

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL MICROCONTROLADO POR ARDUÍNO

André Renato de Assis Niederauer Rodrigues¹, Alessandro André Mainardi de Oliveira¹

¹Centro Universitário Franciscano
Santa Maria – RS – Brasil

{a.r-1982@hotmail.com.br, alessandroandre@unifra.br

Abstract. *The proposed work aims to develop a home automation device, allowing the user to control various environments of your residence through a web application, which will be developed using Java Script and HTML (HyperText Markup Language). For this work, Arduino platform will be employed along with various components such as temperature sensors, LEDs (Light Emitting Diode), relays and others.*

Resumo. *O trabalho proposto visa desenvolver um dispositivo de automação residencial, que permitirá o usuário controlar diversos ambientes de sua residência através de uma aplicação web, que será desenvolvida utilizando JavaScript e HTML (HyperText Markup Language). Para realização do mesmo será empregada a plataforma Arduino juntamente com diversos componentes como sensores de temperatura, LEDs (Light Emitting Diode), relés entre outros.*

1. Introdução

A automação residencial pode ser definida como a aplicação da ciência e todos os elementos criados por ela, que possibilitam algum nível de automatização ou automação na residência ou escritórios comerciais. Esses sistemas podem ser simples, como controlar o ascender e apagar das luzes, até sistemas complexos capazes de interagir com diversos elementos eletroeletrônicos contidos no ambiente. Com isso surgiu o conceito de edifício inteligente, que garante a otimização de quatro conceitos básicos, estruturas, serviços, sistemas e gestão, possibilitando assim aos proprietários atingirem seus propósitos, tais como conforto, adequação, flexibilidade, valor comercial e segurança [Montebeller, 2011] [Huidobro e Tejedor, 2010].

O objetivo a automação residencial é tornar as tarefas cotidianas, que tomam um tempo considerável, ou evitar preocupações como esquecer luzes ligadas, janelas, portas abertas. Os sistemas devem agrupar processos e controles de uma maneira simples, facilitando a interação com o usuário. A forma com que a automação vai colaborar com os usuários está diretamente ligada aos gostos pessoais, tipo de vida e dos recursos disponíveis [Bolzani, 2004].

No Brasil, estima-se que 3% dos 70 milhões residências, possuem algum tipo de automação residencial, onde nos últimos 4 anos houve um crescimento de 300% no mercado, movimentando mais de R\$ 4 bilhões de reais. Também é possível observar grandes benefícios no uso da automação nas residências, aspectos como Conforto,

Segurança, Acessibilidade, Conveniência, Economia de energia entre outros. [Aureside, 2014].

Este trabalho tem o intuito de desenvolver um sistema de Automação Residencial microcontrolado, através da plataforma de prototipagem Arduino. Para o desenvolvimento foi construído um protótipo do sistema, fazendo uso de uma maquete, a placa Arduino, juntamente com sensores e atuadores, com o objetivo estudar e verificar a possibilidade de implementação do Arduino para gerenciamento de sistemas de automação residencial.

A interface do sistema de controle foi desenvolvida utilizando as linguagens de programação HTML (HyperText Markup Language) e CSS (*Cascading Style Sheets*) fornecendo a estrutura da aplicação web. A linguagem JavaScript foi usada afim de prover a comunicação entre o Arduino e o navegador, também é responsável pela exibição dos status das atividades que o usuário realiza no sistema.

2. Referencial Teórico

Esta seção apresenta tecnologias e conceitos referentes a este trabalho.

2.1 Arduino

O projeto Arduino teve início em 2005 na cidade de Ivrea, na Itália, onde o professor Massimo Banzi, o aluno David Mellis e o engenheiro eletrônico espanhol David Cuartielles foram os idealizadores deste projeto. [McRoberts, 2011], [Arduino, 2014]. O Arduino é uma plataforma open-source, ou seja os códigos, projetos, esquemas podem ser utilizados livremente, por qualquer pessoa em qualquer projeto. A plataforma é capaz de interagir com o meio ambiente por intermédio de hardware e software. Fornece ao usuário uma infinidade de funcionalidades, podendo ser conectado a uma rede, a um computador, enviar, receber e recuperar dados através da Internet.

A placa Arduino é composta por um dispositivo de hardware, que é responsável pela composição física do projeto e uma IDE (*Integrated Development Environment*), que nada mais é que o software que é executado no computador. A IDE produz um pequeno software, que pode ser carregado para a placa Arduino, que irá dizer o que o hardware deverá fazer [Banzi, 2009]. Possui diversos componentes sensores de temperatura, pressão, distância, receptores de GPS, módulos de internet, e qualquer outro dispositivo que possa ser controlado ou emita dados [McRoberts, 2011].

2.2 Arduino Mega 2560

Para a construção deste projeto será utilizada a placa Arduino Mega 2560, que possui como principais características um microcontrolador ATmega 2560, possui uma tensão de funcionamento de 5 Volts, 54 pinos digitais de entrada/saída, memória flash de 256 KB e o *clock* do processador de 16 MHz [Arduino, 2014].

3. Componentes

Nesta seção são demonstrados os principais componentes eletrônicos utilizados na composição do sistema de Automação Residencial Microcontrolado por Arduino.

3.1 Arduino Shield W5100

A plataforma Arduino Ethernet Shield W5100, permite que uma placa Arduino tenha acesso à Internet, é baseado no *chip* de Internet W5100 Wiznet, que permite até quatro conexões de soquete simultâneos. Existe também um *slot* para cartão SD, que pode ser usado para o armazenamento de arquivos, e utilizado na rede. Tem como principais características a tensão de funcionamento 5V, conecta-se a Internet através de um conector RJ-45 e possui uma velocidade de conexão de 10/100Mb [Arduino, 2014].

3.2 Sensor de Temperatura LM35

O sensor de temperatura LM35, é responsável pela medição da temperatura do ambiente, o LM35 é um sensor de precisão, que apresenta uma saída de tensão linear que é relativa a temperatura que se encontra no momento. Sua tensão de funcionamento fica na faixa de 4-20V, fornecendo uma saída do sinal de 10mA, valor correspondente a 1 grau na escala Celsius. Este sensor possui uma calibração linear e uma calibração inerente, também tem uma saída de baixa impedância, tornando assim o interfaceamento de leitura simples, barateando o sistema e função disso [Pinto *et al.* 2007].

3.3 LED

A definição de LED (*Light Emitting Diode*), vem da capacidade de alguns semicondutores em específicos possam emitir luz de diversas cores em uma faixa muito estreita de um comprimento de onda. Esses semicondutores tem a capacidade de converter a eletricidade em luz de uma maneira mais eficiente, isso implica em um menor uso de energia elétrica para ser ativado, também são fontes de luz que não geram calor [Conceição, 2007]. Os LEDs operam em um nível de tensão de 1.6 a 3.3v, e sua cor é determinada pelo tipo de dopagem o qual o componente recebe, e também o tipo de cristal que é utilizado [Harris, 2012], [Boylestad, 1999].

Os LEDs são muito utilizados em novos sistemas de iluminação, leituras numéricas de calculadoras e uma infinidade de dispositivos digitais, operam por vários anos sem apresentarem falhas [Fowler, 2008]. A vida útil de uma lâmpada LED é de 50000 horas, sendo que quando ocorre degradação, esta surge a partir de 30.000 horas de uso [Conceição, 2007].

3.4 Relé

O relé é um componente que pode ser ativado magneticamente funcionando assim como um interruptor, assumindo estados como “ligado” e “desligado [Ulaby, 2007]. O relé possui uma entrada, que funciona como um ímã, que se torna magnetizado quando o controle apresenta uma tensão positiva, em determinados tipos de relés, o ímã puxa uma peça de metal para baixo, conectando assim a entrada da fonte com a saída. Quando a entrada de controle retorna 0V a peça de metal retorna ao seu lugar de origem, desfazendo a conexão [Vahid, 2008].

4. Montagem de componentes

Para montagem do projeto, foram utilizados três coolers, responsáveis pela representação do ar condicionado, seis LEDs para indicação da iluminação residencial, 3 motores cc para abertura/fechamento das janelas, duas pontes H, que permitem inverter

o sentido do eixo de rotação dos motores, 3 relés para acionar/desligar o ar condicionado, uma fonte de alimentação 9 volts para alimentação da placa Arduino, uma fonte de 9 volts auxiliar. Todos os componentes são conectados através de fios e fixados na parte superior da maquete como mostra a figura 1.

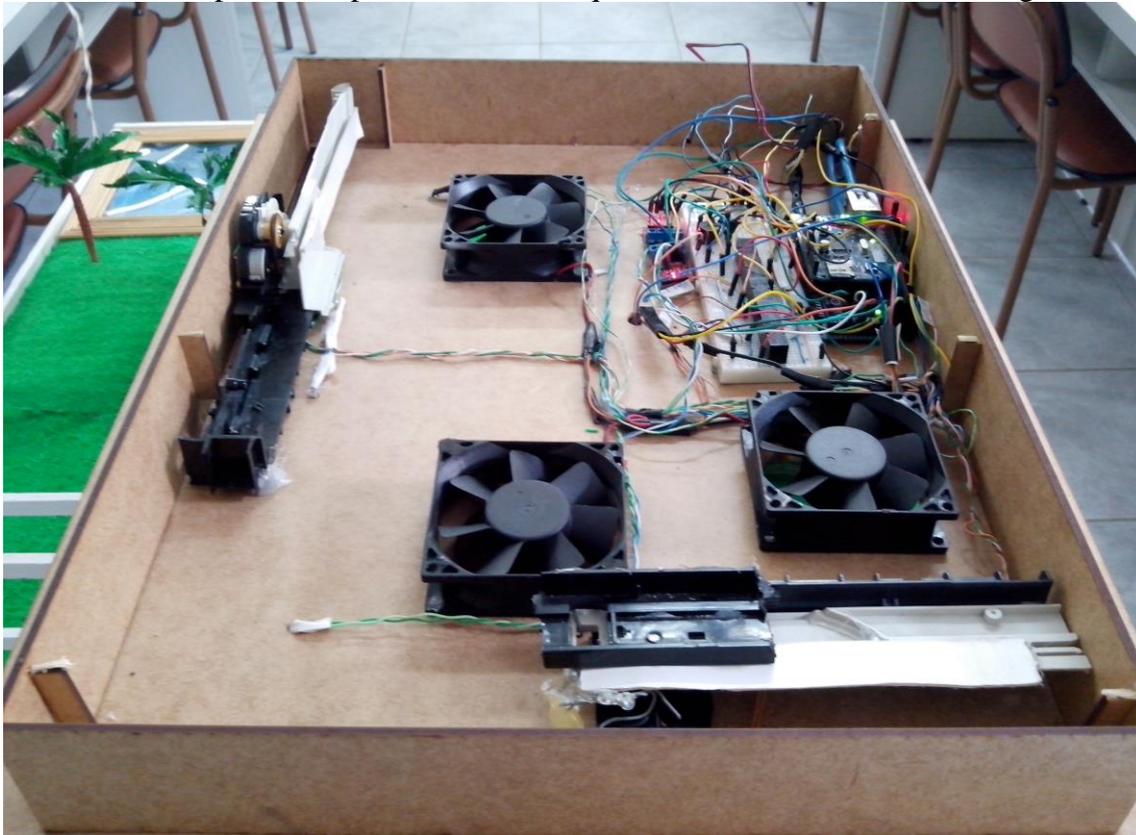


Figura 1- Conexão dos componentes

A figura 2 ilustra a composição do circuito e ligação dos componentes do projeto.

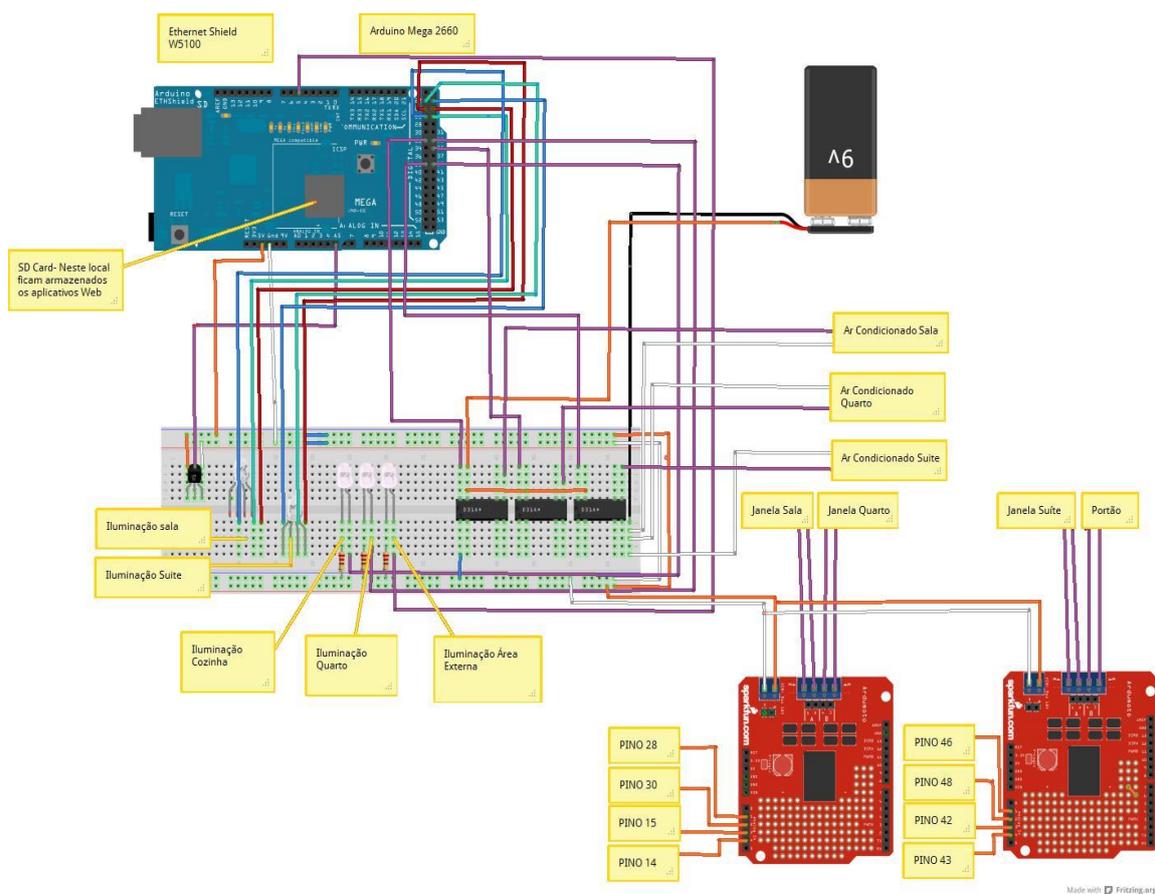


Figura 2. Circuito Automação Residencial Microcontrolado por Arduino

5. Trabalhos Correlatos

A proposta deste capítulo é apresentar trabalhos com assuntos relacionados ao tema Automação Residencial.

5.1 Casa Inteligente Microcontrolada por Arduino.

O trabalho apresentado por [Velho *et al.* 2012], tem como proposta realizar estudo sobre a automação residencial, suas principais funcionalidades e seu funcionamento. Também o uso da plataforma Arduino para o controle do sistema de automação do ambiente. O uso desta plataforma neste projeto, é justificado pelo seu baixo custo em relação aos protótipos e sistemas de automação que são comercializados no mercado. O protótipo é composto por uma placa Arduino, atuadores responsáveis pelo acionamento de equipamentos, sensores de temperatura e luminosidade. A interface fica por conta de um controle simples, com botões de acionamento.

5.2 Lar Inteligente através de Microcontroladores e Dispositivos Android.

O projeto desenvolvido por [Silva *et al.* 2012] visa dar continuação ao sistema DroidLAR, também tem como objetivo aprimorar o sistema e viabilizar sua implementação. O sistema DroidLAR foi desenvolvido em 2010 e pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina campus São José. O DroidLAR é constituído por microcontroladores (Arduino), *software* para telefone celular Android, redes sem fio ZigBee, e um Servidor de Automação residencial (SAR). O SAR é

formado por um PC x86 responsável por incorporar a lógica de controle dos dispositivos e por servir de conexão entre a rede sem fio ZigBee e a rede TCP/IP.

O artigo apresenta as melhorias realizadas no sistema Android, e também no desenvolvimento de um novo Servidor de Automação residencial (SAR).

As propostas dos trabalhos relacionados, apresentam algumas semelhanças com o trabalho proposto, como no controle da realização das tarefas de automação da residência. Porém possuem algumas diferenças, como o uso do Arduino Ethernet Shield W5100 para ter acesso à Internet. O módulo Ethernet Shield W5100 também permite o armazenamento da web site que será utilizado neste projeto, eliminando assim o uso de um computador pessoal para incorporar a lógica de controle de dispositivos e realizar a conexão com a rede. Também o aprimoramento da interface, com o objetivo de permitir ao usuário acessar o sistema de qualquer dispositivo eletrônico conectado à Internet, afim de facilitar o acesso ao sistema de uma forma simples e interativa.

6. Projeto e Implementação

A metodologia utilizada para desenvolvimento desse projeto é o ICONIX, por ser apropriado para projetos de pequeno porte. O ICONIX é um processo de desenvolvimento de software prático, simples e eficiente na análise de projeto, possui uma característica exclusiva denominada Rastreabilidade de requisitos, que possibilita verificar em todas as fases se os requisitos estão sendo atendidos, por isso sua abordagem é flexível e aberta. [Maia, 2005].

Segundo Silva e Videira (2001), a metodologia ICONIX é um processo iterativo e incremental voltada a casos de uso, está totalmente adaptada ao padrão UML. É apresentada como uma metodologia prática, de média complexidade, se comparada com a dificuldade da metodologia RUP (*Rational Unified Process*) e a simplicidade do XP (*Extreme Programming*).

O processo ICONIX trabalha a partir do desenvolvimento de diagramas de caso de uso fundamentados através do levantamento dos requisitos funcionais levantados, como é mostrado no Quadro 1.

Requisitos Funcionais	Descrição	Caso de Uso
Controle de Acesso.	O usuário informa login e senha para ter acesso ao sistema.	Realizar Login
Selecionar Ambiente.	O usuário seleciona qual ambiente na residência ele quer interagir.	Selecionar Ambiente
Controlar Abertura Portão.	O usuário seleciona abrir ou fechar a o portão da residência.	Selecionar Acionamento do portão
Controlar Iluminação.	O usuário seleciona ligar ou desligar a iluminação.	Selecionar Acionamento da Iluminação

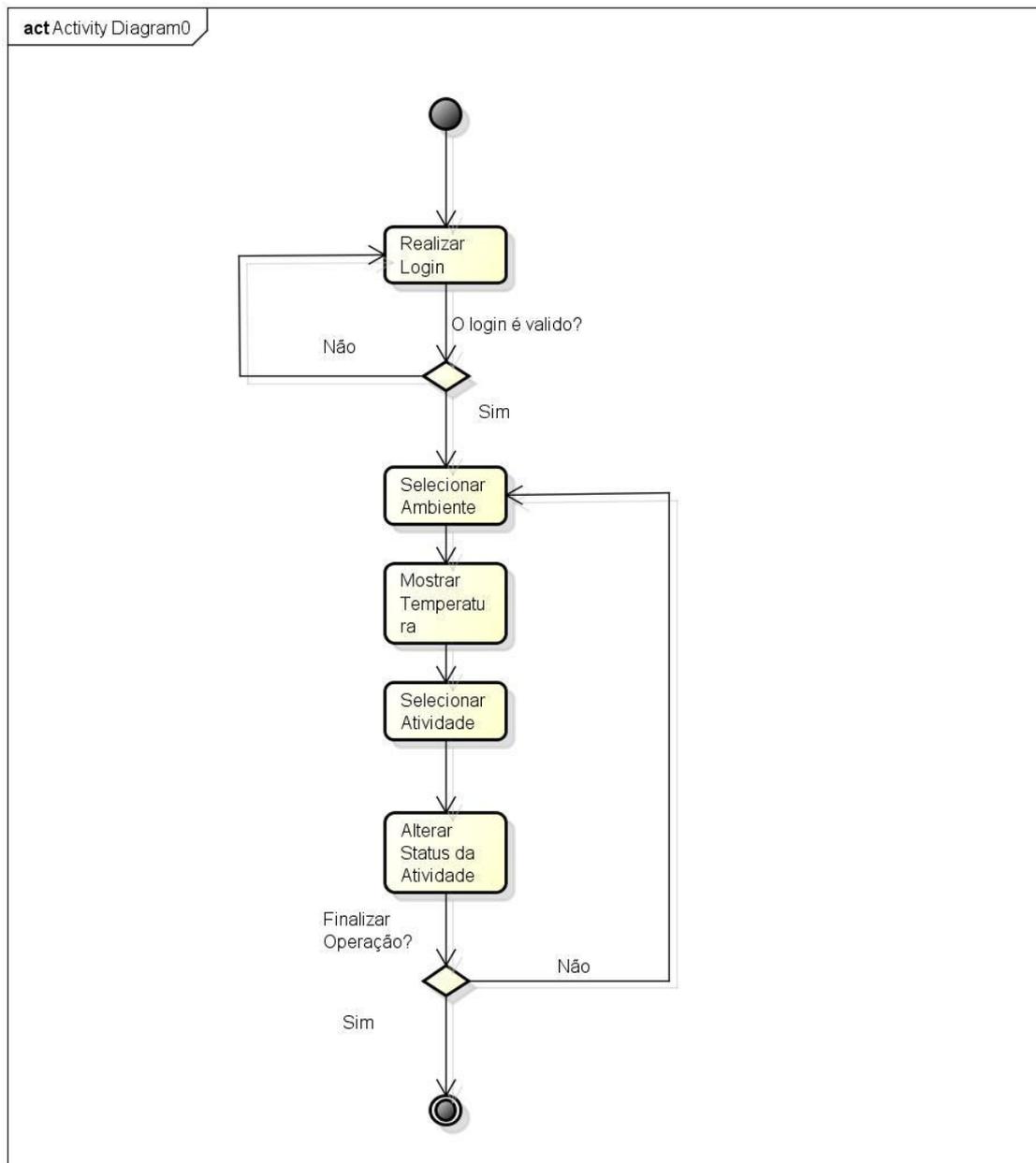
Controlar Intensidade Luminosa.	O usuário seleciona a intensidade luminosa do ambiente.	Selecionar Controle de Intensidade Luminosa.
Controlar Acionamento da janela.	O usuário seleciona abrir ou fechar a janela do ambiente.	Selecionar Acionamento de janelas
Controlar o Acionamento do Ar Condicionado	O usuário seleciona ligar ou desligar a o ar condicionado.	Selecionar Controle de Acionamento do Ar Condicionado
Mostrar Temperatura	O sistema exibe a temperatura ambiente para o usuário.	Mostrar temperatura

Quadro 1. Requisitos Funcionais

A interface do sistema foi desenvolvida utilizando as linguagens de programação HTML (*HyperText Markup Language*), juntamente com CSS (*Cascading Style Sheets*), responsáveis pela estrutura da aplicação web. Também foi usada a linguagem JavaScript, que possibilita a comunicação entre o navegador e a plataforma Arduino.

O algoritmo de controle foi desenvolvido através da linguagem C/C++, é responsável por gerenciar a comunicação entre o Arduino e a aplicação web, armazenar o status sistema, coordenar a abertura e fechamento das paginas HTML e controlar os atuadores do sistema.

Conforme as interações entre o usuário e aplicativo web, o Arduino gera as saídas, que determinam o fluxo de ações do sistema, como demonstra o diagrama de atividades na Figura 3.



powered by Astah

Figura 3. Diagrama de Atividades.

A etapa Alterar Status da Atividade, é responsável por alterar o os status das atividades do sistema, ou seja acender ou apagar os leds, acionar ou desligar o ar condicionado, abrir e fechar janelas entre outros. Para que isso ocorra o usuário deve acionar através do dispositivo web, figura 4, a ação que o sistema deve realizar. Os websites ficam armazenados no cartão SD, acoplado no Ethernet Shield W5100, que permite a leitura das páginas salvas no cartão SD e a conexão do Arduino com a Internet.

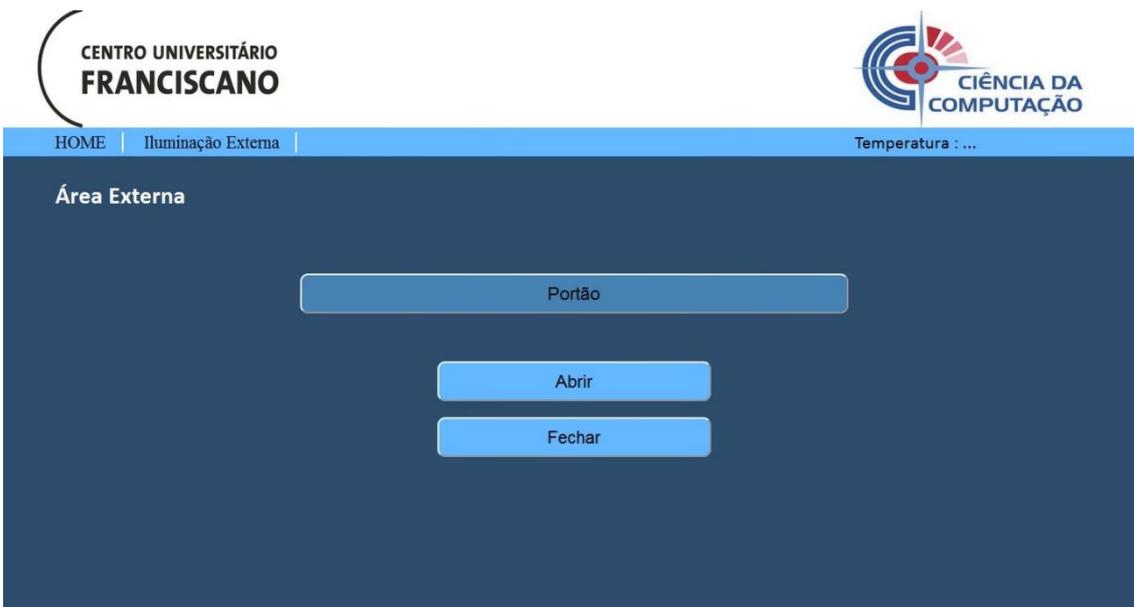


Figura 4. Website para abertura do Portão.

A ação do usuário altera o valor da variável *strPortao*, através dos métodos *dadosPortao1()* e *dadosPortao2()*, figura 4.

```
function dadosBotao1()
{
    statusPortao = 1;
    strPortao = "&portao=1";
}

function dadosBotao2()
{
    statusPortao = 0;
    strPortao = "&portao=0";
}
```

Figura 4. Métodos *dadosBotao1()* e *dadosBotao2()*.

Após a alteração no valor da variável *strPortao*, a requisição é enviada através do método *entradaDados()*, figura 5, que através da função *request.open()* envia os dados para a plataforma Arduino. Uma vez que os valores são enviados, a requisição é armazenada na variável *Http_req*, o que possibilita ao Arduino fazer a comparação entre os valores enviados, e o tipo de ação que o usuário solicitou ao sistema.

```

function entradaDados()
{
    nocache = "&nocache=" + Math.random() * 1000000;
    var request = new XMLHttpRequest();
    request.onreadystatechange = function()
    {
        if (this.readyState == 4) {
            if (this.status == 200) {
                if (this.responseXML != null) {
                    // Arquivo XML recebido - contém os valores analógicos, valores de chave e estados do portao
                    var count;
                    // entrada sensor
                    var num_an = this.responseXML.getElementsByTagName('analog').length;
                    for (count = 0; count < num_an; count++) {
                        document.getElementsByClassName("analog")[count].innerHTML =
                            this.responseXML.getElementsByTagName('analog')[count].childNodes[0].nodeValue;
                    }

                    // portão
                    if (this.responseXML.getElementsByTagName('portao')[0].childNodes[0].nodeValue === "aberto") {
                        statusPortao = 1;
                    }
                    else {
                        statusPortao = 0;
                    }
                }
            }
        }
    }

    request.open("GET", "dados_Arduino" + strPortao + nocache, true);
    request.send(null);
    setTimeout('entradaDados()', 1000);
    strPortao = "";
    Status(statusPortao);
}
}

```

Figura 5. Método entradaDados ().

As funcionalidades do sistema, são gerenciadas pelo Arduino através de funções específicas, como mostra a figura 6, essas funções têm como objetivo gerenciar o acionamento dos atuadores e alterar o status das variáveis, que são utilizadas para alterar o status no aplicativo web.

```

void controlePortao() {
    if (StrContains(HTTP_req, "portao=1")) {
        statusPortao = 1; //guarda status do portão
        digitalWrite(portaoA, LOW);
        digitalWrite(portaoB, HIGH);
        delay(3000);
        digitalWrite(portaoA, LOW);
        digitalWrite(portaoB, LOW);
    }
    else if (StrContains(HTTP_req, "portao=0")) {
        statusPortao=0; // guarda status do portão
        digitalWrite(portaoA, HIGH);
        digitalWrite(portaoB, LOW);
        delay(3000);
        digitalWrite(portaoA, LOW);
        digitalWrite(portaoB, LOW);
    }
}
}

```

Figura 6. Função para Controle de Abertura e fechamento do portão.

7. Resultados

O resultado deste projeto foi a criação de um dispositivo de controle para automação residencial utilizando a plataforma Arduino Mega 2560. O dispositivo de controle criado permite o gerenciamento na abertura de websites relacionados ao sistema, também o gerenciamento das atividades relativas à automação residencial do ambiente.

Para a realização dos testes, foi construída uma maquete, figura 8, de madeira e acrílico. O ambiente foi construído de acordo com as funcionalidades do sistema, é formado por uma sala de estar, uma suíte, um quarto, uma cozinha e mais a área externa.



Figura 8. Representação da residência em escala reduzida.

Afim de validar e testar o funcionamento do sistema de controle, todas as funcionalidades do sistema foram testadas em um período de 5 horas onde foi possível analisar pontos positivos e negativos, como destacado abaixo:

Pontos positivos:

- Eficiência no acionamento e desligamento dos atuadores.
- Facilidade na configuração das saídas e entradas do sistema.
- Efetividade no gerenciamento das páginas web, demorando em média de 1 a 4 segundos para a abertura das mesmas.

Pontos Negativos:

- Não foi possível implementar um sistema de controle acesso eficiente utilizando as linguagens de programação referenciadas para a construção deste projeto.
- Após 30 minutos de uso o sistema superaqueceu, acarretando na queda de desempenho.

A solução encontrada para o problema de aquecimento da placa Arduino foi, solucionado com a instalação de um sistema de arrefecimento, instalada na parte superior da placa.

8. Trabalhos Futuros

Como trabalho futuro fica o desenvolvimento de um sistema de controle de usuário eficiente, afim de garantir maior segurança aos usuários do sistema.

Outra proposta de trabalho futuro, é a implementação de um sistema de tolerância a falhas, afim de identificar e monitorar possíveis falhas ocorridas durante a execução das atividades do sistema.

Outro trabalho futuro, é a adição de câmeras de segurança, permitindo aos usuários monitorar a residência através do aplicativo web.

9. Conclusão

Com o crescimento da tecnologia, é cada vez maior o número de dispositivos que podem ser integrados na implementação de sistemas domóticos. Os estudos realizados para o desenvolvimento do projeto permitiram compreender aspectos relacionados à implementação, desenvolvimento e problemas relacionados a sistemas de Automação residencial.

A escolha da plataforma Arduino Mega 2560 e seus componentes na composição deste sistema, vem da facilidade de uso, capacidade de criação de uma gama de objetos, baixo custo e por ser uma plataforma open-source. O que permitiu a criação de um sistema de automação residencial eficiente na realização das atividades.

O sistema foi modelado e projetado utilizando a metodologia ICONIX, por ser um processo de desenvolvimento de software prático, simples e eficiente na análise de projeto, indicado para projetos de pequeno porte.

A elaboração deste projeto mostra ser viável a utilização da plataforma Arduino para sistemas de controle de automação residencial. É importante buscar alternativas para servir e armazenar os websites, uma vez que essas ações consomem muita memória do microcontrolador. Também faz necessário desenvolver um sistema de resfriamento, pois durante os testes o sistema mostrou um aquecimento excessivo da placa Arduino.

10. Referências

Arduino, (2014), “Arduino”, <http://arduino.cc>, Maio de 2014.

Aureside, (2014), “Associação Brasileira de Automação Residencial”, Junho de 2014.

Banzi, M. (2009), “Getting Started with Arduino”, 1ª Edição. O’Reilly.

- Bolzani, C. A. M. (2004), “Residências Inteligentes “, São Paulo, SP: Livraria da Física.
- Conceição, E.N. (2007), “Dentística: Saúde e Estética”, 1ª Edição. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Fowler, R. (2008), “Fundamentos de Eletricidade”, 7ª Edição. Bookman.
- Harris, T. (2014) “Como funcionam os LEDs”, <http://eletronicos.hsw.uol.com.br/led.htm>, Maio de 2014.
- Huidobro, J.M., e Tejedor, R. J. M. (2010), “Manual de Domótica”, Ed.Creaciones Copyright.
- Maia, J. A.(2005),” Construindo softwares com qualidade e rapidez usando ICONIX”, <http://www.guj.com.br>, Julho de 2014.
- McRoberts, M. (2011) “Arduino Básico”, São Paulo, SP: Novatec.
- Montebeller, S.J (2011),” Sensores sem fios - Avaliação e Emprego na Automação de Sistemas Prediais”, 1ª Edição. São Paulo, SP: Biblioteca 24 horas.
- Pinto, G. S., Silva, T. L., Vieira, L. A., Souza, K. T.(2007), “Sistema de Monitoramento para Cultivo em Áreas Cobertas”, Instituto de Estudos Superiores da Amazônia – IESAM.
- Silva, G. P.M., Sobral M. M., Melo, E. R. (2012), “Lar Inteligente através de Microcontroladores e Dispositivos Android”, 1º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT.
- Silva, A M.R.; Videira, C.A.E. (2001), “UML, Metodologias e Ferramentas Case”. Lisboa: Centro Atlântico, 2001.
- Ulaby, F.T. (SD) “Eletromagnetismo para Engenheiros”, Ed Bookman.
- Vahid, F. (2008) “Sistemas Digitais”, Ed Bookman.
- Velho, H., Ogayar, R., Oliveira, A.A.M. (2012) “Casa Inteligente Microcontrolada por Arduino”, 12º XII Simpósio De Informática – SIRC.