

## AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL – UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS COM ARDUINO PARA COMODIDADE E REDUÇÃO DE CUSTOS

Lorrhan Lourenço Costa (MULTIVIX) [Lorrhan\\_abs@hotmail.com](mailto:Lorrhan_abs@hotmail.com)

Matheus Palagama Gomes (MULTIVIX) [Matheus\\_goms@hotmail.com](mailto:Matheus_goms@hotmail.com)

Rafael Teixeira da Silva (MULTIVIX) [Rafaelteixeirads@gmail.com](mailto:Rafaelteixeirads@gmail.com)

**Resumo:** O objetivo deste artigo é realizar uma aplicação buscando o controle de elementos de entrada e saída em um ambiente residencial afim de se obter conforto, praticidade e redução de custos. Descreve o funcionamento e operação de cada elemento de medição e atuação e, ao fim, apresenta uma aplicação real, envolvendo uma automação residencial de pequeno porte. Assim, é possível verificar a aplicação da automação residencial em um sistema real. Para realização do projeto será utilizado a placa micro controladora arduino, por ser de grande confiabilidade e baixo custo, serão utilizados vários sensores que irão trabalhar em conjunto que nos darão os parâmetros para que possam ser realizadas as ações através de um software controlador da própria placa micro controladora. O sistema gerenciador pode ser personalizado para realizar tarefas do usuário, tais como operações pré-definidas também estão presente.

Palavras chave: Automação residencial, controle, testes, arduino, micro controladora, sensores, sistema gerenciador

**Abstract:** The purpose of this article is an application seeking control input and output elements in a residential setting in order to obtain comfort, convenience and cost reduction. It describes the function and operation of each

element measurement and performance and, finally, it presents an actual application involving a small home automation. As well it is possible check the application of home automation in a real system. For accomplishment of the project will be used to micro controller board arduino, for being great reliability and low cost, will be used multiple sensors that will work together which will give us the parameters for the shares can be performed through a software controller their own micro controller board. The management system can be customized to achieve user tasks, such as predefined operations are also present.

Key-words – Home automation, control, testing, Arduino micro controller, sensors, system manager

## **1. INTRODUÇÃO**

A automação residencial surgiu nos anos 80, quando começaram a desenvolver sistemas de automação predial e casas. Com o ambiente das casas mais automatizados, é possível melhorar a qualidade de vida, reduzir os trabalhos domésticos, aumentando o bem-estar e a segurança da casa.

O surgimento dos sistemas digitais, a fim de chegar aos elevados níveis de complexidade do sistema de automação, possibilitou o desenvolvimento dos sistemas de automação industrial e residencial. Nos dias atuais, os computadores passaram por grandes transformações, que tem mudado o mundo radicalmente, mas tudo está relacionado com a evolução dos chips de silício que estão nos produtos eletrônicos em geral.

A evolução das redes domésticas está ocorrendo devido à fácil comunicação entre estes dispositivos. As residências, atualmente, possuem diversos cabeamentos e dispositivos autônomos que realizam certas tarefas: telefonia, informática, rede elétrica, segurança. Iluminação, controle predial, hidráulica e gás, entretenimento e climatização.

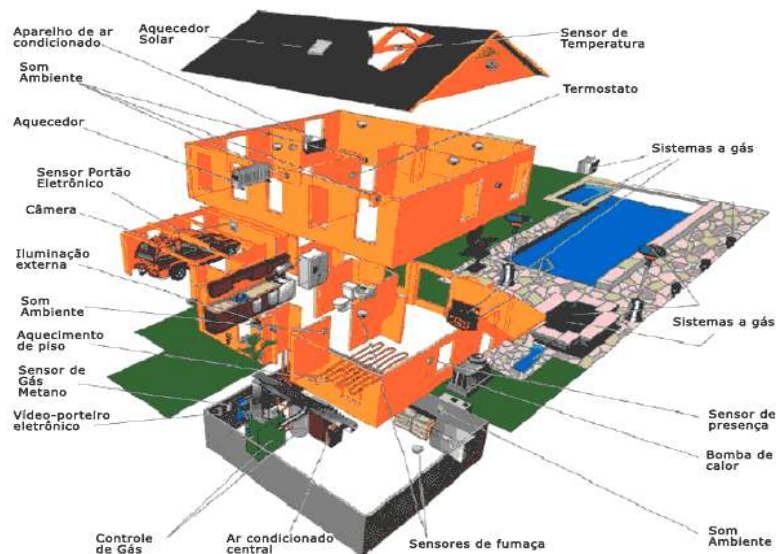
O objetivo deste trabalho é mostrar que com os ambientes mais automatizados consegue-se economizar energia, reduzir os afazeres de casa, aumentar a

segurança da casa e aumentar o nosso conforto, através da automação residencial. Propõe-se uma implementação prática e testes funcionais, afim de verificar o funcionamento de um sistema residencial automatizado.

## 2. CONCEITO

Para o desenvolvimento do projeto relacionado com ambientes automatizados, será utilizado um módulo controlador de arduino, um sensor relacionado com a intensidade da luz, outro sensor que controla a temperatura, um relê, outro transistor de potência, um sensor indutivo (representando um sensor de presença), um sensor magnético e um display. Este trabalho está relacionado com a climatização do ambiente, e, também, com a luminosidade, além do controle que o usuário poderá ter. A figura 1 demonstra todos os aspectos possíveis de uma automação residencial em sua casa.

Figura 1 - Todos os ambientes possíveis de Automação.



Fonte: Retirado do site <http://greenautomation.com.br>

### 2.1 Modulo Controlador Arduino

O Modelo que será utilizado para o desenvolvimento do projeto é o arduino Mega (2560), o arduino possui uma considerável quantidade de portas, o que viabiliza a implementação de projetos mais complexos, garantindo a eficiência e o baixo custo. O arduino Mega 2560 é uma placa de micro controlador baseada no

ATmega2560. Ele possui 54 pinos de entrada e saída digital, 16 entradas analógicas, 4 UARTs (portas seriais de hardware), um oscilador de cristal de 16 MHz, uma conexão USB (Universal Serial Bus), uma entrada de alimentação, uma conexão ICSP (In-Circuit Serial Programming), e um botão de reset. Na figura 2 e na tabela 1 estão as especificações do *arduíno* Mega 2560.

Tabela 1: Características do arduíno Mega (2560).

Micro controlador	ATmega2560
Tensão de operação	5V
Tensão de entrada (recomendada)	7-12V
Tensão de entrada (limites)	6-20V
Pinos da entrada e saída (VO) digitais	54 (dos quais 14 podem ser saídas PWM)
Pinos de entrada analógicas	16
Corrente DC por pino VO	40m A
Corrente DC para pino de 3,3V	50m A
Memória flash	256KB (dois dos quais 8KB são usados para o bootloader)
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
Velocidade de clock	16MHz

Figura 2 - Arduíno Mega 2560

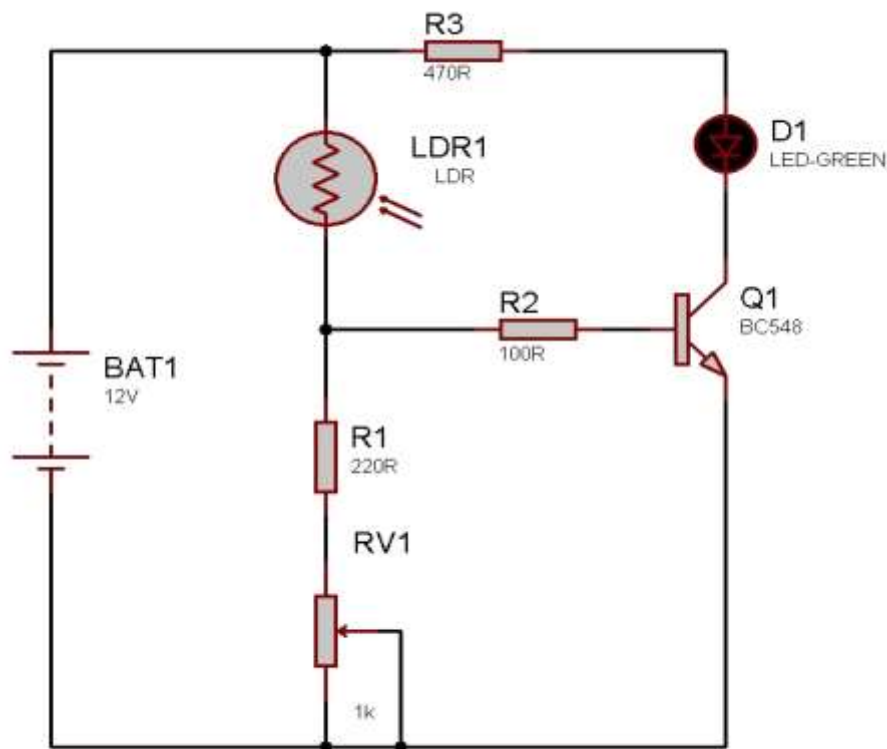


Fonte: Retirado do site <http://www.arduino.com>

## 2.2 Resistências dependentes da luz (LDR)

As resistências dependentes da luz (LDR) são elementos semicondutores cujas resistências elétricas são alteradas através da radiação luminosa do ambiente. A sensibilidade do dispositivo depende do material que compõe o sensor. Os LDR's mais comuns são feitos de silício de cádmio e sua saída espectral situa-se entre os 300nm e 1 $\mu$ m. O fenômeno físico empregado para o funcionamento do sensor é fotocondução. A fotocondução se sujeita à da luz, originando a libertação das cargas internas do material, com isso quanto maior a quantidade de cargas internas do material, com isto, quanto maior a quantidade de carga, maior a condutividade do material. Os semicondutores estão sempre na temperatura ambiente, por isso os portadores estão na camada de valência, como isolantes elétricos. Nos LDR's, de forma contrária aos isolantes, as bandas de valência e condução estão muito próximas, por isso eles não precisam de muita energia para passar para o estado de condução. As fontes de energia utilizado nos semicondutores são o calor, uma tensão elétrica ou por radiação óptica. A figura 3 ilustra um exemplo do funcionamento do LDR.

Figura 3 - Aspecto de um LDR comercial



### 2.3 Sensor de Temperatura – LM 35

O LM35 é um sensor de temperatura de precisão. Ele apresenta em sua saída uma tensão linear relacionado com temperatura do ambiente. A sua fonte de alimentação está entre 4-20 Vdc e GND, tendo na sua saída um sinal de 10mV para cada grau Celsius de temperatura. Possui uma vantagem em relação aos outros sensores de temperatura relacionado com a escala “Kelvin”. O LM35 não necessita de calibração externa para fornecer resultados precisos e a faixa de temperatura que o sensor trabalha é entre -55°C à 150°C, ideal para medir temperaturas em um ambiente residencial.

Este sensor tem uma baixa impedância, tensão linear e calibração inerente precisa. O sensor pode ser alimentado com alimentação simples ou simétrica, dependendo do que deseja com o sinal de saída. O sensor drena apenas 60µA para estas alimentações. Na figura 4 está relacionado às dimensões do sensor LM35 e as conexões.

Figura 4 - Conexões do sensor LM 35



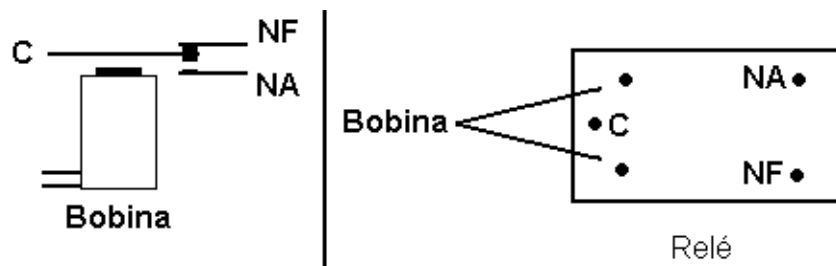
Fonte: Retirado do site <http://tcc-jsapb.blogspot.com.br/>

### 2.4 Relé

Os relés são dispositivos eletromecânicos capazes de controlar circuitos externos de grandes correntes a partir de tensões e correntes. Quando a corrente circula pela bobina, cria-se um campo magnético que adiciona uma série de contatos fechando e abrindo o circuito, ao cessar a corrente pelo circuito, cessa o campo

magnético voltando a posição inicial dos contatos. São vários os tipos de relés no comércio, os mais comuns são os Normalmente Abertos (NA) ou Normalmente Fechados (NF), ou ambos, alguns com um contato comum ou central. A principal vantagem em relação a certos componentes com a mesma função dos relés é a isolação da carga em relação ao controle. Outra diferença é que ele trabalha com tensões diferentes entre controle e carga. A desvantagem em relação aos outros componentes com a mesma função é que a vida útil é menor, devido ao desgaste do componente mecânico. A figura 5 mostra o esquema do circuito do relé.

Figura 5 - Esquema do circuito do relé

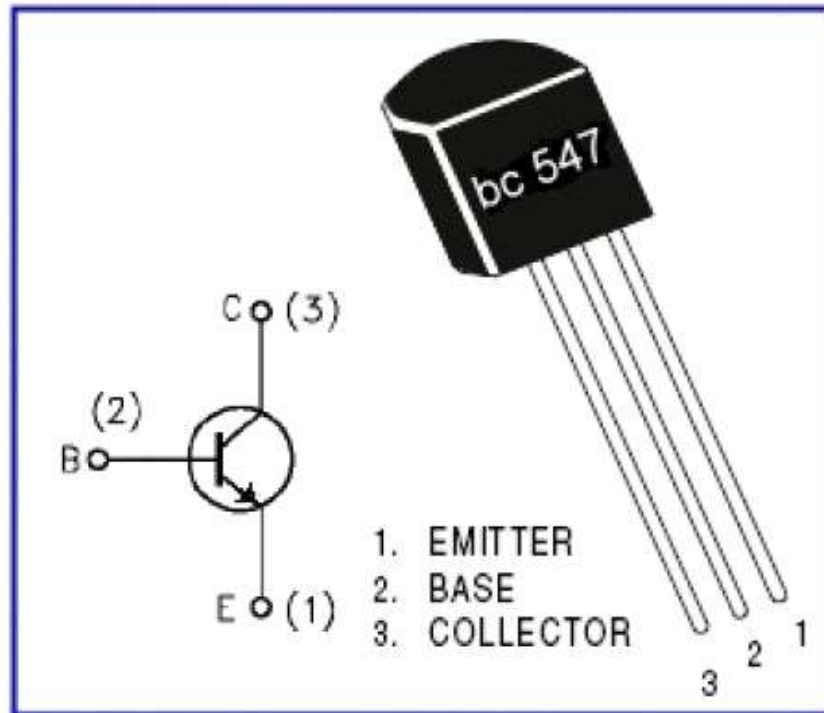


Fonte: Retirado do site <http://huilyrobot.tripod.com/compo/rele.htm>

## 2.5 Transistor

Os transistores são de suma importância para o mundo da eletrônica, sem eles seriam impossíveis a evolução dos computadores nos últimos trinta anos. Estes transistores trabalham em uma faixa de tensão, entre 10 a 50 volts, a corrente contínua do coletor está compreendida numa faixa de 30 a 200mA, o ganho do transistor pode variar entre 10 a 100MHz, são basicamente indicados quando se tem a necessidade de se trabalhar com os sinais de áudio, existem casos que podem chegar até a faixa FM. A figura 6 mostra o esquema do transistor.

Figura 6 - Componente e a parte física



Fonte: Retirado do site <http://artefacts.pt/transistor-npn-bc547>

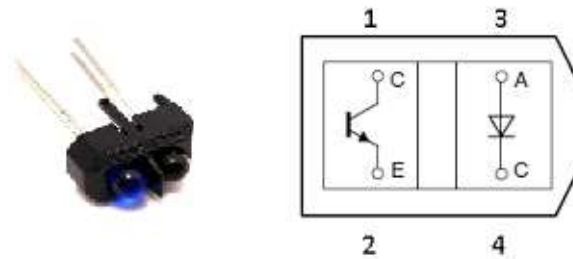
## 2.6 Sensor Óptico

O sensor óptico (TCRT 5000) é muito usado em projetos de robôs seguidores de linha. Este sensor é representado, basicamente, por duas partes em um mesmo componente. Constituído por um diodo emissor, LED emissor de infravermelho (cor azul) e um foto transistor para captar o sinal infravermelho (cor preta), com uma aproximação do objeto.

Ele possui uma parede que os separa, evitando que o comprimento de onda emitido pelo emissor, não seja influenciado pelo foto transistor. Quando o objeto estiver próximo, haverá uma reflexão da onda no objeto, logo o foto transistor capta o comprimento de onda. A distância de operação do sensor corresponde a 2.5mm, com eficiência maior que 20%, chegando a 0,2mm até 15mm. O consumo de corrente pode chegar até um 10mA. O Comprimento de onda do sensor pode ser de 950nm de emissão. Este sensor, quando operado, precisa ser alimentado com uma tensão de 5V e sua temperatura pode ser operada de 0 até 50°C. A figura 8 mostra a entrada e saída do sensor.



Figura 7 - Sensor Ótico



Fonte: Retirado do site <https://eletrorduino.wordpress.com/tag/sensor-optico-reflexivo-tcrt5000/>

Figura 8 - Entrada e saída do sensor ótico

Pino	Nome	Função
1	Coletor (T+)	Coletor do fototransistor
2	Emissor (T-)	Emissor do fototransistor
3	Ânodo (D+)	Ânodo do led infravermelho
4	Cátodo (D-)	Ânodo do led infravermelho

Fonte: Elaborada pelo autor

## 2.7 Display

Os *displays* podem ser encontrados com LED (com iluminação de fundo) para facilitar a leitura durante a noite. Este módulo utiliza um controlador próprio, permitindo sua interligação com outras placas através de seus pinos, onde deve ser alimentado o módulo com a placa do usuário. Naturalmente que além de alimentar e conectar os pinos do módulo com a placa do usuário deverá haver um protocolo de comunicação entre as partes, que envolve o envio de bytes de instruções e bytes de dados pelo sistema do usuário. A tabela II descreve cada pino do módulo ou Display para conexão destes as outras placas.

Tabela II: Ligações do display.

Pino	Função	Descrição
1	Alimentação	Terra ou GND
2	Alimentação	Terra ou +5v
3	V0	<b>Tensão para ajuste do contraste (ver Figura 1)</b>
4	RS SELEÇÃO	1- Dado, 0- Instrução
5	R/W SELEÇÃO	1- Leitura, 0- Escrita
6	E Chip select	1 ou (1>0) - Habilita, 0 - Desabilitado
7	B0 LSB	Barramento de Dados
8	B1	
9	B2	
10	B3	
11	B4	
12	B5	
13	B6	
14	B7 MSB	
15	A (quando existir)	Anodo p/ LED backlight
16	K (quando existir)	Catodo p/ LED backligh

Figura 9 - Display Simples Arduino



Fonte: Retirada do site <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HelloWorld>

### 3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO - APLICAÇÃO

O desenvolvimento da aplicação da plataforma arduino tem a função de receber as informações dos sensores de fotocondução, temperatura e os de presença, sendo independentes entre si. Com as informações recebidas dos sensores, o controlador arduino faz o controle entre os sensores e os atuadores.

#### 3.1 Projeto de Iluminação

O projeto de iluminação contém diversas funções e controles para a iluminação da residência. Ele pode decorar a sua residência através de arquitetura específica, criando cenário romântico ou festivo. A iluminação residencial, além do que foram editados acima, pode ser programada para acender ou desligar automaticamente. Isso pode gerar uma impressão que a casa possa estar ocupada, protegendo contra a invasão de intrusos.

Outro fato importante com a iluminação está relacionado à economia de energia. A figura 10 mostra uma tabela de consumo de energia com um sistema convencional e depois da implantação do projeto da casa em automação residencial.

Figura 10 - Consumo antes e depois da instalação

Como fica a tarifa			
Residencial			
Consumo Mensal (kWh)	Antes	Depois	Economia
140	R\$ 71,04	R\$ 64,75	R\$ 6,29
185	R\$ 93,87	R\$ 85,56	R\$ 8,32
350	R\$ 177,60	R\$ 161,86	R\$ 15,74
500	R\$ 253,72	R\$ 231,24	R\$ 22,48
Baixa renda			
Consumo Mensal (kWh)	Antes	Depois	Economia
30	R\$ 3,80	R\$ 3,35	R\$ 0,45
65	R\$ 11,53	R\$ 10,04	R\$ 1,49
80	R\$ 14,84	R\$ 12,90	R\$ 1,94
100	R\$ 19,31	R\$ 16,73	R\$ 2,59
140	R\$ 32,72	R\$ 28,20	R\$ 4,53

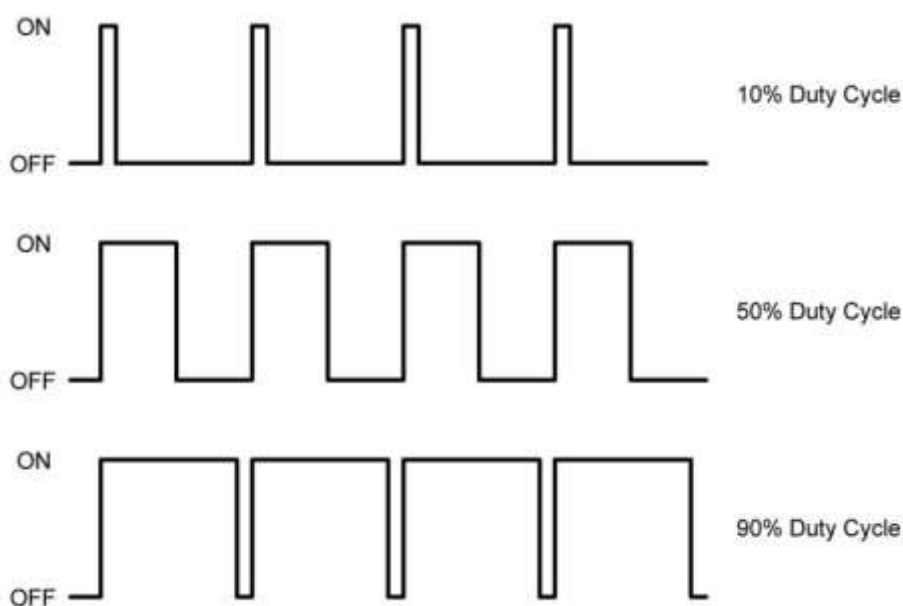
Fonte: Celpe

O projeto de iluminação usando PWM (Pulse Width Modulation) do arduíno é usado através da luminosidade solar, com isso, a intensidade da luz irá regular a luminosidade da lâmpada, através do sensor de fotocondução (LDR). Através da luminosidade, o sensor regula automaticamente sua resistência. Quando estiver em período diurno, a resistência do sensor será máxima. Com isso, evita-se que circula corrente pelo circuito. No período da tarde quando o sol estiver se pondo, a resistência do sensor irá diminuindo automaticamente, a lâmpada irá aumentando gradativamente.

Com a chegada da tensão sobre o sensor LDR arduíno, há a grande atuação da intensidade de luminosidade da lâmpada, via PWM.

O PWM se utiliza da técnica de sistemas digitais para se ter uma variação de valor médio em uma onda periódica. Isto permite manter uma onda periódica quadrada fixa, podendo causar variações no tempo em que o sinal ficará no nível lógico alto. Chamamos este tempo de *Duty Cycle*, ou ciclo ativo em forma de onda. Observando as formas de onda, analisamos que uma frequência em forma de onda, o seu valor é igual e varia com o *Duty Cycle* em forma de onda. Na figura 11 podemos analisar as formas de onda do *Duty Cycle*.

Figura 11 - Formato de onda Duty Cycle



Fonte: Retirada do site [http://wiki.bldr.org/index.php?title=Duty\\_Cycle](http://wiki.bldr.org/index.php?title=Duty_Cycle)

O *Duty Cycle* inicia-se com 0%, e o valor médio de saída encontra-se com 0V, porém quando um *Duty Cycle* está completo com 100%, a saída entende que esteja em seu valor máximo, que é de 5V. Para que o *Duty Cycle* de a metade do valor a sua saída assumirá 50% deste valor da tensão, o equivalente a 2,5V e realizando esse ciclo para cada variação do *Duty Cycle*. Para se calcular o valor de uma tensão de saída de um sinal PWM, podemos utilizar a seguinte equação:

$$V_{out} = (\text{duty cycle}/100) * V_{cc}$$

- $V_{out}$  – A tensão de saída em V;
- Duty cycle – O valor do ciclo ativo da PWM em %;
- $V_{cc}$  – A tensão de alimentação em V.

A placa de arduino contem pinos que são específicos para serem utilizadas nas saídas PWM e são indicadas pelo caractere '~' em frente do número. Para a configuração deste pino, a plataforma contém uma função que nos auxilia na escrita dos valores do *Duty Cycle*. Chamamos esta função de *AnalogWrite()*, ela escreve o valor no formato PWM no pino digital da placa que contem a função. Com esta chamada, o pino passa a funcionar em uma faixa de onda quadrada com frequência fixa e o *Duty Cycle* após ter passado pela função. Para se utilizarmos o *AnalogWrite()*, pode-se configurar o pino como uma saída digital. A maneira correta de se utilizar a *AnalogWrite()*, é a seguinte:

Sintaxe: `analogWrite(pino, valor);`

Onde o pino indicado na figura acima indica onde é que será gerado o sinal PWM, e o valor numérico correspondem ao *Duty Cycle*. Este valor deve estar entre 0 a 255, onde com o nível 0, a saída sempre estará em um nível baixo e 255, a saída sempre estará em nível alto. Para a realização desse projeto foi usada uma linguagem de máquina para a realização do funcionamento do projeto. A figura 12 mostra a linguagem de arduino para o desenvolvimento do *Duty Cycle*.

Figura 12 - Trecho do código do notepad++

```
void ldr()
{
  amostra = 0; //Zera a variável amostra

  //Pega 1000 amostras
  for(int i=0; i < 100 ; i++)
  {
    luminosidade = analogRead(LDR); //Armazena o valor lido pelo LDR
    luminosidade = (luminosidade / 1024) * 100; //Transforma o valor lido em porcentagem
    amostra = amostra + luminosidade; //Armazena na variável amostra
  }
  //=====

  amostra = amostra/100; //Tira a média das amostras
  Serial.print("Luminosidade = "); //Imprime na serial "Luminosidade = "
  Serial.print(amostra, 0); //Imprime a amostra sem casas decimais
  Serial.println("%"); //Imprime o símbolo de porcentagem

  if(amostra < 30) //Se a luminosidade estiver abaixo de 30%
  {
    digitalWrite(led,HIGH); //Liga o LED
  }

  else //Senão
  {
    digitalWrite(led,LOW); //Desliga o LED
  }
  delay(250); //Delay de 250 milissegundos
}
```

Fonte: Print screen do código no sistema operacional Windows 10.

O controle digital é usado para gerar uma onda quadrada, com isso, consegue-se controlar, através do *Duty Cycle*, a potência. Assim, sua tensão irá variar entre 0 e 5V sobre o tempo de oscilação, com uma frequência padrão de 500Hz. Então, dependendo da luminosidade do ambiente.

### 3.2 Projeto de Temperatura

O sensor de temperatura LM35 realiza a leitura de temperatura e envia a tensão ao arduíno para a realização do controle. A figura 13 ilustra parte do código para controle de temperatura no arduíno.

Figura 13 - Trecho do código do notepad++

```
#include <LiquidCrystal.h> // Inclui a biblioteca para utilizar o LCD.
#define sensor 0 // Define o pino A0 como sensor CCH
int Ventrada; // Variável para ler o sinal do pino do Arduino
float Temperatura; // Variável que recebe o valor convertido para temperatura.
LiquidCrystal lcd (12, 11, 5, 4, 3, 2);
#define LDR A15 //Define LDR como A15

int ledred = 10;
int ledyellow = 13;
int ledgreen = 9;

int sinalparaorele = 50;

#define led 6 //Define led como 6

float luminosidade; //Variável para armazenar o valor da luminosidade
float amostra; //Variável para armazenar o amostratória

int sinalparaoled = 8; //Pino do led tava na 8
int pinosensor = 7; //Ligado ao pino "coletor" do sensor óptico
int leitura; //Armazena informações sobre a leitura do sensor

void setup()
{
  pinMode(sinalparaorele, OUTPUT);
  pinMode(sinalparaoled, OUTPUT); //Define o pino do led como saída
  pinMode(pinosensor, INPUT); //Define o pino do sensor como entrada
  pinMode(led, OUTPUT); //Configura pino 6 como saída
  digitalWrite(led, LOW); //Desliga o LED
  Serial.begin(9600); //Inicia a Serial do Arduino

  lcd.begin(16, 2); // Diz para o Arduino que o display é 16x2.
  lcd.print("Temperatura: "); // Mandá o texto para a tela do display
```

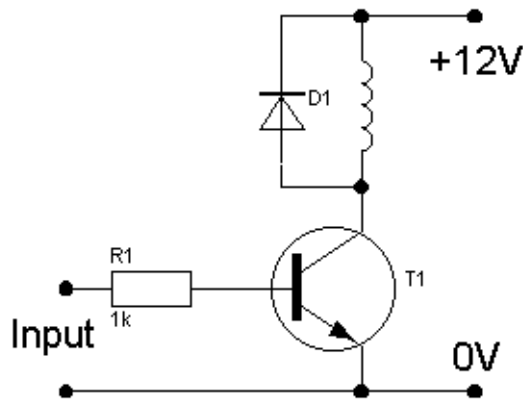
Fonte: Print screen do código no sistema operacional Windows 10.

Quando a temperatura estiver entre 22°C a 30°C, um led verde estará aceso, indicando que a temperatura está entre essa faixa. Quando a temperatura estiver entre 30 a 40°C, um led amarelo irá acender, informando que a temperatura se encontra nessa faixa. Acima dessa temperatura de 40°C até 50°C, outro led, que nesse caso está sendo representado por um led vermelho, irá ascender junto com o atuador. O atuador está sendo representado por uma ventoinha mas poderia ser um ar condicionado, um ventilador, ou qualquer produto eletrônico. O cliente tem conhecimento das informações através de um painel eletrônico, nesse caso um *display*, junto com o potenciômetro, que regula a intensidade de luz no *display*. O *display* informa tudo que está acontecendo com a temperatura ao redor do ambiente.



Quando a temperatura passar do seu limite, então a ventoinha passará a funcionar até que a temperatura estabeleça o seu equilíbrio e, com isso, a ventoinha irá parar de funcionar. Para realização do funcionamento da ventoinha foi usado uma tensão de 5V. A figura 14 mostra o funcionamento do driver do relé.

Figura 14 – Funcionamento do driver do relé



Fonte: Retirada do site [http://www.winpicprog.co.uk/pic\\_tutorial\\_extras.htm](http://www.winpicprog.co.uk/pic_tutorial_extras.htm)

### 3.3 Projeto de Presença

O projeto de presença requereu alguns componentes mais utilizáveis em automação, que nada menos que são os sensores. Quando uma pessoa atravessa esse sensor, o sensor (óptico) detecta a variação de um objeto se aproximado, assim, a luz infravermelha é refletida no objeto. O sensor óptico é composto por duas partes em o mesmo componente, que são um led infravermelho (cor azul) e um transistor IR (fototransistor de cor preta) separados por uma pequena parede.

Para o sensor óptico quanto mais reflexivo o material, melhor será seu alcance, ou seja, à distância. O fototransistor irá captar o sinal enviado pelo emissor do infravermelho. Com isso, há um chaveamento de tensão no sensor de 5V,



chegando ao *arduino* o sinal de controle. A figura 15 mostra uma parte da linguagem usada no arduíno.

Figura 15 - Trecho do código no notepad++

```
void senseoptic()
{
  int estadoled = 0; //Armazena o estado do led (ligado/desligado)
  leitura = digitalRead(pinosensor);
  if (leitura != 1) //Verifica se o objeto foi detectado
  {
    while(digitalRead(pinosensor) != 1)
    {
      delay(100);
      temp();
      ldr();
      digitalWrite(sinalparaoled,LOW);
    }

    digitalWrite(sinalparaoled,HIGH);
    delay(5000);
    temp();
    ldr();

    //Liga ou desliga o led conforme "estadoled"
    digitalWrite(sinalparaoled, estadoled);
  }
}
```

Fonte: Print screen do código retirado no sistema operacional Windows 10

### 3.4 Projeto Final

Como dito, os projetos foram desenvolvidos independentes um do outro, mas eles, na parte final, foram reunidos em um só projeto de automação. A linguagem de cada projeto, também foi desenvolvida independente um do outro, mas, na parte final do projeto, as suas linguagens foram colocadas juntas, reunindo os projetos em um só. Quando o projeto todo estiver todo unido, cada parte opera independente. A figura 16 mostra uma parte de toda a linguagem usada no projeto.

Figura 16 - Trecho do código no notepad++

```
temp();
{
  ldr();
  digitalWrite(sinalparaoled,LOW);
}

digitalWrite(sinalparaoled,HIGH);
delay(5000);
temp();
ldr();

//Liga ou desliga o led conforme "estadoled"
digitalWrite(sinalparaoled, estadoled);
}
}

void ldr()
{
  amostra = 0; //Zera a variável amostra

  //Pega 1000 amostras
  for(int i=0; i < 100 ; i++)
  {
    luminosidade = analogRead(LDR); //Armazena o valor lido pelo LDR
    luminosidade = (luminosidade / 1024) * 100; //Transforma o valor lido em porcentagem
    amostra = amostra + luminosidade; //Armazena na variável amostra
  }
  //=====

  amostra = amostra/100; //Tira a média das amostras
  Serial.print("Luminosidade = "); //Imprime na serial "Luminosidade = "
  Serial.print(amostra, 0); //Imprime a amostra sem casas decimais
  Serial.println("%"); //Imprime o símbolo de porcentagem
```

Fonte: Print screen do código retirado no sistema operacional Windows 10

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o atual cenário mundial, em que as riquezas naturais estão cada vez menores, mudanças climáticas, escassez de água e energia, e um enorme esforço dos países desenvolvidos em reduzir o dióxido de carbono lançado na atmosfera, a palavra em destaque em todo mundo é sustentabilidade, onde estão circulando em vários veículos de telecomunicação como cada pessoa pode ajudar a economizar para não faltar no futuro.

O projeto de automação residencial, tem seu principal foco além de conforto, segurança e comodidade, a redução de custos, tendo em vista que é um projeto totalmente voltado para o controle de energia em vários ambientes em uma casa, hoje um dos principais vilões das despesas de uma casa é a conta de energia, cujo valor tem aumentado de uns anos para cá devido à falta de chuvas que a região atravessa.

Devido aos benefícios que irá trazer para o âmbito residencial e ao seu baixo custo, o projeto de automação residencial com arduíno mostra-se bastante confiável para implementação e com inúmeros ganhos para o usuário, que poderá contar com um controle maior sobre os gastos com energia, sem se preocupar em que possa ter deixado uma luz acesa, pois os sensores irão controlar a necessidade de estarem acesa ou não de acordo com a luminosidade e o período do dia, o sensor de temperatura mostra-se de grande utilidade para dias mais quentes, onde um ar condicionado poderá ser pré-configurado para ativar em uma determinada temperatura.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] ARDUINO E CIA. *Controlador Arduino*. Disponível em <<http://www.arduinoocia.com.br/2013/10/sensor-optico-reflexivo-tctr5000.html>>. Acessado em Outubro de 2015.
- [2] Bolzani, C. A. M. Residências inteligentes. Editora e livraria da física, 1º Ed, 2004, 332pg.
- [3] EBAH SENSOR LDR. *Sensorl LDR*. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAPOMAF/sensores-ldr>>. Acessado em Setembro de 2015.
- [4] EM BARCADOS. *Controlador Arduino*. Disponível em: <<http://www.embarcados.com.br/arduino-saidas-pwm/>>. Acessado em Novembro de 2015.
- [5] FAIRCHILD. *Datasheet do transistor BC548*. Disponível em <<https://www.fairchildsemi.com/datasheets/BC/BC548.pdf>>. Acessado em Outubro de 2015.
- [6] Site *Arduino mega* informações técnicas. Disponível em: <[www.arduino.com](http://www.arduino.com)>. Acessado em Setembro de 2015.
- [7] Texas Instruments. *Datasheet do sensor LM35*. Disponível em <<http://www.ti.com.cn/cn/lit/ds/svmlink/lm35.pdf>>. Acessado em: Setembro de 2015.

[8] UNIUBE. *Engenharia elétrica materiais e dispositivos elétricos*. Disponível em: <<https://www.teips.com.br/fcardozo/materiais/rchave.do>>. Acesso em Outubro de 2015.

[9] USINAINFO. *Utilização de displays*. Disponível em: <<http://www.usinainfo.com.br/display-lcd-azul-arduino-16x4-2730.html>> Acessado em Novembro de 2015.