

# **ArdHouse: Controle de cargas domésticas e mensuramento da corrente elétrica com o Arduino (TCC)<sup>1</sup>**

**Cristiano Michel Ceolin Fontana<sup>2</sup>**  
**José Antônio Oliveira de Figueiredo<sup>3</sup>**

## **RESUMO**

Este artigo apresenta a execução de um trabalho de automação residencial, sobre a plataforma Arduino. O principal objetivo é permitir ao usuário ligar e desligar equipamentos de uma residência ao mesmo tempo em que é feita a medição do consumo de corrente elétrica de cada equipamento acionado. O sistema conta com um micro-servidor web implementado diretamente no Arduino, na linguagem Wire e jQuery Mobile.

Palavras-chave: Automação Residencial. Domótica. Arduino.

## **INTRODUÇÃO**

Pensava-se em automatizar funções industriais para otimizar o tempo e aumentar a produção. Hoje, a automação está evoluindo de tal forma que já faz parte de algumas casas, proporcionando comodidade e conforto para as pessoas. Quando um morador de uma residência deseja desligar determinado dispositivo ou até mesmo controlar o consumo dos equipamentos, pode realizar essas atividades através da utilização de um dispositivo móvel. Com este trabalho, contribuimos com a implementação prática de automação residencial, utilizando a plataforma Arduino e dispositivos móveis. Foca-se em controle de cargas com mensuramento da corrente elétrica, convertida em reais, além de ser desenvolvida para multi-plataforma, visto que rodará através de um browser.

---

<sup>1</sup> Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet do Instituto Federal Sul-rio-grandense, Câmpus Passo Fundo, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas para Internet, na cidade de Passo Fundo, em 2015.

<sup>2</sup> Graduando em Tecnologia em Sistemas para Internet pelo IFSUL campus Passo Fundo. E-mail: 119.csmx@gmail.com.

<sup>3</sup> Orientador, professor do IFSUL. Email: jose.figueiredo@passofundo.ifsul.edu.br.

Dentre os trabalhos relacionados, destaca-se o artigo de Piyare, publicado em 2013 pela revista *International Journal of Internet of Thing*, que descreve o desenvolvimento de um sistema de Internet das Coisas sobre automação residencial baseado em Arduino e Android. Outro trabalho diretamente relacionado é o artigo de Javale publicado em 2013 na revista *International Journal of Electronics Communication and Computer Technology*, o qual descreve uma automação residencial e um sistema de segurança usando Android, enquanto o nosso trabalho faz a automação residencial, também com Arduino, mas opta por uma interface web mobile, construída sobre o framework JQuery Mobile. Outro fator que pode destacar-se é que trabalhamos com o mensuramento de corrente elétrica, com ênfase no valor gasto em reais.

O restante deste artigo está dividido como segue: Na seção 2 é feita uma breve revisão de literatura sobre a terminologia relacionada; na seção 3 é feita a explanação de como o protótipo foi projetado; a seção 4 apresenta e discute alguns resultados obtidos e, por fim, na seção 5 são apresentadas algumas das considerações finais.

## **1 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL**

Automação Residencial, também conhecida como domótica, traz inúmeros benefícios para seus usuários. Apesar de ser algo recente no Brasil, já é realidade há mais tempo no exterior. O EUA foi o primeiro país a recomendar o desenvolvimento de automação residencial, criando em 1984 a NAHB (National Association of Home Builders), mas por um longo período, a domótica não foi difundida pelo seu custo elevado, sendo restrita apenas a usuários de maior poder aquisitivo. (CIAU, 2010).

Comodidade e segurança são, frequentemente, aspectos de maior relevância em projetos de automação residencial e, por este motivo são normalmente contemplados em projetos desenvolvidos. MARCHESAN relata que, “existem diversos trabalhos que tratam do monitoramento residencial e da automação, cujo desenvolvimento utiliza vários tipos de hardware. Todos eles procuram garantir maior conforto e segurança aos usuários”. (2012, p.14).

Desse modo, a automação veio para facilitar a vida dos usuários. Rotinas que antes eram feitas com uma certa frequência podem ser automatizadas. CIAU (2010), descreve como a automação pode ser útil no dia a dia, automatizando funções. Uma pessoa que mora em uma casa, frequentemente usa alguns dispositivos, na mesma ordem. O objetivo da automação seria, reconhecer e automatizar estes padrões de interação.

## **1.1 ARDUINO**

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica, de hardware livre e de placa única, projetada com um microcontrolador da família Atmel. A construção do hardware livre é baseada em um projeto com suporte embutido de entrada/saída. (EVANS, 2013). O Arduino difundiu-se em todo o mundo devido principalmente à sua facilidade de manuseio. Hoje basta uma simples pesquisa na Internet para encontrar várias referências ou projetos relacionadas com a plataforma.

O autor MCROBERTS (2011) complementa ao dizer que havia muitas soluções disponíveis no mercado, mas o Arduino foi a que mais o agradou. Um dos fatores mais importantes da explosão dele é que o “hardware e o software do Arduino são ambos de fonte aberta”.

O projeto iniciou em 2005 na Itália, começou com pessoas que trabalhavam na área de design e buscavam inovações que envolvessem computação, porém de fácil aprendizado. Com esse intuito nasce o Arduino. Os criadores da plataforma optaram por compartilhar o código fonte e os diagramas eletrônicos do projeto; desta forma o Arduino difundiu-se rapidamente. Apenas o nome da plataforma é protegido pelo direito de propriedade. (ERTHAL, 2014).

## **1.2 SENSOR DE CORRENTE ELÉTRICA**

Este sensor tem a capacidade de medir a quantidade de corrente elétrica que algum equipamento está consumindo em determinado momento. O mensuramento dessa corrente elétrica mostra para o usuário a amperagem que é justamente a quantidade de elétrons que transitam em um fio.

Devido à facilidade de integração com o Arduino, escolhemos o sensor ACS712 para efetuar o mensuramento da corrente. O sensor, que se baseia no efeito Hall para fazer as medidas, é aplicável tanto em circuitos de corrente alternada como corrente contínua. Na Figura 1, pode ser observado o módulo, que tem na saída (B) um sinal de tensão analógica que varia linearmente à corrente monitorada. (MICROSYSTEMS, 2006).

**Figura 1 - Sensor de Corrente ACS712**

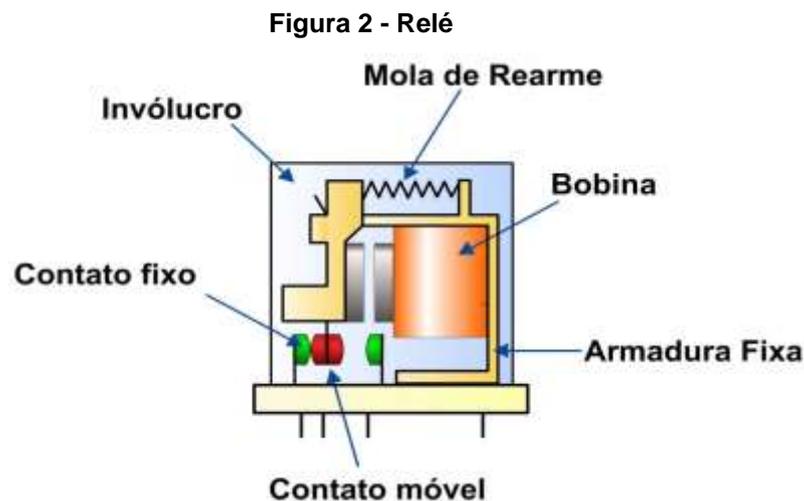


Fonte: EMBEDDED-LAB, 2014.

Para realizar a medição do consumo da corrente em determinado equipamento, é preciso interromper um dos fios, o neutro ou a fase (positivo ou negativo). Após romper o fio, colocam-se as duas pontas do fio cortado em cada borne do sensor (A).

### 1.3 MÓDULO RELÉ

O relé é um componente eletromecânico, pois tem tanto parte de eletrônica quanto parte de mecânica. A parte eletrônica é a bobina e a parte mecânica são os contatos móveis, como pode ser observado na Figura 2.



Fonte: FINDERNET, 2014.

Na Figura 3 segue o módulo Relé (5V) utilizado neste projeto, ele possibilita realizar o acionamento de até oito cargas elétricas. Vale destacar que o consumo de corrente deste módulo excede o limite de fornecimento máximo suportado pelo arduino, dessa forma, adotou-se a utilização uma fonte de alimentação para o kit arduino e outra para o módulo de relés; com isso quando um relé for acionado irá consumir corrente da fonte externa, e não do arduino. (SONGLE, s. d.).

**Figura 3 - Relé**



Fonte: MLSTATIC, 2014.

## 2 PROTÓTIPO

Nesta seção é apresentado como o sistema ArdHouse foi projetado. O protótipo foi desenvolvido para facilitar a prova dos estudos e demonstrar os resultados obtidos.

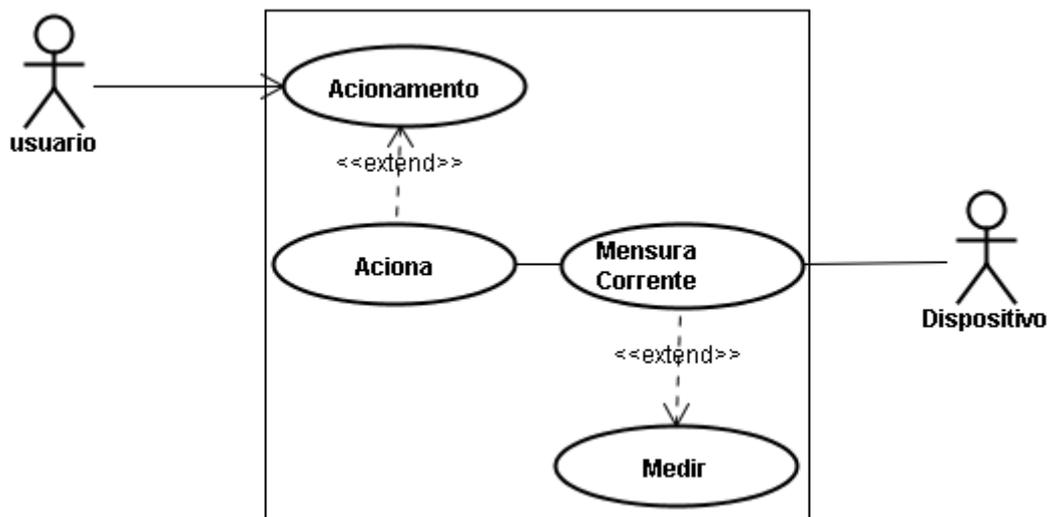
O objetivo principal do sistema é fazer o controle (ligar ou desligar) de equipamentos domésticos e, também, medir o consumo de corrente elétrica deste.

Todo este controle é feito a partir de um acesso web, podendo ser via smartphone ou computador desktop.

## 2.1 METODOLOGIA

Na Figura 4, pode ser observado o diagrama de casos de uso do sistema proposto. O diagrama mostra quais ações são passíveis de execução no sistema. O usuário poderá solicitar o acionamento de um dispositivo. Uma vez acionado, o sistema faz a medição da corrente consumida, mostrando o resultado de corrente para o dispositivo móvel do usuário.

Figura 4 – Diagrama de Caso de Uso.

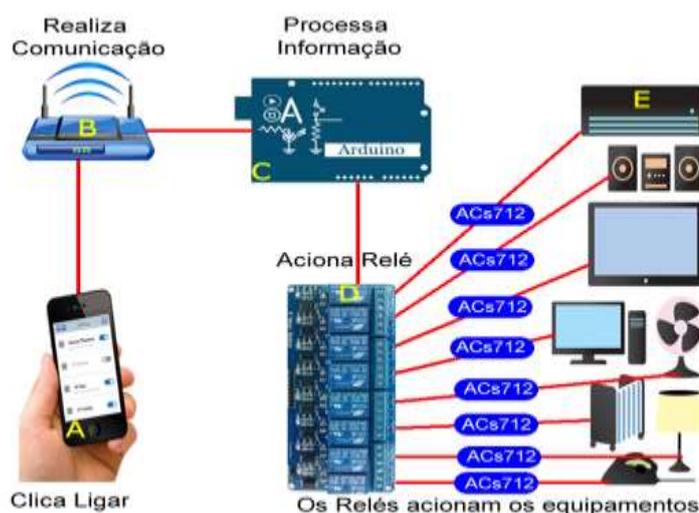


Fonte: Do Autor.

Para entender melhor a metodologia, basta analisar o fluxo de funcionamento do sistema da Figura 5. O Smartphone na Figura 5A é um dispositivo móvel pelo qual o usuário irá interagir com o sistema. Quando ele desejar ligar/desligar um dispositivo, basta clicar no botão do software. Após a requisição de acionamento, a informação será transmitida até o Arduino, (5C) onde é feito o processamento; esta comunicação é feita via o roteador wireless (5B). A Figura também mostra um ar-condicionado (5E), como exemplo de um equipamento doméstico a ser ativado. Ao receber a requisição, o Arduino aciona o circuito solicitado, mudando o estado do relé (5D).

O módulo ACS712 é responsável pelo mensuramento de corrente, mas é o Arduino que realiza a leitura do sensor, processando o consumo da corrente e ainda retorna os valores para serem exibidos na aplicação web.

**Figura 5 – Fluxo de dados.**



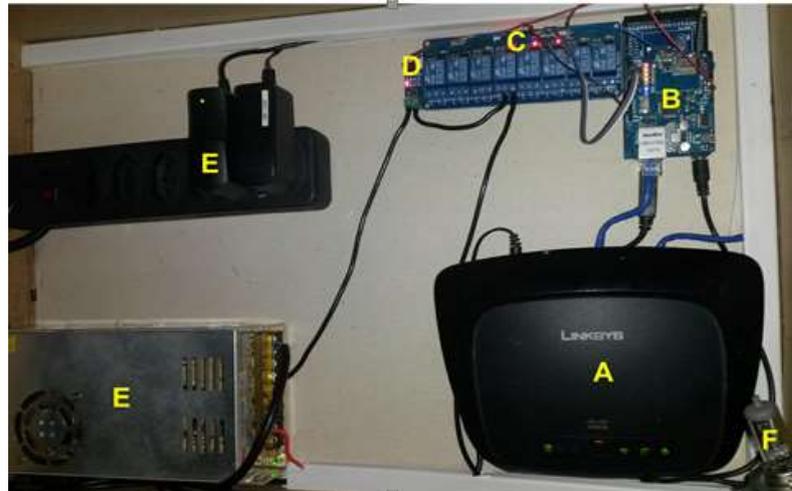
**Fonte: Do Autor.**

### 3 RESULTADOS OBTIDOS

O protótipo, observado na Figura 6, exibe as partes de hardware envolvidas. A sua estrutura básica é relativamente simples, sendo composta por: Roteador Wireless (Figura 6A), que é responsável pela comunicação em rede do sistema com o dispositivo do usuário; Arduino Mega com a Shield Ethernet (6B), que é responsável pelo controle dos relés de acionamento e sensores de monitoramento, bem como pelo processamento da aplicação web que o usuário utiliza para controle do sistema; Módulo relé (Figura 6C), responsável pelo acionamento do equipamento e Sensor ACS712 (Figura 6D), responsável pela leitura da corrente consumida pelo equipamento. O fornecimento de energia é feito pelas partes identificadas pela letra E (6E) e a Figura 6F é uma lâmpada<sup>4</sup> que simula um equipamento residencial qualquer.

<sup>4</sup> Lâmpada Farol H7 12v 55w

Figura 6 – Protótipo



Fonte: Do Autor.

Para efetuar o controle de qualquer dispositivo, basta ativar/desativar o relé de acionamento e o dispositivo controlado por este relé será acionado, respondendo às ações do usuário na interface do sistema.

A análise do valor coletado pelo sensor de corrente é feita lendo sua saída analógica. O cálculo para esta transformação é exibido na Figura 7. (HENRY, 2014).

Figura 7 – Telas da Interface web.

```
RawValue = analogRead(analogIn); //valor de entrada "limpo"
Voltage = (RawValue / 1023.0) * 5000; // Gets you mV
Amps = ((Voltage - ACSoffset) / mVperAmp);
```

Fonte: Do Autor.

Com essa equação obtemos o valor em ampéres então, o próximo passo é converter esse valor para moeda corrente e assim mostrar um valor mais útil ao usuário. Para efetuar o cálculo é necessário saber qual a tensão (V) e a corrente elétrica (I), após saber esses valores basta utilizar a fórmula para obter o valor em Watts. Como na fatura das concessionárias o cálculo é feito em kWh, é preciso primeiramente converter para kW, dividindo a potência por 1000. Conhecendo o valor do kW do equipamento, multiplicamos pelo tempo de uso deste e teremos o valor gasto por determinado tempo (E). Segue a base de cálculos utilizada. (FÍSICA, Máxima, s.d).

Figura 8 – Telas da Interface web.

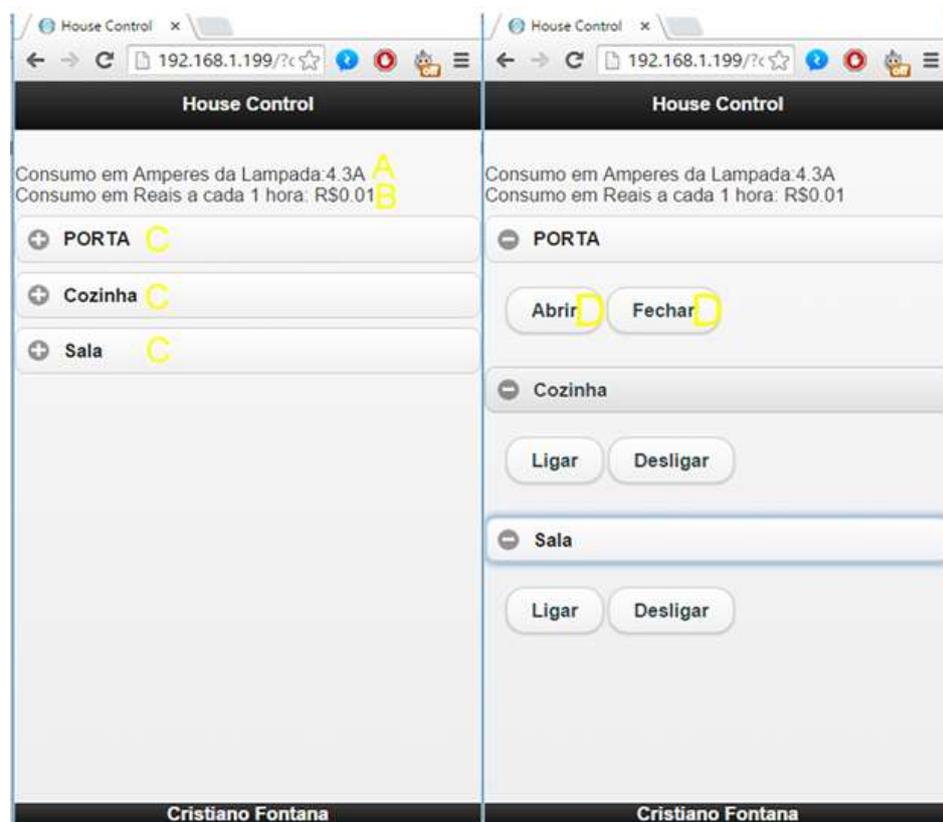
```
Potencia = (9.27*4.3)/1000;  
EnergiaConsumida = Potencia * hora;  
ValorConsumidoReais = EnergiaConsumida * baseCalculoFatura;
```

Fonte: Do Autor.

### 3.1 INTERFACE COM O USUÁRIO

A interface foi projetada para que o usuário tenha acesso facilitado ao espaço/ambiente da casa que deseja controlar os equipamentos; e ainda, de forma intuitiva, consiga visualizar o consumo dos dispositivos do determinado ambiente. A Figura 9 mostra o protótipo da interface, que foi desenvolvida utilizando programação Wire, HTML e jQuery Mobile. Esta interface está hospedada no Arduino e é acessada localmente através do endereço IP 192.168.1.199.

Figura 9 – Telas da Interface web.



Fonte: Do Autor.

Os ambientes são organizados em botões, com pode ser observado na Figura 9C; cada ambiente tem um conjunto de equipamentos que podem ser controlados pelo site. Na Figura 9D pode-se observar dois botões, os quais farão o acionamento da lâmpada que está no menu Cozinha e, logo acima, (9A) a interface exibe a corrente consumida por ela, além dos amperes é exibido o consumo em Reais (9B).

### 3.2 CUSTO DO PROTÓTIPO

A automação, nos dias atuais, ainda encontra-se com um preço que não condiz com muitos usuários e a economia é um fator relevante. Visando isso, a automação relatada nesse artigo pretende ser de baixo custo. Para demonstrar o valor do projeto, foi realizada uma pesquisa de mercado para obter uma base de preços do hardware utilizado. O levantamento do custo total pode ser observada no tabela 1.

**Tabela 1 – Avaliação de custos do protótipo.**

<b>Avaliação de Custo</b>	<b>Preço</b>
Arduino Mega	R\$139,90
Sensor ACS712	R\$21,50
Módulo Relé 8 Canais	R\$ 59,90.
Shield Ethernet W5100	R\$ 79,50.
Roteador Wireless Cisco Linksys Wrt54g2	R\$149,99.
Fonte Chaveada Estabilizadora 12v	R\$63,89.
<b>Total</b>	<b>R\$514,68</b>

Fonte: Do Autor.

O custo foi baseado nesse protótipo, logo uma implementação real pode variar de acordo com a estrutura da residência.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, demonstrou-se um sistema básico para o acionamento de equipamentos domésticos. Desde o início o foco não era o gerenciamento total da residência, o objetivo principal foi o mensuramento e acionamento de dispositivos

moveis, o qual foi atingindo com êxito. Mensuramento de corrente elétrica, apesar de trabalhoso, foi gratificante. O objetivo inicial era realizar a leitura em Ampres, além disso, conseguimos converter esse consumo para reais, exibindo assim um valor útil para o usuário.

Pensando no custo, foi utilizado a rede wireless, pois muitas residências já disponibilizam uma rede sem fio, tal fato, facilita a implementação real e diminui o custo total. O valor total do protótipo ficou bem acessível, levando em consideração que atualmente uma automação residencial, mais simples que seja, tem preços exorbitantes.

A aplicação após concluída não foi submetida a testes de usabilidade, mas a ideia é que seja algo simples. Qualquer usuário com um mínimo de noção, consegue opera-lo sem dificuldades. Criamos seções, para dividir melhor os setores, com barras de expansão, para deixar o sistema o mais objetivo e limpo possível, assim não exibindo informações dúbias.

Futuramente, diversas outras melhorias poderão ser agregadas ao sistema, como por exemplo, a identificação de fuga de energia, a medição do consumo global da residência, um banco de dados com os mensuramentos e ainda gerar gráficos do consumo mostrando os equipamentos que estão gerando mais consumo na residência.

## **ABSTRACT**

This article presents the implementation of a home automation work concerning the Arduino platform. The main purpose of it is to enable the user to turn on and off equipment of a residence while the measurement of the electrical current consumption of each device is made. The system has a micro-implemented web server directly on Arduino, the Wire and jQuery Mobile language.

Keywords: Home Automation, Domotics, Arduino.

## REFERÊNCIAS

- CIAU, Mario (2010). Design and Development of a Prototype for Illuminating a Smart Home using a Client-Server Application. Disponível em: <[http://paper.ijcsns.org/07\\_book/201010/20101008.pdf](http://paper.ijcsns.org/07_book/201010/20101008.pdf)>. Acesso em: 2 jun. 2014.
- EMBEDDED-LAB. Disponível em:<<http://embedded-lab.com/blog/wp-content/uploads/2012/01/ActualModule.jpg>>. Acesso em: 02 nov. 2014.
- ERTHAL, Bruno. Facilitando a vida com Raspberry Pi e Arduino. Disponível em: <<http://hemingway.softwarelivre.org/fisl15/high/41a/sala41a-high-201405071001.ogv>>. Acesso em: 01 nov. 2014.
- EVANS, Matrin(2013). Arduino em Ação. 1° ed.
- FILIPEFLOP. Módulo Relé 5V 8 Canais. Disponível em: <<http://www.filipeflop.com/pd-6b851-modulo-rele-5v-8-canais.html>>. Acesso em: 15 out. 2015.
- FINDERNET. Disponível em: <[http://www.findernet.com/sites/all/files/user\\_1227/rele.jpg](http://www.findernet.com/sites/all/files/user_1227/rele.jpg)>. Acesso em: 02 nov. 2014.
- FÍSICA. Só Física. Disponível em: <<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/consumo.php>>. Acesso em: 02 set. 2015.
- HENRY. Henry's bench. Disponível em: <<http://henrysbench.capnfatz.com/henrysbench/the-accs712-current-sensor-with-an-arduino/>>. Acesso em: 22 nov. 2014.
- JAVALE, Deepali. International Journal of Electronics Communication and Computer Technology (IJECCCT) Volume 3 Issue 2, Março 2013.
- MARCHESAN, Marcelo. Sistema de monitoramento residencial. Disponível em: <[http://www.redes.ufsm.br/docs/tccs/Marcelo\\_Marchesan.pdf](http://www.redes.ufsm.br/docs/tccs/Marcelo_Marchesan.pdf)>. Acesso em: 02 nov. 2014.
- MÁXIMA. Eficiencia Máxima. Disponível em: <<http://www.eficienciamaxima.com.br/como-calculiar-o-consumo-de-energia-eletrica/>>. Acesso em: 02 set. 2015.
- MCROBERTS, Michael. Arduino Básico. Disponível em: <<https://novatec.com.br/livros/arduino/capitulo9788575222744.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2014.
- MICROSYSTEMS, Allegro. Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with 2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor.

Disponível em: <<https://www.sparkfun.com/datasheets/BreakoutBoards/0712.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2014.

MLSTATIC. Disponível em: <[http://mlb-s1-p.mlstatic.com/modulo-rele-8-canais-5v-rele-8-ch-arduino-pic-atmel-715001-MLB20253100399\\_022015-F.jpg](http://mlb-s1-p.mlstatic.com/modulo-rele-8-canais-5v-rele-8-ch-arduino-pic-atmel-715001-MLB20253100399_022015-F.jpg)>. Acesso em: 02 nov. 2014.

MOREIRA, Adyson S. Uso da plataforma Arduino no desenvolvimento de soluções tecnológicas para pesquisas de dados atmosféricos na Amazônia. Disponível em: <[http://www.fit.br/revista/doc/5\\_81.pdf](http://www.fit.br/revista/doc/5_81.pdf)>. Acesso em: 01 nov. 2014.

PIYARE, Rajeev. Internet of Things: Ubiquitous Home Control and Monitoring System using Android based Smart Phone, 2(1): 5-11, 2013.

SONGLE. Songle Relay. Disponível em: <[http://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet\\_Rele\\_5V.pdf](http://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_Rele_5V.pdf)>. Acesso em: 02 nov. 2014.