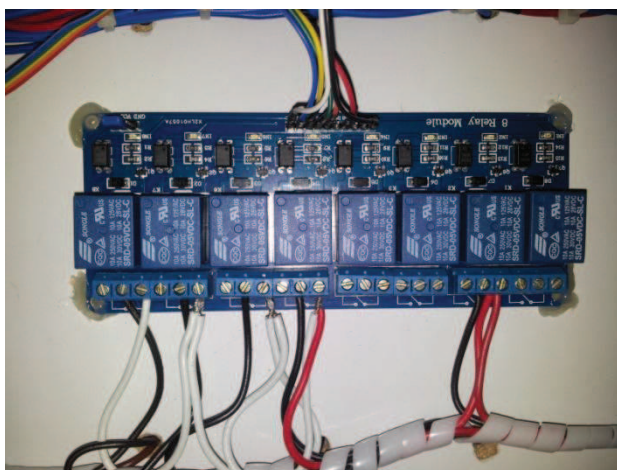


Figura 4.9 – Ligação com a placa de relés
FONTE: (O autor)

Cada um dos conjuntos de relé representa um dos pinos independente no Arduino conforme apresentado na tabela (4.1).

Tabela 4.1 – Pinos de saída digital do Arduino x Conjuntos da Placa de relé

PINO SAIDA ARDUINO	PLACA DE RELÉ
03	01
04	02
05	03
06	04
07	06

FONTE: (O autor)

Os Sensores de pressão estão ligados ao microcontrolador através de entradas analógicas que podem ser mostradas no tabela (4.2) e ilustrado na figura (4.10).

Tabela 4.2 – Pinos de entrada analógica Arduino x Sensores de pressão

PINO ENTRADA	SENSOR
00	01
01	02
02	03

FONTE: (O autor)

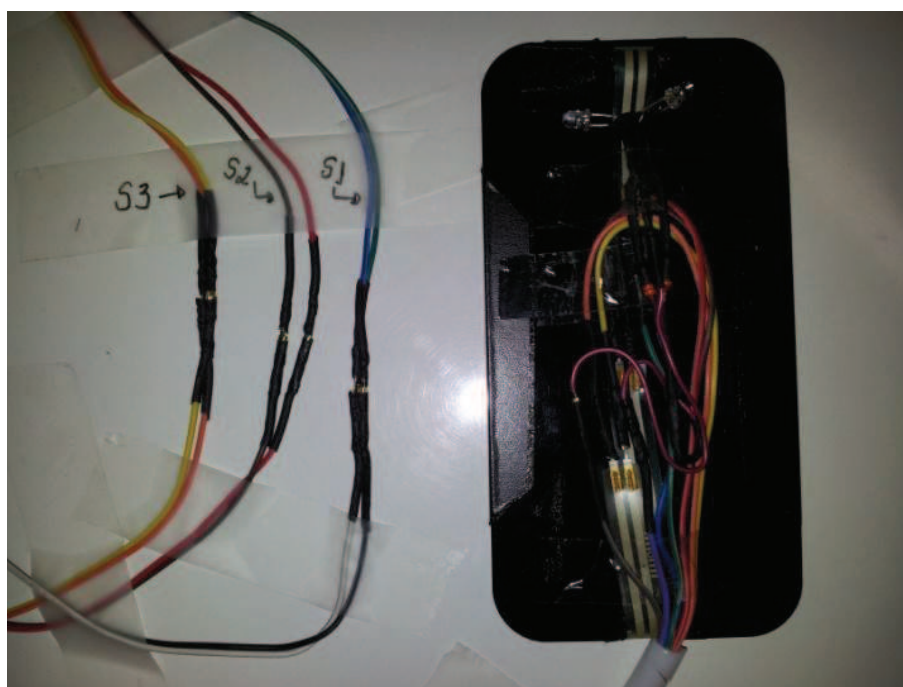


Figura 4.10 – Ligação com os sensores de pressão

FONTE: (O autor)

Ainda conectado ao Arduino, o display tem a função de mostrar todos os comandos executados no sistema. As ligações são mostradas na tabela (4.3) e na figura (4.11).

Tabela 4.3 – Pinos de saída digital Arduino x Display

PINO SAIDA DIGITAL	DISPLAY
08	04
09	06
10	11
11	12
12	13
13	14

FONTE: (O autor)



Figura 4.11 – Ligação com o display

FONTE: (O autor)

No display existem outros pinos que estão ligados a VCC, Terra e ao potenciômetro que regula o contraste. Isso é evidenciado no tabela (4.4).

Tabela 4.4 – Outros Pinos x Display

DISPLAY	OUTROS PINOS
01	TERRA POT.
02	VCC POT
03	02 POT
05	TERRA
15	TERRA
16	VCC

FONTE: (O autor)

Após a conexão de todos os componentes deu-se início a programação, para isso, foi utilizado o aplicativo *IDE Arduino Alpha* como ambiente de desenvolvimento, escrita do código e upload dentro do hardware como mostrado na figura 4.13. Neste projeto é usado Windows e no site <http://arduino.cc/en/Main/Software> é possível encontrar outras versões para outros sistemas operacionais. O código está integralmente apresentado no Apêndice A deste documento.

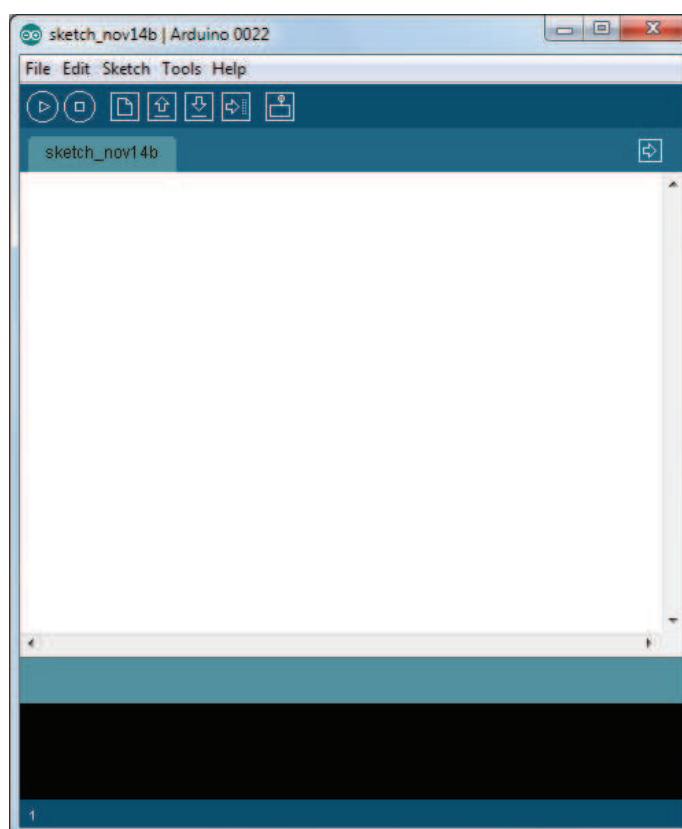
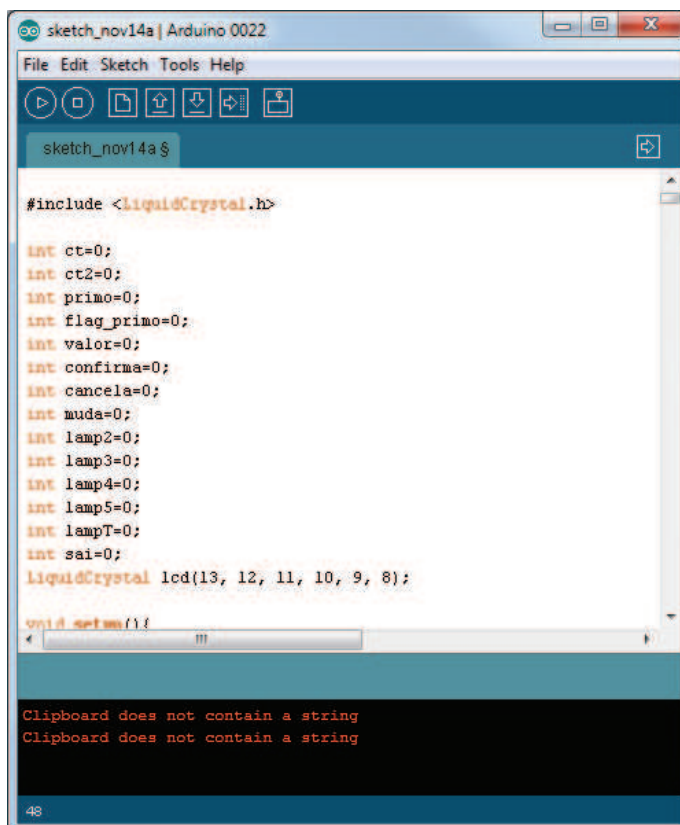


Figura 4.13 – Ambiente de desenvolvimento *IDE Arduino Alpha*

FONTE: (O autor)

O desenvolvimento do código é iniciado após a definição de todos os procedimentos de conexão dos componentes e configuração do microcontrolador. A figura 4.14 ilustra o trecho do código onde são definidas as variáveis iniciais, contadores e onde são definidos também quais são os pinos usados pelo display.



```
sketch_nov14a | Arduino 0022
File Edit Sketch Tools Help
sketch_nov14a $
#include <LiquidCrystal.h>


int ct=0;
int ct2=0;
int primo=0;
int flag_primo=0;
int valor=0;
int confirma=0;
int cancela=0;
int muda=0;
int lamp2=0;
int lamp3=0;
int lamp4=0;
int lamp5=0;
int lampT=0;
int sai=0;
LiquidCrystal lcd(13, 12, 11, 10, 9, 8);

void setup() {
Clipboard does not contain a string
Clipboard does not contain a string
48
```

Figura 4.14 - Definição das variáveis

FONTE: (O autor)

Nesta etapa do código, são definidos quais são as saídas do sinal. No pino 2, tem-se compartilhado apenas um marcador sonoro ou *Buzzer* e dois *LED's* para marcar as mudanças de lâmpada. Os pinos 3, 4, 5, 6 e 7 são responsáveis pelas lâmpadas. Na seqüência do código se configura qual será a taxa de transmissão para o recebimento dos dados na porta serial. Na situação do projeto o valor escolhido foi 9600. Conforme a Figura 4.15.



```
sketch_nov14a | Arduino 0022
File Edit Sketch Tools Help
sketch_nov14a $
int lampT=0;
int sai=0;
LiquidCrystal lcd(13, 12, 11, 10, 9, 8);

void setup () {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(2, OUTPUT);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(7, OUTPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop () {
  if(primo==0 && flag_primo==0){
    Serial.println("Ben vindo!");
    lcd.print("Ben Vindo!!!");
    digitalWrite(2,HIGH);
    delay(100);
  }
}
```

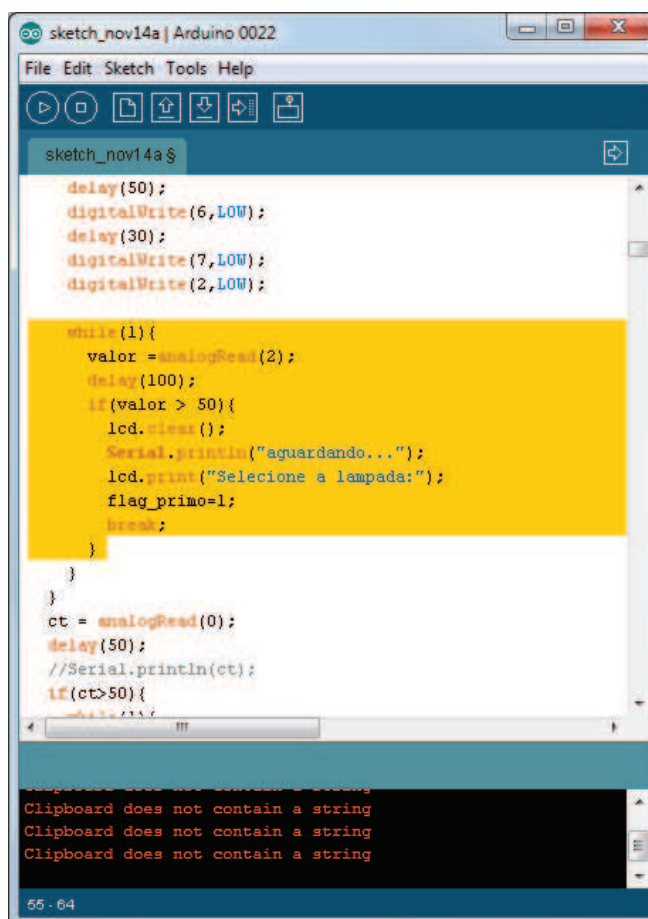
Clipboard does not contain a string
Clipboard does not contain a string
Clipboard does not contain a string

20.29

Figura 4.15 - Código para os Pinos de Saída

FONTE: (O autor)

Após setar as variáveis, definir as saídas e iniciar o programa, nesta etapa entra-se no primeiro *while*, que deixa o programa aguardando um próximo movimento. Conforme a Figura 4.16.




```
sketch_nov14a | Arduino 0022
File Edit Sketch Tools Help
sketch_nov14a $
delay(50);
digitalWrite(6,LOW);
delay(30);
digitalWrite(7,LOW);
digitalWrite(2,LOW);

while (1){
  valor = analogRead(2);
  delay(100);
  if(valor > 50){
    lcd.clear();
    Serial.println("aguardando...");
    lcd.print("Selecione a lampada:");
    flag_primo=1;
    break;
  }
}
ct = analogRead(0);
delay(50);
//Serial.println(ct);
if(ct>50){
  Serial.println("Clipboard does not contain a string");
  Serial.println("Clipboard does not contain a string");
  Serial.println("Clipboard does not contain a string");
}
65 - 64
```

Figura 4.16 - Representação do início do programa.

FONTE: (O autor)

A figura 4.17 ilustra o trecho do código que armazena os valores adquiridos pelos sensores e entra no menu "Confirma", que se selecionado, aciona a lâmpadas desejada, "Cancela", que por sua vez apaga a lampada e "Muda", que seleciona a próxima lâmpada.



```
sketch_nov14a | Arduino 0022
File Edit Sketch Tools Help
sketch_nov14a $
}
}
ct = analogRead(0);
delay(50);
if(ct>50){
  while(1){
    delay(50);
    ct2 = analogRead(1);
    if(ct2>50){
      delay(50);
      //Serial.println(ct2);
      lcd.clear();
      Serial.println("Lampada Branca");
      lcd.print("Lampada 01");
      delay(500);
      while(1){
        delay(50);
        muda = analogRead(0);
        delay(50);
        confirma = analogRead(1);
        delay(50);
        cancela = analogRead(2);
        delay(50);
      }
    }
  }
}
}

Clipboard does not contain a string
Clipboard does not contain a string
Clipboard does not contain a string
69
```

Figura 4.17 - Código 01

FONTE: (O autor)

Caso selecione o sensor 1 o sistema entende que se deseja fazer a mudança de lâmpada. Sendo feita a seleção do sensor 2, a lâmpada selecionada acende. Na escolha do sensor 3 é feito o desligamento da lâmpada. Após isso o código é repetido mais quatro vezes para todas as outras lâmpadas. Como apresentado na figura 4.18.



```
sketch_nov14a | Arduino 0022
File Edit Sketch Tools Help
sketch_nov14a $
    ct2=0;
    confirma=0;
    cancela=0;
    muda=0;
    break;
}
if(confirma >50){
  lcd.clear();
  Serial.println("Lampada Branca ON");
  lcd.print("Lampada 01 - ON");
  digitalWrite(3,HIGH);
  digitalWrite(2,HIGH);
  delay(100);
  digitalWrite(2,LOW);
  ct=0;
  ct2=0;
  confirma=0;
  cancela=0;
  muda=0;
  break;
}
delay(50);
if(cancela >50 ){
  lcd.clear();
  Serial.println("Lampada Branca OFF");
  lcd.print("Lampada 01 - OFF");
  digitalWrite(3,LOW);
  digitalWrite(2,HIGH);
}
}

Clipboard does not contain a string
Clipboard does not contain a string
Clipboard does not contain a string
128
```

Figura 4.18 - Código 02

FONTE: (O autor)

CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

5.1 – Aplicação do modelo proposto

Por ser um protótipo acadêmico, foram realizados apenas testes de implementação. Com o estudo, avaliação e investimento, nota-se a viabilidade comercial do sistema e a possibilidade de implementação nos ambientes propostos. A aplicação do protótipo é voltada inicialmente para casas de idosos, deficientes físicos e para leitos hospitalares. Podendo também ser aplicada para o acionamento de outros inúmeros equipamentos como: Som, computador, TVs, cafeteiras entre outros.

5.2 – Descrição da Aplicação do Protótipo

De acordo com o objetivo traçado, o protótipo se comporta como um concentrador para os interruptores da residência ou leito hospitalar. E é onde através do simples ato de deslizar os dedos sobre os sensores que o usuário consegue selecionar as lâmpadas que deseja acender.

Foram realizados alguns experimentos para comprovar o real funcionamento do protótipo. Inicialmente, foram testados os componentes individualmente. Após os testes individuais, começou-se os testes, para que por fim pudesse ser feito os testes finais com lâmpadas. Os testes efetuados tiveram como objetivo verificar os comandos, o funcionamento das lâmpadas e do *display*.

5.3 – Resultados do Projeto

5.3.1 – Resultados Esperados

É esperado que se possa fazer o acendimento das lâmpadas através de sensores de pressão visualizando o *menu* através do *display*. Inicialmente antes de ser ligado o sistema não impede em momento algum o funcionamento normal dos interruptores. Quando ligado, o sistema assume todo o funcionamento, tendo controle de todas as lâmpadas ligadas no sistema.

Além disso, também é esperado que o sistema funcione com lâmpadas residenciais, podendo funcionar com *LED's*.

5.3.2 – Resultados Obtidos

O protótipo do projeto alcançou o objetivo proposto que foi a possibilidade de acender e apagar lâmpadas de uma residência ou leito hospitalar através de sensores de pressão. A comunicação entre os sensores escolhidos *Sensor Standard 402 FSR* e *Sensor Standard 406 FSR* com o microcontrolador ATmega328P foi satisfatória. A escolha do uso da placa de interface de relés ajudou na ligação das lâmpadas.

Alguns problemas com a distância entre o microcontrolador e os reatores das lâmpadas causaram interferência no funcionamento de todo o sistema, mas após o isolamento do microcontrolador, a interferência dos reatores reduziu ao ponto de não interferir no funcionamento do sistema.

Foi encontrada uma variação no funcionamento dos sensores de pressão que ocasionaram uma mudança do código, por causa de um aquecimento indevido dos sensores durante os testes.

5.4 – Custos do Projeto

Quanto ao orçamento do projeto, este excedeu a expectativa devido a característica de ser um projeto acadêmico. No decorrer do projeto, necessitou-se de outros insumos. Somente na fase de testes onerando ainda mais o projeto. A compra de muitos itens no mercado nacional ajudou a elevar os custos. Com isso, a sugestão de fazer a compra destes artefatos via importação pode-se tornar muito mais vantajosa. Os custos estão representados na tabela (5.1).

Tabela 5.1 – Custo total dos equipamentos utilizando no projeto

DESCRIÇÃO	QTD	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
<i>Kit Arduino UNO – Iniciante</i>	01	R\$ 218,00	R\$ 218,00
<i>Sensor Standard 406 FSR</i>	02	R\$ 51,00	R\$ 102,00
<i>Sensor Standard 402 FSR</i>	01	R\$ 39,00	R\$ 39,00
Display LCD 2x16	02	R\$ 36,00	R\$ 72,00
Placa de Interface de Relé	01	R\$ 100,00	R\$ 100,00
Reatores Eletrônicos 1x20Watts	05	R\$ 16,00	R\$ 80,00
Lâmpadas Fluorescentes Tubular	05	R\$ 12,00	R\$ 60,00
Componentes eletrônicos	01	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Itens para montagem do protótipo	01	R\$ 190,00	R\$ 190,00
		TOTAL:	R\$ 1011,00

FONTE: (O autor)

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO

6.1 – Conclusões do projeto

Após todo o processo de escrita e desenvolvimento do projeto final, ter a oportunidade de desenvolver esse projeto foi muito importante, pois a partir dele foi possível consolidar conhecimentos adquiridos no decorrer do curso e aplicá-los em um projeto. Durante o curso, o contato com a área de gerencia de projeto, eletrônica e programação proporcionaram o conhecimento necessário para a construção do projeto. Isso abrange desde o processo de planejamento do tema e pesquisa de materiais a finalização do projeto. Para desenvolver todo o processo também foram necessárias varias horas de programação e testes.

A idéia inicial do projeto foi criar um interruptor eletrônico fixo que permite controlar a iluminação de uma residência. Foi proposto o protótipo de um interruptor eletrônico para controle de iluminação baseado em sensores de pressão e um microcontrolador *Arduino*, que de maneira prática pressionando de forma correta os sensores de pressão, seja possível acender ou apagar as lâmpadas de uma residência sem a necessidade de um interruptor individual para cada lâmpada.

Basicamente, o dispositivo consiste no uso dos dedos para acionar os sensores de pressão. A partir dessa pressão, um código desenvolvido para o microcontrolador, interpreta os valores obtidos pelo sensor, analisa a diferença de pressão e repassa o comando acender/apagar e/ou mudar de lâmpada para o *display LCD*.

Durante o projeto, ocorreram alguns problemas com relação à leitura do sensor, devido à fatores externos durante testes os sensores passaram a sofrer ruídos. Para solucionar esse problema, foi proposto alterar o código do microcontrolador, pois ao ligar o sistema, algumas lâmpadas se acendiam sem que qualquer sensor fosse pressionado devido ruídos existentes. A primeira alteração foi uma estrutura de condição que filtrava os valores do ruído permitindo que o sistema ficasse inerte até que os sensores fossem, de fato, pressionados. Após esse filtro de ruídos o sistema passou a funcionar de forma satisfatória.

Em alguns pontos, não se obteve os resultados de forma satisfatória, devido uma série de fatos. Dentre eles: o alto custo das peças no Brasil que elevou o custo do projeto de maneira considerável, pois com testes excessivos, muitas peças de reposição tiveram que ser compradas. Outro ponto que de maneira negativa impactou no projeto foi a demora da chegada das peças que resultou no atraso geral do projeto.

Foi possível concluir nesse projeto que mesmo com o elevado custo para um projeto acadêmico, ele é favorável à relação custo/benefício para uma possível produção em larga escala, pois a funcionalidade do protótipo permite a economia de energia e um maior conforto.

Ao final do projeto é possível verificar que, de fato, o objetivo traçado e planejado foi cumprido e o dispositivo funcionou de forma satisfatória.

6.2 – Sugestão para projetos futuros

Como evidenciado no dia a dia, e nesse projeto, a necessidade de dispositivos que auxiliem na economia de energia e no conforto de controlar os ambientes de uma residência é muito alta. Em relação a esse projeto e utilizando o mesmo conceito, é possível aprimorar as questões referentes à conexão. Permitindo assim que o usuário utilize o dispositivo como um controle remoto. Essa substituição favorece a todos os tipos de usuário, inclusive o usuário comum que procura apenas um maior conforto, este poderá utilizar o controle para acender a lâmpada sem a necessidade de se encaminhar até o interruptor ou ter de retornar ao quarto para utilizar o dispositivo fixo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(IDEIAZ, 2011) IDEIAZ. Disponível em: http://ideiaz.com.br/store/wp-content/uploads/2011/02/arduinouno_LRG.jpg. Acesso em: 05/07/2011.

(LADYADA, 2011) LADYADA. Force Sensitive Resistors are for squeezing. Disponível em: <http://www.ladyada.net/learn/sensors/fsr.html>. Acesso em: 20/08/2011.

(MAGAZINE LUIZA, 2011) MAGAZINE LUIZA. Disponível em: <http://www.magazineluiza.com.br/imagens2/produto/20/202661800.jpg>. Acesso em: 05/07/2011.

(PEAE, 2011) PEAE. Disponível em: <http://paeae.com/components/lcd/lcd-16x2-yellow-on-blue.html>. Acesso em: 10/10/2011.

(PHOTOBUCKET, 2011) PHOTOBUCKET. Disponível em: <http://i1134.photobucket.com/albums/m609/onlyforever702/CNC/8ch5v.jpg>. Acesso em: 20/10/2011.

(VELASHOP, 2011) VELASHOP. Disponível em: http://loja.velashop.com.br/eshop.admin/imagens/velashop/timer_digital.jpg. Acesso em: 05/10/2011.

ATMEL. ATmega328P Preliminary Summary. San Jose: 2010. 1,2. Disponível em: http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8161.pdf. Acesso em: 17 abr. 2011.

BANZI, Massimo. Getting Started with Arduino. 1ª edição. Sebastopol: O'Reilly Media, 2009. 118 p.

DATASHEET, FSR 400 Series Round Force Sensing, Interlink Electronics, Resistor disponível em: <http://www.steadlands.com/data/interlink/fsr400.pdf>. Acesso em 21 nov. 11

MCRBERTS, Michael. Arduino Básico. São Paulo: Novatec Editora, 2011 1ª edição

MONTEIRO, Mário A. Introdução à Organização de computadores. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2002. 4ª edição. 215 p.

NICOLOSI, Denys. Microcontrolador 8051 Detalhado. 4ª edição. São Paulo: Editora Érica, 2004. 227 p.

PERRACINI, M. (2002). “Planejamento e adaptação do ambiente para pessoas idosas”. In: FREITAS, E.V. de et al. Tratado de Geriatria e Gerontologia. Rio de Janeiro, Guanabara Kooga

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga. Sensores Industriais, Fundamentos e Aplicações. São Paulo: Editora Érica, 2005. 1ª edição. 220 p.

WIRING, Wiring. Disponível em: < <http://wiring.org.co/reference/> >. Acesso em: 03 out 2011.

APÊNDICE A – Código armazenado no microcontrolador.

```

//Codigo em Funcao do Prototipo - Guilherme Silva
#include <LiquidCrystal.h> //Biblioteca do Display de LCD

//Definicao de Variaveis Gerais
int ct = 0;      //Define o Sensor Touch 1
int ct2 = 0;    //Define o Sensor Touch 2
int verifica = 0; //Verificação de Funcionamento das Lampadas
int valor = 0;
int confirma = 0;
int cancela = 0;
int muda = 0;
int ctStatus = 0;
int ctMenu = 0;

//Definicao das Lampadas e Acessorios
int ctLamp = 0;    //Inicia a variavel que seleciona a lampada, estado inicial -
DESLIGADA
int ctLamp1 = 0;
int BuzLed = 2;   //Inicia a variavel do Buzzer/LED no pino 2, estado inicial -
DESLIGADO
int Lamp1 = 3;   //Inicia a variavel da lampada 1, estado inicial - DESLIGADA
int Lamp2 = 4;   //Inicia a variavel da lampada 2, estado inicial - DESLIGADA
int Lamp3 = 5;   //Inicia a variavel da lampada 3, estado inicial - DESLIGADA
int Lamp4 = 6;   //Inicia a variavel da lampada 4, estado inicial - DESLIGADA
int Lamp5 = 7;   //Inicia a variavel da lampada 5, estado inicial - DESLIGADA

//Definicao do Pinos do Display LCD
LiquidCrystal lcd(13, 12, 11, 10, 9, 8);

//Definicao Geral da Comunicacao de Dados e Pinos Utilizados
void setup(){
  Serial.begin(9600); //Configuração da a taxa de transferencia de dados

```



```

pinMode(BuzLed, OUTPUT); //Pino 2 (Buzzer e LED Sinalizacao) depende de um
valor externo
pinMode(Lamp1, OUTPUT); //Pino 3 (Lampada 1 - Placa Rele 1) depende de um
valor externo
pinMode(Lamp2, OUTPUT); //Pino 4 (Lampada 2 - Placa Rele 2) depende de um
valor externo
pinMode(Lamp3, OUTPUT); //Pino 5 (Lampada 3 - Placa Rele 3) depende de um
valor externo
pinMode(Lamp4, OUTPUT); //Pino 6 (Lampada 4 - Placa Rele 4) depende de um
valor externo
pinMode(Lamp5, OUTPUT); //Pino 7 (Lampada 5 - Placa Rele 5) depende de um
valor externo
pinMode(13, OUTPUT); //Pino 13 (Display) depende de um valor externo
}

```

//Definicao das Etapas que serao Realizadas pelo Prototipo

```

void loop (){
  if(verifica == 0){ //Toda vez que inicia, ocorre a verificacao das Lampadas e
Acessorios
    verificaLampadas(); //Chama funcao que verifica o estado das Lampadas e
Acessorios
    selecaoLampadas(); //Aguarda que o Sensor 3 seja acionado para liberar menu de
selecao das Lampadas
  }
  else{
    ctLamp = 1; //Configura a Lampada para iniciar
    ctLamp1 = ctLamp;
    ctMenu = 1; //Configura o Menu, para chamar a funcao a ser selecionada pelo
usuario
    ct = analogRead(0); //Leitura do Sensor 1
    delay(50); //Espera 50 milisegundos
    if(ct > 50){ //Verifica se o valor lido não é lixo ou ruído do sensor 1
      while(1){
        delay(50);
        ct2 = analogRead(1); //Leitura do Sensor 2

```

```
if(ct2 > 50){ //Verifica se o valor lido não é lixo ou ruído do sensor 2
  delay(50);
  msgMenuLamp(); //Mostra no Display a Lampada selecionada
  delay(500);
  while(1){
    delay(50);
    muda = analogRead(0); //Leitura do Sensor 1
    delay(50);
    confirma = analogRead(1); //Leitura do Sensor 2
    delay(50);
    cancela = analogRead(2); //Leitura do Sensor 3
    delay(50);
    mudaLampada(); //Verifica na funcao de mudanca de Lampada, se houve
alguma alteracao
    if(ctLamp1 != ctLamp1){ //Se o valor do contador for incrementado, ocorreu
mudanca de lampada
      break;
    }
    if(confirma > 50){
      acendeLampada();
      break;
    }
    delay(50);
    if(cancela > 50){
      apagaLampada();
      break;
    }
  }
  break;
}
}
```

```

//Funcao que Verifica as Lampadas e Acessorios
void verificaLampadas(){
  Serial.println("Bem vindo!");
  lcd.print("Bem Vindo!");
  digitalWrite(BuzLed, HIGH); //Acende Buzzer e LED de Sinalizacao
  delay(100);
  digitalWrite(Lamp1, HIGH); //Acende Lampada 1
  delay(100);
  digitalWrite(Lamp2, HIGH); //Acende Lampada 2
  delay(100);
  digitalWrite(Lamp3, HIGH); //Acende Lampada 3
  delay(100);
  digitalWrite(Lamp4, HIGH); //Acende Lampada 4
  delay(100);
  digitalWrite(Lamp5, HIGH); //Acende Lampada 5
  delay(100); //70
  digitalWrite(Lamp1, LOW); //Apaga Lampada 1
  delay(100);
  digitalWrite(Lamp2, LOW); //Apaga Lampada 2
  delay(100);
  digitalWrite(Lamp3, LOW); //Apaga Lampada 3
  delay(100); //50
  digitalWrite(Lamp4, LOW); //Apaga Lampada 4
  delay(100); //30
  digitalWrite(Lamp5, LOW); //Apaga Lampada 5
  delay(100);
  digitalWrite(BuzLed, LOW); //Apaga Buzzer e LED de Sinalizacao
  delay(100);
}

```

```

//Funcao de Selecao das Lampadas
void selecaoLampadas(){
  //Deixa em Loop, aguardando o Sensor 3 ser pressionado
  while(1){
    valor = analogRead(2); //Leitura do Sensor 3, no Arduino - Pino 2

```

```

    delay(100);
    if(valor > 50){          //Verifica se o valor lido é maior que 50, porque ocorria lixo na
leitura dos dados
        msgSelecLamp();
        verifica = 1;      //Incrementa o contador de verificacao, para nao verificar
novamente as lampadas
        break;            //Finaliza o Loop, para que o usuario possa selecionar a lampada
desejada
    }
}
}

```

//Funcao que Ativa Recursos Sonoros e Visuais

```

void BuzzerLed(){
    digitalWrite(BuzLed, HIGH);
    delay(300);
    digitalWrite(BuzLed, LOW);
}

```

//Funcao de Mensagem de Selecao das Lampadas

```

void msgSelecLamp(){
    lcd.clear();          //Limpa a Tela do LCD.
    Serial.println("Selecione a Lampada"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do
Arduino
    lcd.print("Selecione a Lampada:"); //Envia mensagem para o LCD do Prototipo
}

```

//Funcao de Mensagem de Mudanca de Lampada

```

void msgMudaLamp(){
    lcd.clear();          //Limpa a Tela do LCD.
    Serial.println("Mudar Lampada?"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do
Arduino
    lcd.print("Mudar Lampada?"); //Envia mensagem para o LCD do Prototipo
}

```

```

//Funcao de Mensagem para Todas as Lampadas
void msgMenuLamp(){
  lcd.clear();          //Limpa a Tela do LCD.
  if(ctMenu = 1){
    Serial.println("Lampada 01"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do Arduino -
    Lampada 01
    lcd.print("Lampada 01");      //Envia mensagem para o LCD do Prototipo - Lampada
    01
  }
  else if(ctMenu = 2){
    Serial.println("Lampada 02"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do Arduino -
    Lampada 02
    lcd.print("Lampada 02");      //Envia mensagem para o LCD do Prototipo -
    Lampada 02
  }
  else if(ctMenu = 3){
    Serial.println("Lampada 03"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do Arduino -
    Lampada 03
    lcd.print("Lampada 03");      //Envia mensagem para o LCD do Prototipo -
    Lampada 03
  }
  else if(ctMenu = 4){
    Serial.println("Lampada 04"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do Arduino -
    Lampada 04
    lcd.print("Lampada 04");      //Envia mensagem para o LCD do Prototipo -
    Lampada 04
  }
  else if(ctMenu = 5){
    Serial.println("Lampada 05"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do Arduino -
    Lampada 05
    lcd.print("Lampada 05");      //Envia mensagem para o LCD do Prototipo -
    Lampada 05
  }
  if(ctMenu = 6){

```

```
Serial.println("Todas as Lampadas"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do
Arduino - Todas as Lampadas
```

```
lcd.print("Todas as Lampadas"); //Envia mensagem para o LCD do Prototipo -
Todas as Lampadas
```

```
}
```

```
}
```

```
//Funcao que Zera os Contadores
```

```
void zeraContadores(){
```

```
ct=0;
```

```
ct2=0;
```

```
muda=0;
```

```
confirma=0;
```

```
cancela=0;
```

```
}
```

```
//Funcao de Mudanca de Lampada
```

```
void mudaLampada(){
```

```
if(muda > 50){
```

```
ctLamp++;
```

```
ctMenu++;
```

```
zeraContadores();
```

```
}
```

```
}
```

```
//Funcao que Acende a Lampada
```

```
void acendeLampada(){
```

```
if(ctLamp = 1){
```

```
ctStatus = 11; //Código da Lampada 1 Acesa
```

```
msgLampStatus(); //Mensagem da Lampada 1 Acesa
```

```
digitalWrite(Lamp1, HIGH);
```

```
}
```

```
else if(ctLamp = 2){
```

```
ctStatus = 21; //Código da Lampada 2 Acesa
```

```
msgLampStatus(); //Mensagem da Lampada 2 Acesa
```

```

    digitalWrite(Lamp2, HIGH);
}
else if(ctLamp = 3){
    ctStatus = 31; //Código da Lampada 3 Acesa
    msgLampStatus(); //Mensagem da Lampada 3 Acesa
    digitalWrite(Lamp3, HIGH);
}
else if(ctLamp = 4){
    ctStatus = 41; //Código da Lampada 4 Acesa
    msgLampStatus(); //Mensagem da Lampada 4 Acesa
    digitalWrite(Lamp4, HIGH);
}
else if(ctLamp = 5){
    ctStatus = 51; //Código da Lampada 5 Acesa
    msgLampStatus(); //Mensagem da Lampada 5 Acesa
    digitalWrite(Lamp5, HIGH);
}
else if(ctLamp = 6){
    ctStatus = 61; //Código de Todas as Lampadas Acesas
    msgLampStatus(); //Mensagem de Todas as Lampadas Acesas
    digitalWrite(Lamp1, HIGH);
    digitalWrite(Lamp2, HIGH);
    digitalWrite(Lamp3, HIGH);
    digitalWrite(Lamp4, HIGH);
    digitalWrite(Lamp5, HIGH);
}
BuzzerLed();
zeraContadores();
}

```

//Funcao que Apaga a Lampada

```

void apagaLampada(){
    if(ctLamp = 1){
        ctStatus = 10; //Código da Lampada 1 Apagada
        msgLampStatus(); //Mensagem da Lampada 1 Apagada
    }
}

```

```
digitalWrite(Lamp1, LOW);
}
else if(ctLamp = 2){
    ctStatus = 20; //Código da Lampada 2 Apagada
    msgLampStatus(); //Mensagem da Lampada 2 Apagada
    digitalWrite(Lamp2, LOW);
}
else if(ctLamp = 3){
    ctStatus = 30; //Código da Lampada 3 Apagada
    msgLampStatus(); //Mensagem da Lampada 3 Apagada
    digitalWrite(Lamp3, LOW);
}
else if(ctLamp = 4){
    ctStatus = 40; //Código da Lampada 4 Apagada
    msgLampStatus(); //Mensagem da Lampada 4 Apagada
    digitalWrite(Lamp4, LOW);
}
else if(ctLamp = 5){
    ctStatus = 50; //Código da Lampada 5 Apagada
    msgLampStatus(); //Mensagem da Lampada 5 Apagada
    digitalWrite(Lamp5, LOW);
}
else if(ctLamp = 6){
    ctStatus = 60; //Código de Todas as Lampadas Apagadas
    msgLampStatus(); //Mensagem de Todas as Lampadas Apagadas
    digitalWrite(Lamp1, LOW);
    digitalWrite(Lamp2, LOW);
    digitalWrite(Lamp3, LOW);
    digitalWrite(Lamp4, LOW);
    digitalWrite(Lamp5, LOW);
}
BuzzerLed();
zeraContadores();
}
```



```

//Funcao de Mensagem que Acende Lampadas
void msgLampStatus(){
  lcd.clear();          //Limpa a Tela do LCD.
  if(ctStatus = 10){
    Serial.println("Lampada 01 - OFF"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do
    Arduino - Lampada 01
    lcd.print("Lampada 01 - OFF");      //Envia mensagem para o LCD do Prototipo -
    Lampada 01
  }
  else if(ctStatus = 11){
    Serial.println("Lampada 01 - ON"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do
    Arduino - Lampada 01
    lcd.print("Lampada 01 - ON");      //Envia mensagem para o LCD do Prototipo -
    Lampada 01
  }
  else if(ctStatus = 20){
    Serial.println("Lampada 02 - OFF"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do
    Arduino - Lampada 02
    lcd.print("Lampada 02 - OFF");      //Envia mensagem para o LCD do Prototipo -
    Lampada 02
  }
  else if(ctStatus = 21){
    Serial.println("Lampada 02 - ON"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do
    Arduino - Lampada 02
    lcd.print("Lampada 02 - ON");      //Envia mensagem para o LCD do Prototipo -
    Lampada 02
  }
  else if(ctStatus = 30){
    Serial.println("Lampada 03 - OFF"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do
    Arduino - Lampada 03
    lcd.print("Lampada 03 - OFF");      //Envia mensagem para o LCD do Prototipo -
    Lampada 03
  }
  else if(ctStatus = 31){

```

```

    Serial.println("Lampada 03 - ON"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do
    Arduino - Lampada 03
    lcd.print("Lampada 03 - ON"); //Envia mensagem para o LCD do Prototipo -
    Lampada 03
}
else if(ctStatus = 40){
    Serial.println("Lampada 04 - OFF"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do
    Arduino - Lampada 04
    lcd.print("Lampada 04 - OFF"); //Envia mensagem para o LCD do Prototipo -
    Lampada 04
}
else if(ctStatus = 41){
    Serial.println("Lampada 04 - ON"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do
    Arduino - Lampada 04
    lcd.print("Lampada 04 - ON"); //Envia mensagem para o LCD do Prototipo -
    Lampada 04
}
else if(ctStatus = 50){
    Serial.println("Lampada 05 - OFF"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do
    Arduino - Lampada 05
    lcd.print("Lampada 05 - OFF"); //Envia mensagem para o LCD do Prototipo -
    Lampada 05
}
else if(ctStatus = 51){
    Serial.println("Lampada 05 - ON"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do
    Arduino - Lampada 05
    lcd.print("Lampada 05 - ON"); //Envia mensagem para o LCD do Prototipo -
    Lampada 05
}
else if(ctStatus = 60){
    Serial.println("Apagar Todas"); //Envia mensagem para o Serial Monitor do
    Arduino - Apagar Todas as Lampadas
    lcd.print("Apagar Todas"); //Envia mensagem para o LCD do Prototipo - Apagar
    Todas as Lampadas
}

```

```
else if(ctStatus = 61){  
    Serial.println("Acender Todas");    //Envia mensagem para o Serial Monitor do  
Arduino - Acender Todas as Lampadas  
    lcd.print("Acender Todas");        //Envia mensagem para o LCD do Prototipo -  
Acender Todas as Lampadas  
    }  
}
```