

SISTEMA PARA AUTOMAÇÃO DE JANELAS**SYSTEM FOR WINDOW AUTOMATION**David Salomão Arruda¹Ricardo Rall³**RESUMO**

As residências estão se modernizando constantemente em busca de conforto e segurança. Para solucionar essas questões, aplica-se o conceito de domótica, que tem como principal objetivo, melhorar o controle, a praticidade e a segurança das residências. Com esse conceito, foi desenvolvido um protótipo de uma janela automatizada e o seu respectivo sistema de controle, que controla um sensor de chuva YL-83, para captar os índices de chuva; um motor de passo 28BYJ-48, que pode executar a abertura ou o fechamento da janela; um sensor infravermelho para detectar possíveis obstáculos que impeçam esses movimentos e também um sensor de luminosidade com um resistor dependente de luz (*Light Dependent Resistor, LDR*) que capta a incidência de luz, para a percepção do período do dia e mais dois *leds* (um na cor vermelha e outro, na verde) que emitem sinais de alerta. A plataforma utilizada para o desenvolvimento foi o Arduino, que através de diversas placas, sensores e atuadores, tornou possível a criação desse protótipo. Esse sistema para automação de janelas, pode ser aplicado em qualquer ambiente seja residencial ou empresarial.

Palavras-chave: Arduino. Domótica. Empresas. Residências.

ABSTRACT

Residences are constantly modernizing in search of comfort and safety. In order to answer these issues, it's applied the concept of home automation, which has as main objective to improve the control, practicality and security of houses. Within this context, it was developed a prototype of an automated window and its control system. It controls a rain sensor YL-83, to capture rainfall indexes. It also has a 28BYJ-48 stepper motor, which can perform window opening or closing, an infrared sensor to detect possible obstacles that prevent these movements and also a luminosity sensor with a light dependent resistor (LDR) that captures the light incidence, for the perception of the day period and two more LEDs (one in red and the other in green) that emit warning signals. Arduino was the used plataform, which through several plates, sensors and actuators, made it possible the creation of this prototype. This system for window automation can be applied in any environment whether residential or business.

Keywords: Arduino. Domotic. Companies. Residence.

¹Discente do curso Análise e Desenvolvimento de Sistema, Faculdade de Tecnologia de Botucatu-Fatec

²Docente da Faculdade de Tecnologia de Botucatu-Fatec-Botucatu. Av. José Ítalo Bacchi, s/n - Jardim Aeroporto, Botucatu - SP, 18606-851. e-mail: ricardo.rall@fatec.sp.gov.br

1 INTRODUÇÃO

Segundo Lisboa e Cruz (2014), existem inúmeras possibilidades para a automação residencial. Facilmente se integra serviços da eletrônica com os da computação a diversas tecnologias que possuem baixo custo e viabilizam os projetos de automação residencial, seja para comodidade ou segurança dos usuários.

A automação residencial é um conceito atual que está cada vez mais presente nos lares. As tecnologias disponibilizadas pelo mercado estão deixando de ser um luxo exclusivo para poucos e se tornando um símbolo de residências seguras com conforto e acessível para todos interessados (SGARBI, 2007).

Para os construtores e empreendedores da área, o diferencial é disponibilizar a seus clientes uma infraestrutura de automação que permita que o residente concilie conforto e segurança às suas necessidades e orçamento (CANATO, 2007).

Uma residência inteligente deve contemplar as diversas atividades realizadas pelos moradores, de forma a interagir com eles a todo instante, garantindo conforto e segurança. As residências podem ser sensíveis e responder às atividades diárias dos seus moradores, detectando rapidamente as condições do ambiente através de sensores. O pressionar de um botão ou a mudança de estado de um sensor pode disparar uma rotina computacional pré-programada que tem como resultado mudar o estado de diversos atuadores (BOLZANI, 2010).

A palavra Domótica é a junção da palavra latina *Domus* (casa) e do termo Robótica. Domótica está associada com a instalação de tecnologias em residências, utilizando dispositivos eletrônicos ou eletroeletrônicos, com a função de melhorar a qualidade de vida, a segurança das residências e proporcionar uma maneira de usar os recursos das residências de forma racional para seus residentes. Existem outros termos para denominar domótica, tais como: “Edifício Inteligente”, “Casa Inteligente”, “Ambiente Inteligente”, entre outros, (SGARBI, 2007).

Para construir o protótipo da janela automatizada, baseando-se nos conceitos de domótica, foi utilizado a plataforma Arduino, que segundo a Arduino (2019). “O Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e *software* fáceis de usar.” Também foi necessário o uso da linguagem de programação C em conjunto com a plataforma Arduino, para Backes (2013), a linguagem C é uma das linguagens de alto nível de maior sucesso, sendo uma das mais utilizadas. Linguagem de alto nível define-se como uma linguagem que está mais próxima à linguagem humana, comparando-se a linguagem de máquina. Foi desenvolvida nos laboratórios *Bell* por Dennis Ritchie e em 1989 foi revisada e padronizada pela ANSI (*American National Standards Institute*). É uma linguagem de estrutura

simples que permite grande portabilidade. Quase todas arquiteturas de computadores possuem um compilador C. Seu compilador gera códigos mais enxutos e velozes, se comparado com a maioria das linguagens.

Outra tecnologia utilizada, em especial na parte da fixação dos componentes, foi a tecnologia de impressão 3D. O processo de impressão 3D consiste na deposição de várias camadas de materiais, seguindo um modelo digital como base, (AUTODESK IN., 2019).

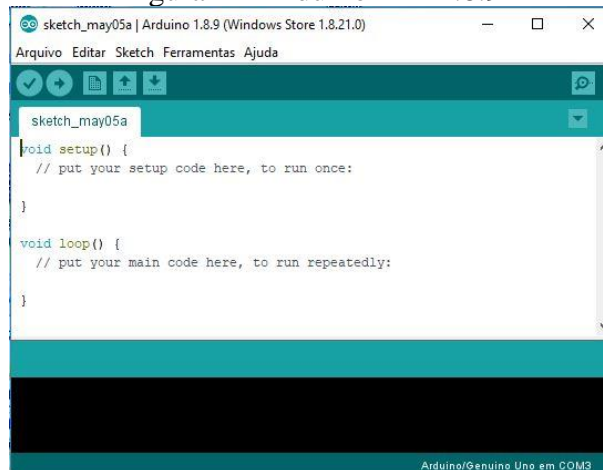
O objetivo deste artigo foi, a partir dos conceitos de domótica e a plataforma Arduino, desenvolver um sistema de controle automatizado de abertura e fechamento de uma janela, captando as variações climáticas e a presença de obstáculos por meio de sensores e acionando o mecanismo de abertura e fechamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do sistema de controle envolveu pesquisas bibliográficas em artigos e livros, baseada nos termos domótica, automação residencial e Arduino. Também foi necessário um levantamento de requisitos de hardware mais adequados ao projeto em relação à eficiência e relação custo-benefício.

A codificação e os testes do protótipo foram desenvolvidos utilizando a *IDE* Arduino 1.8.9 (*Integrated Development Environment*), que é um *software* de código aberto, desenvolvido em Java e outros *softwares* de códigos aberto, possibilitando a gravação de códigos e o *upload* para o fórum e pode ser usada em qualquer placa (ARDUINO, 2019). Segue na Figura 1 a *IDE* Arduino na versão 1.8.9

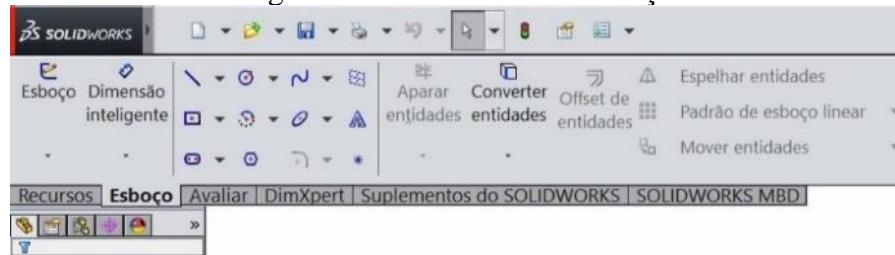
Figura 1 – Arduino *IDE* 1.8.9



Fonte: Autor (2019).

Para gerar os modelos 3D dos suportes de fixação dos sensores, foi utilizado o *software SolidWorks*. Os modelos foram desenvolvidos usando as ferramentas de esboço, que permitiram a criação da estrutura principal do modelo, definindo suas dimensões e geometrias conforme a necessidade. A Figura 2 apresenta as ferramentas de esboço disponível no *SolidWorks*.

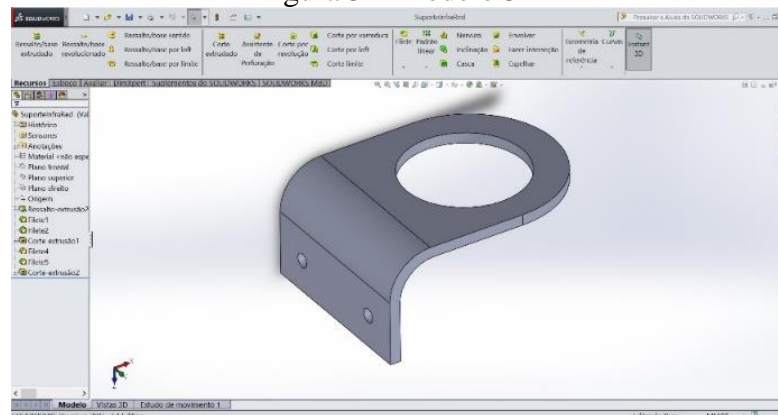
Figura 2 – Ferramentas de esboço



Fonte: Autor (2019).

Foram utilizados outros recursos como o de ressaltos extrudados, que permite criar modelos 3D de forma intuitiva e o de cortes extrudados, que permite adicionar detalhes de corte ao modelo 3D, como rebaixas, furos, canais, cavidades entre outros. Através dos recursos de filete, foi possível adicionar facilmente raios e chanfros aos modelos 3D. Na Figura 3 observa-se um modelo 3D utilizando as ferramentas do *SolidWorks*.

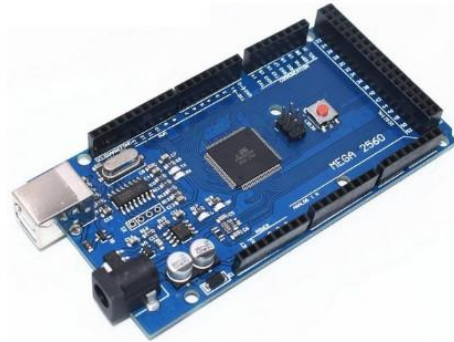
Figura 3 – Modelo 3D



Fonte: Autor (2019).

Como base para o desenvolvimento do protótipo, foi utilizada a plataforma Arduino, cujo principal componente foi a placa Arduino Mega 2560 (FIGURA 4), baseada no micro controlador *ATmega2560*, com 54 pinos digitais (que permite a entrada e saída dos dados digitais), 16 pinos analógicos, uma entrada *USB*, um botão de *reset*, um conector para energia e uma entrada *ICSP* que permite programar diretamente a placa.

Figura 4 – Arduino Mega



Fonte: Eletrogate (2019).

Para ligar e energizar os sensores e atuadores, foi utilizada uma *protoboard*, que permitiu maior praticidade no desenvolvimento do protótipo. Uma *protoboard* é definida como um dispositivo reutilizável, que não necessita do uso de solda para interligar circuitos. É comumente aplicado em prototipagem de circuitos eletrônicos. Esta placa consiste basicamente em um conjunto de furos em uma grade, sob uma placa, que são conectados entre si através de tiras de materiais condutivo. Na Figura 5 observa-se uma *protoboard*.

Figura 5 - Protoboard



Fonte: Eletrogate (2019).

Para utilização da *protoboard*, foi necessário o uso de fios *jumpers* (FIGURA 6). Que são condutores de energia geralmente utilizados para conectar dois pontos em um circuito elétrico.

Figura 6 - Jumpers



Fonte: Eletrogate (2019).

Para executar a abertura e fechamento da janela, foi utilizado um motor de passo 28BYJ-48 (FIGURA 7). Que segundo McRoberts (2015), estes motores apresentam diferenças em relação a motores-padrão, pois permite que sua rotação seja dividida em um conjunto de passos.

Figura 7 - Stepper Motor 28BYJ-48



Fonte: Eletrogate (2019).

Para detectar se a janela está aberta ou fechada, foram utilizadas duas chaves fim de curso (FIGURA 8). Estes sensores quando pressionados mudam de estado, assim indicando o fim de curso.

Figura 8 – Chave fim de curso



Fonte: Eletrogate (2019).

Para captar a chuva, foi utilizado um sensor YL-83, que possui uma placa sensorial que pode captar, chuva ou neve e um controlador que deve ser acoplado à placa Arduino. Com este sensor foi possível trabalhar com as portas digitais do Arduino, onde qualquer índice de chuva o sensor irá mudar de estado, sendo esses estados 0 ou 1 (chuva ou seco). Este sensor também pode ser utilizado com as portas analógicas, permitindo que o sensor não só capte a chuva, mas determine os índices de chuva. Segue na Figura 9, o sensor de chuva utilizado no protótipo.

Figura 9 – Sensor de chuva YL-83



Fonte: Eletrogate (2019).

Para sinalizar que a janela está em movimento, foram usados dois *leds* (FIGURA 10), um na cor verde, indicando que a janela está sendo aberta e outro na cor vermelha, sinalizando que a janela está fechando. *Leds* são basicamente um diodo emissor de luz, possui dois terminais, anodo e catodo, que conforme são polarizados permitem ou não a passagem de corrente.

Figura 10 - Led



Fonte: Eletrogate (2019).

Para garantir segurança no processo de abertura e fechamento da janela, foi utilizado um sensor Infravermelho E18-D80NK (FIGURA 11). Este sensor permite detectar diversos tipos de obstáculos. Com isso é possível determinar que a janela feche com segurança.

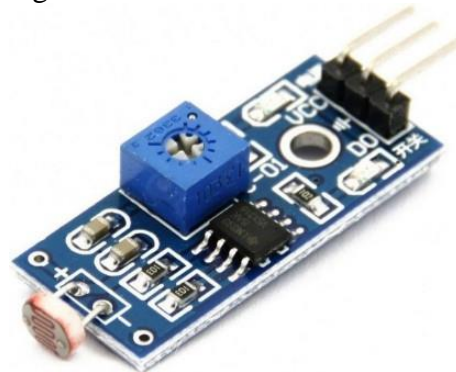
Figura 11 - Sensor Infravermelho E18-D80NK



Fonte: Eletrogate (2019).

Para captar a incidência solar e determinar se é dia ou noite, foi usado um sensor (FIGURA 12) de luminosidade *Light Dependent Resistor* (LDR), que permite captar a luz através de uma resistência que varia conforme a incidência de luz sobre ele. Com este componente quando anoitecer e a janela estiver no modo automático, ocorrerá o fechamento automático.

Figura 12 – Sensor de luminosidade



Fonte: Eletrogate (2019).

Para se determinar se a janela está no modo manual ou automático, foi utilizado uma chave gangorra (FIGURA 13). Que é um botão que possui os estágios ligado ou desligado. Quando ligado a janela opera em modo automático, fechando e abrindo conforme as variações dos demais sensores. Se a chave estiver desligada então os movimentos de abertura e fechamento devem ser executados pelo usuário através de botões.

Figura 13 – Chave gangorra



Fonte: Eletrogate (2019).

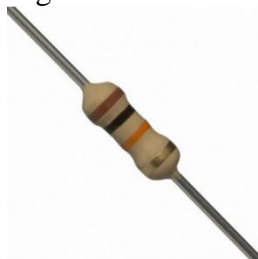
Para controlar a janela manualmente, foi utilizado dois *Push button*, que quando pressionados, acionam o motor de passo para que seja realizado o movimento de abertura ou fechamento da janela, conforme Figura 14.

Figura 14 – *Push button*

Fonte: Eletrogate (2019).

Para a implementação de alguns componentes, foi necessário o uso de resistores, que são dispositivos que geram uma determinada resistência a uma corrente elétrica, diminuindo sua voltagem, (MCROBERTS, 2015). Na Figura 15 observa-se um resistor.

Figura 15 - Resistor



Fonte: Eletrogate (2019).

Conforme a Figura 16, os sensores e atuadores utilizados no protótipo foram interligados em uma *protoboard* e energizados através de fios *jumpers* que conduziram a corrente elétrica da placa Arduino para os demais componentes. Para documentar os circuitos, foi utilizado o *software Fritzing*, que permite criar os mais variados circuitos eletrônicos, com diversos sensores, atuadores, placas, entre outros componentes.

Para a utilização correta dos *leds*, foi necessário o uso de resistores de 220 *ohms*, pois os *leds* trabalham em uma corrente elétrica menor do que os 5v fornecidos pela placa Arduino Mega.

Para garantir que o resistor tivesse o efeito desejado, foi necessário calcular o valor do resistor, dado em ohms, pela fórmula:

$$R = (V_s - V_L) / I$$

Onde:

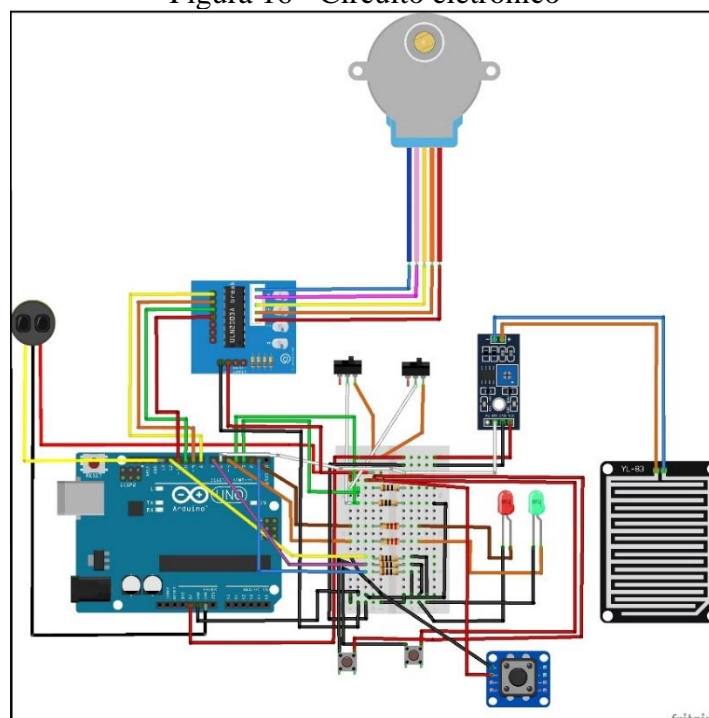
V_s - Voltagem fornecida.

V_L - Voltagem do componente.

I - Corrente do componente.

Para os sensores de fim de curso, foram usados resistores *pull-up*, para garantir que o valores lidos fossem corretos, não recebendo nenhum tipo ruído eletrônico que pudessem alterar o estado dos sensores indevidamente.

Figura 16 - Circuito eletrônico

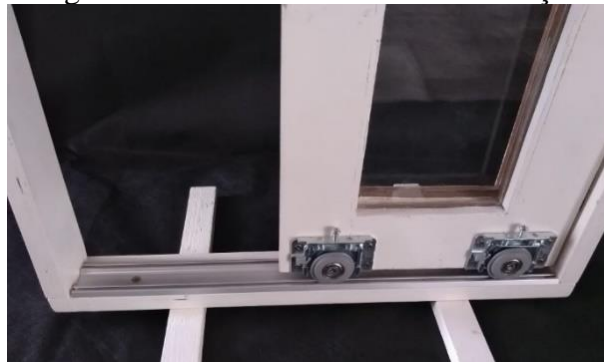


Fonte: Autor (2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A janela, estrutura principal do protótipo, foi feita em madeira, com vidros lisos transparentes de 3 mm de espessura e apresentando trilhos de alumínio que permitiram o movimento de abertura e fechamento. Também possui uma cremalheira que foi fixada em sua lateral, para a conversão do movimento rotacional da engrenagem acoplada ao motor, em movimentos lineares. Observa-se na Figura 17, a janela com os trilhos e as roldanas utilizadas para dar o movimento de abertura e fechamento a janela.

Figura 17– Mecanismos de movimentação



Fonte: Autor (2019).

Na Figura 18, pode-se observar a janela automatizada com seus respectivos sensores e atuadores necessários para o funcionamento do protótipo.

Figura 18 - Janela Automatizada



Fonte: Autor (2019).

O protótipo apresentou um ótimo custo benéfico. Em um orçamento realizado na loja virtual Eletrogate, foi calculado que o custo para automatizar a janela foi de R\$ 162,40. Com

esse valor foi possível adquirir todos os componentes necessário para automatizar a janela. Segue abaixo na Tabela 1 os componentes e os seus respectivos valores.

Tabela 1 – Lista de componentes

Item	Descrição	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Subtotal (R\$)
1	Chave gangorra 2 Terminais	1	0,90	0,90
2	Jumpers Macho/Fêmea 10 cm	40	0,17	6,90
3	Led difuso 3mm Verde	1	0,10	0,10
4	Led difuso 3mm Vermelho	1	0,10	0,10
5	Arduino Mega 2560 R3	1	84,90	84,90
6	Motor de Passo Driver ULN 2003	1	16,90	16,90
7	Sensor Chuva YL-83	1	7,90	7,90
8	Sensor luminosidade LDR	1	5,90	5,90
9	Resistor 10K 1/4W	10	0,15	1,50
10	Sensor Infravermelho E18-D80NK	1	36,90	36,90
11	Push Button 6x6x6 mm	2	0,20	0,40
			Total (R\$)	162,40

Fonte: Autor (2019).

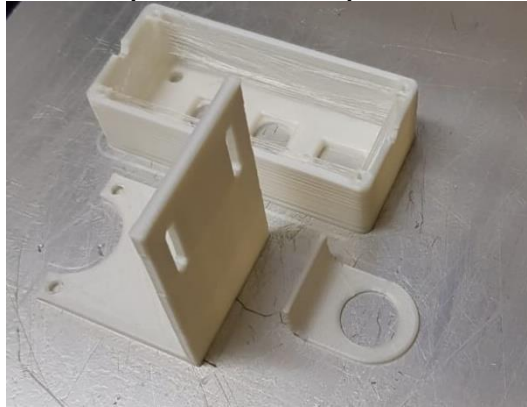
Alguns componentes necessitaram de um suporte para que fosse possível a sua fixação na estrutura da janela. Os suportes para fixação foram desenvolvidos através do *software SolidWorks*, que permitiu criar os modelos 3D, posteriormente materializados através de uma impressora 3D. Conforme as Figuras 19 e 20, observa-se os resultados obtidos do suporte para o motor de passo, sensor de chuva, sensor infravermelho, caixa de *leds* e botões.

Figura 19 – Motor de passo e sensor de chuva



Fonte: Autor (2019).

Figura 20 – Suporte botões e suporte infravermelho



Fonte: Autor (2019).

A codificação do sistema de controle foi desenvolvida no Arduino *IDE* 1.8.9, que suporta qualquer tipo de placa Arduino, permitindo maior facilidade para gerar e testar os códigos. A *IDE* também forneceu um monitor serial onde foi possível consultar os valores captados pelos sensores.

A função principal denominada *void loop* consiste em um *if* e *else* principal, este *if* verifica se a chave gangorra está desligada, ou seja, se a janela está no modo manual. Se esta condição for verdadeira, então será executado um trecho de código que contém dois *ifs* encadeados: o primeiro *if* verifica se foi pressionado o botão de fechar a janela e se ela está aberta no momento, se sim, então é aceso o *led* vermelho e a janela é fechada. O segundo *if* encadeado, verifica se o botão de abrir a janela está pressionado e se a janela não está totalmente aberta, se sim, então é aceso o *led* verde e a janela é aberta. Se o *if* principal for falso, então é executado o bloco de código que está dentro do *else*. Esse bloco de código consiste em um conjunto de *ifs* encadeado que verificam os estados dos sensores. A primeira condição *if* verifica se o sensor de luminosidade não está captando luz e se a janela está aberta, se estas condições forem verdadeiras, então o *led* vermelho acende e fecha a janela. Caso contrário, será verificado o outro *if*, isto é, se o sensor de chuva está captando algum nível de chuva e se a janela não está fechada e se não há nenhum obstáculo impedindo o fechamento da janela, se sim, então é aceso o *led* vermelho e a janela será fechada, senão será verificado outro *if*, que verifica se não está chovendo e se a janela não está totalmente aberta e se há luminosidade no ambiente, se estas condições forem verdadeiras, então será aberta a janela e acenderá o *led* verde. Figura 21 apresenta um trecho da função principal executada pela placa Arduino Mega.

CANATO, D. A. **Utilização de conceitos de integração de sistemas direcionados a domótica: estudo de caso para automação residencial**. 107 f. 2007. Dissertação (Mestrado em engenharia mecânica) Universidade de Campinas, Campinas, 2007. Disponível em: < http://repositorio.unicamp.br/bitstream/reposip/265350/1/canato_decioalbino_m.pdf>. Acesso em: 04 maio 2019.

CRUZ, A. A.; LISBOA, E. F. WebHome–automação residencial utilizando Raspberry Pi. **Revista Ciência e Tecnologia**, v. 17, n. 31, 2014. Disponível em: < <http://www.revista.unisal.br/sj/index.php/123/issue/view/29>>. Acesso em: 29 Mar. 2019. DASSAULT SYSTÈMES. Disponível em: < <https://www.3ds.com/pt-br/>>. Acesso em: 04 maio 2019.

DEMÉTRIO, F. G. et al. Análise e implantação da domótica em edifícios residenciais de alto padrão. **Encontro Latino Americano de Iniciação Científica**, p. 1-12, 2016. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2016/anais/arquivos/RE_0809_1057_01.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2019.

DIAS, C. L. A.; PIZZOLADO, N. D. Domótica: aplicabilidade e sistemas de automação residencial. **Vértices**, v. 6, n. 3, p. 9-32, 2010. Disponível em: < <http://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/viewFile/1809-2667.20040015/86>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

ELETROGATE. Disponível em <https://www.eletrogate.com/>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico-2ª edição: Tudo sobre o popular microcontrolador Arduino**. Novatec Editora, 2015.

SGARBI, J. A. **Domótica inteligente: Automação Residencial Baseada em Comportamento**. 2007. 107 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) Centro Universitário da FEI, São Bernardo do Campo-SP. Disponível em: < <https://fei.edu.br/~flaviot/ibas/downloadfiles/DissertacaoSgarbi.pdf> >. Acesso em: 15 abr. 2019.

SILVA, M. C.; GAMBARATO, V. T. S. Domótica E Tecnologias Utilizadas Na Automação Residencial. **Tekhne e Logos**, v. 7, n. 2, p. 56-67, 2016. Disponível em: < <http://fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/view/389/270> > Acesso em: 08 abr. 2019.

WANZELER, T.; FULBER, H.; MERLIN, B. Desenvolvimento de um sistema de automação residencial de baixo custo aliado ao conceito de Internet das Coisas (IoT). **XXXIV Simpósio Brasileiro de Telecomunicações**. Santarém, PA, p. 40-44, 2016. Disponível em: < <http://sbrt.org.br/sbrt2016/anais/ST02/1570269244.pdf> >. Acesso em: 04 abr. 2019.