



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UnICEUB**  
**PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**WESLEY RAMOS DA SILVA**  
**GABRIEL SOARES LACERDA**

**SISTEMA DIGITAL PARA MONITORAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA**  
**ELÉTRICA E SUAS CARACTERÍSTICAS**

**BRASÍLIA**

**2018**



**WESLEY RAMOS DA SILVA**  
**GABRIEL SOARES LACERDA**

**SISTEMA DIGITAL PARA MONITORAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA  
ELÉTRICA E SUAS CARACTERÍSTICAS**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica  
apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e  
Pesquisa.

Orientação: Luciano Henrique Duque

**BRASÍLIA**

**2018**

## SISTEMA DIGITAL PARA MONITORAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E SUAS CARACTERÍSTICAS

**Wesley Ramos da Silva – UniCEUB, PIC Institucional, aluno bolsista**

*wesley.silva@sempreceub.com (e-mail institucional - @sempreceub.com)*

**Gabriel Soares Lacerda – UniCEUB, PIC institucional, aluno voluntário**

*gabriel.lacerda@sempreceub.com (e-mail institucional - @sempreceub.com)*

**Luciano Henrique Duque – UniCEUB, professor orientador**

*luciano.duque@ceub.edu.br (e-mail institucional - @ceub.edu.br)*

O projeto teve como finalidade realizar a automação na maneira de **medir** a energia elétrica e como ela é consumida. Para elaboração desse, alguns recursos foram utilizados, dentre eles o arduino, a protoboard e um sensor. O procedimento para realizar e coletar as informações foram submeter um **circuito** a teste. O **sensor** estava conectado ao circuito, aferindo a corrente que passava por este e retornando ao arduino um resultado. O valor recebido era armazenado para uma comparação posterior. Contudo, um erro começou a ser observado ao decorrer das análises. Com a adição de cargas ao circuito, o resultado da **corrente** não teve alteração. O primeiro dado recebido através do sensor apresentava um valor de 120mA com todas as cargas ativa e com a corrente nula quando todas as fontes de energia estavam desligadas. Para conseguir confirmar os resultados obtidos o alicate amperímetro foi usado, os números encontrados por esse foram de 150mA para o mesmo circuito com todas as **cargas** ligadas. Com essa taxa de erro apresentada pelo sensor, uma parte dos componentes que estavam conectados na protoboard tiveram que ser substituídos por outros para diminuir a taxa e um segundo de sensor de corrente não invasivo foi instalado ao circuito para trabalhar com a tensão e com os dados obtidos produzirem um cálculo que permite confirmar o valor da corrente que passa neste. Com esse procedimento os resultados conseguidos pelo sensor um aumento considerável na precisão.

**Palavras-Chave: Cargas. Corrente. Circuito. Sensor. Medir.**

## Listas de figuras

Figura 1 Formula para Potencia .....	2
Figura 2 Transformador de corrente .....	3
Figura 3 Transformadores .....	4
Figura 4 Arduino .....	5
Figura 5 Circuito na Protoboard .....	6
Figura 6 sensor de corrente .....	6
Figura 7 Sistema de estudo e analise .....	7
Figura 8 Alicata Amperímetro .....	8
Figura 8 Circuito protoboard com todas as cargas .....	9

## Sumário

<b>Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>Fundamentação Teórica.....</b>	<b>2</b>
<b>Metodologia .....</b>	<b>5</b>
<b>Resultado de Análises.....</b>	<b>9</b>
<b>Considerações Finais.....</b>	<b>10</b>
<b>Referências .....</b>	<b>11</b>

## 1-Introdução

A presente pesquisa está inserida nos estudos relacionados ao consumo de energia elétrica. A energia elétrica tornou-se um dos principais recursos naturais explorados na sociedade moderna, tanto na parte industrial como residencial. Com esta matéria prima o “uso da força muscular humana” (ENERGIA E MEIO AMBIENTE, 2011, p. 2) para os trabalhos industriais teve uma grande redução, possuindo apenas 1% de utilização “como fonte de energia” (ENERGIA E MEIO AMBIENTE, 2011, p. 2)

A energia possui uma característica diferenciada que é “não poder ser destruída, apenas desperdiçada” (ENERGIA E MEIO AMBIENTE, 2011, p. 3)

Tendo essa visão como base, muitas pesquisas começaram a ser feitas e estudadas sobre esta matéria e uma maneira de realizar um consumo de uma forma eficiente. Conseguindo deste um resultado melhor. Um determinado grupo usa uma quantidade maior desse recurso natural, sendo esse as indústrias.

Baseados em dados da EPE (Empresa de Pesquisa Energética, 2018) o consumo energético do Brasil teve um aumento de 1,7% no final de dezembro de 2016. O setor industrial contribuiu com uma taxa de 4,4% em relação ao comércio e ao setor residencial. A variação posterior no ano de 2018 apresentou um resultado de 0,8%.

Esses dados contribuíram para o foco da pesquisa, que teve como objetivo elaborar um dispositivo que realizasse medições e gera-se uma resposta da corrente e tensão que passava num determinado circuito de um modo automatizado e digital.

## 2-Fundamentação Teórica

Esta parte abordará os conceitos fundamentais e necessários para a realização do projeto, explicando sobre cada material e o critério utilizado para o uso deste.

Um conceito que não pode deixar de ser comentado é o de corrente elétrica. Os elétrons se movimentam ao redor de um núcleo atômico em determinadas camadas, quando mais distante do núcleo um elétron estiver, mais facilmente esse poderá ser retirado e transformado em um elétron livre (Julio Niskier, 2013)

Essas energias podem ser acumuladas em um corpo gerando uma carga elétrica. Quando essa carga é submetida a uma tensão e os elétrons passam a se movimentar de uma maneira ordenada obtemos a chamada corrente elétrica. Nas palavras de: (Julio Niskier, 2013) quando esses elétrons se movem numa velocidade de 300.000km/s esse fenômeno é chamado de corrente elétrica.

O próximo conceito importante é o da tensão elétrica que seria a diferença entre as concentrações de carga entre dois pontos de um condutor (Manual de instalações elétricas, 2010).

Com esses conceitos estabelecidos a compressão sobre potência elétrica e o eletromagnetismo se tornam mais simples.

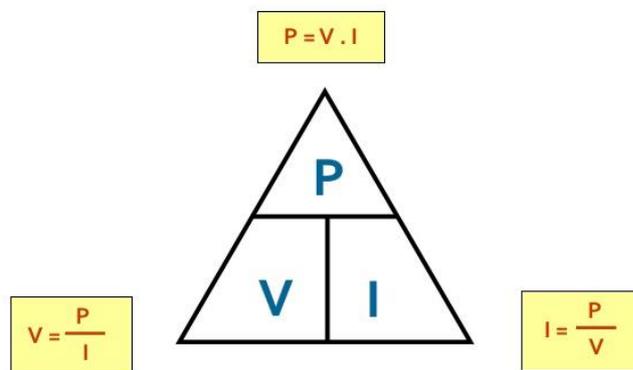


Figura 1 Fórmula para Potência

Fonte: <https://pt.slideshare.net/alinedoohan/eletricidade-e-mecnica-aula-6>

A figura apresentada acima apresenta a potencia elétrica em um circuito e a formula para o calculo desta. Essa informação foi um recurso muito utilizado no desenvolvimento da pesquisa para a realização dos cálculos e dados observados.

O transformador de corrente que e apresentado abaixo tem um funcionamento e propriedades que foram aplicadas a um sensor.

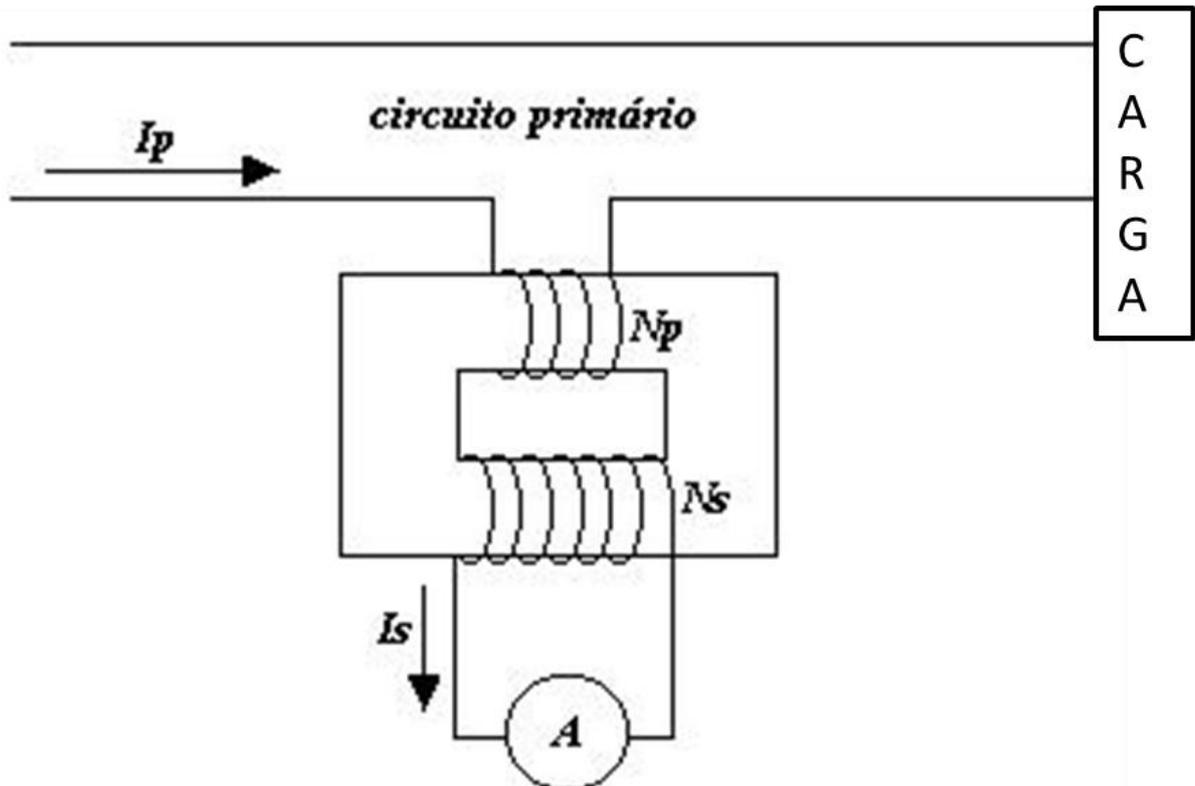


Figura 2 Transformador de corrente

Fonte: <https://ensinandoelettrica.blogspot.com/2016/03/transformador-de-corrente-tc.html>

“o transformador é um equipamento elétrico,estático que recebe e fornece energia elétrica”. (MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 1997)

Como apresentado na figura 2, um transformador e representando por dois circuitos elétricos integrados a um eletromagnético. O  $N_p$  recebe a corrente de uma fonte e pode ser denominado de “primário” (MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 1997) enquanto  $N_s$  gera uma da mesma maneira, porém com uma tensão diferente.

Esses circuitos representam bobinas que são compostas de fios de cobre com um numero de espiras diferentes um do outro (Manual de instalações elétricas , 2010).

A análise seguinte terá como foco os transformadores de corrente alternada.

Esses transformadores são compostos por três propriedades estabelecidas pela lei ampère, à individualidade da corrente alternada e a lei da indução eletromagnética.

A primeira destas diz “todo condutor por onde flui uma corrente elétrica induz ao seu redor um campo magnético proporcional” (vida de silício, 2018)

Desse modo quando o transformador é inserido em uma fonte de corrente alternada, ele gera um campo magnético transitório, ou seja, um campo que tem picos de oscilação entre um valor Máximo e mínimo. Esse campo gera uma indução na espira fornecendo uma força que cria uma energia com proporções a intensidade do campo(Princípio de Faraday).

O valor da potência não sofre praticamente influência alguma por causa da transformação de uma corrente a outra (Manual de instalações elétricas , 2010).

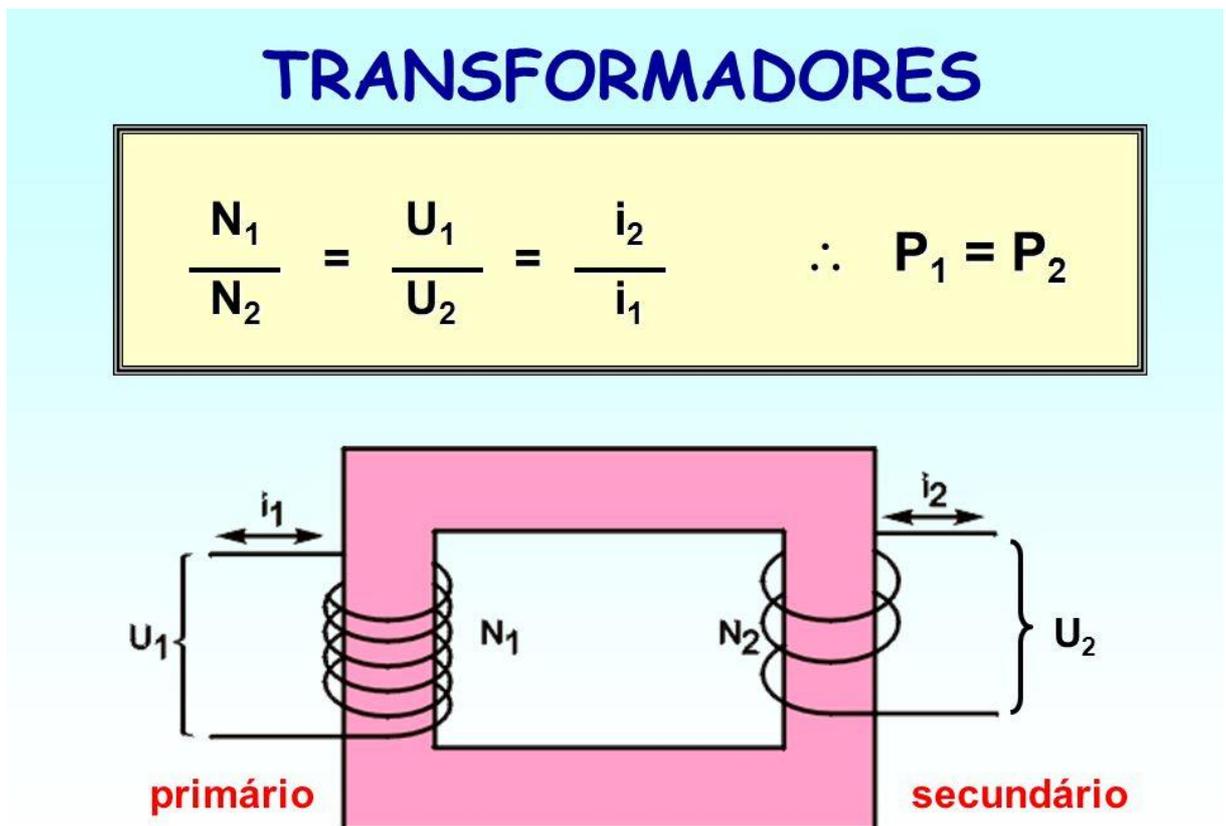


Figura 3 Transformadores

Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/4142490/>

### 3-Metodologia

Para a elaboração do circuito da pesquisa, alguns instrumentos tiveram que ser selecionados dentre eles estão:



Figura 4 Arduino

Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/placa-mega-2560-r3-cabo-usb-para-arduino/>

O arduino mega que desempenhou um papel destaque na pesquisa. O funcionamento deste e semelhante a outros modelos de arduino, tendo como diferencial o microcontrolador ATmega 2560-16AU que proporciona ao usuário a extensão I/OS digitais ou portas de saída digital em ate 53. Seu microcontrolador possui uma capacidade de memória para armazenar informações maiores que outros modelos. Essa ferramenta recebe uma alimentação externa de 7 V a 12 V para poder operar e fornece uma corrente no valor de 50mA (embargados, 2018).

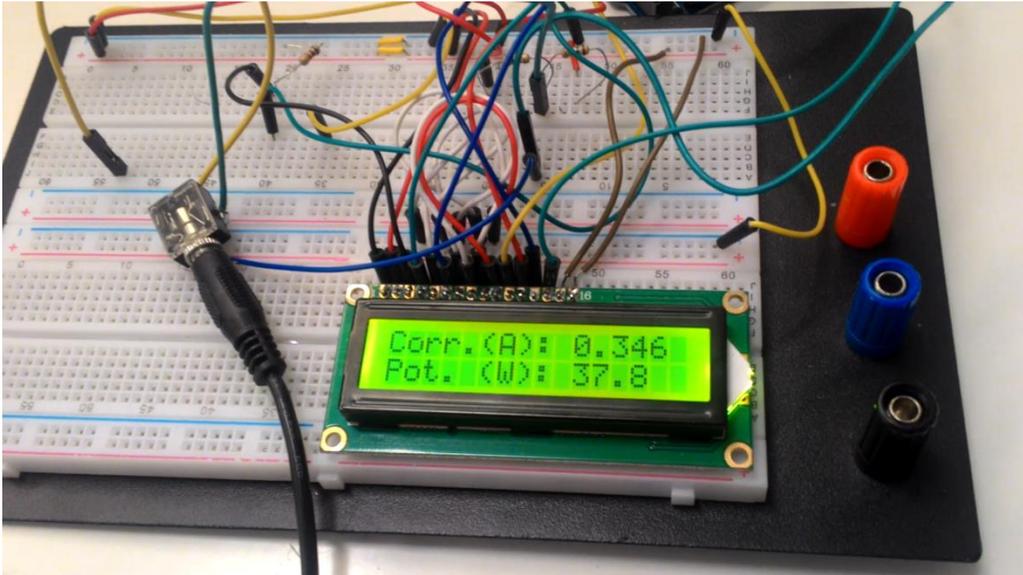


Figura 5 Circuito na Protoboard

Fonte: Elaboração Própria

Na protoboard o circuito inicial foi confeccionado e testado como mostra a figura, contando com o display led 16x2 que mostrava os valores de corrente e potencia do objeto em tempo real que estava em analise pelo sensor.



Figura 6 Sensor de corrente

Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-corrente-nao-invasivo-100a-sct-013/>

O sensor de corrente não invasivo SCT-013 é bem compacto e possui como principal benefício o fato de não necessitar ser ligado diretamente em série com a carga do circuito, sendo necessário apenas anexá-lo em um dos fios conectados ao aparelho que será monitorado (vida de silício, 2018)

As propriedades deste para que ele possa realizar a medição sem ter contato direto com o circuito esta associada às propriedades magnéticas que estão explicitadas no fundamento teórico.

O sensor foi utilizado de duas maneiras na pesquisa, sendo a primeira delas aferir a corrente e a potência que estava passando pelo sistema elétrico da figura, ele apresentava o valor no display que estava instalado na protoboard. O segundo modo que esse foi usado para realizar uma medição diferente, em virtudes de problemas que serão citados posteriormente.



Figura 7 Sistema de estudo e análise

Fonte: Elaboração Própria

A figura 8 apresenta a estrutura que serviu de base para toda medição e desenvolvimento do projeto. O sistema elétrico composto nesta possuía um conjunto de disjuntores, duas lâmpadas led com 5W de potencia, duas tomadas e uma resistência de chuveiro. A estrutura ela alimentada por uma fonte externa que era inserida em uma tomada.



Figura 8 Alicate Amperímetro

Fonte: Elaboração Própria

O alicate amperímetro foi utilizado para realizar as confirmações dos valores da corrente obtidos pelo sensor de corrente. Através do uso deste foi possível perceber um erro na taxa de aferição do sensor principal.

#### 4-Resultado e análise de dados

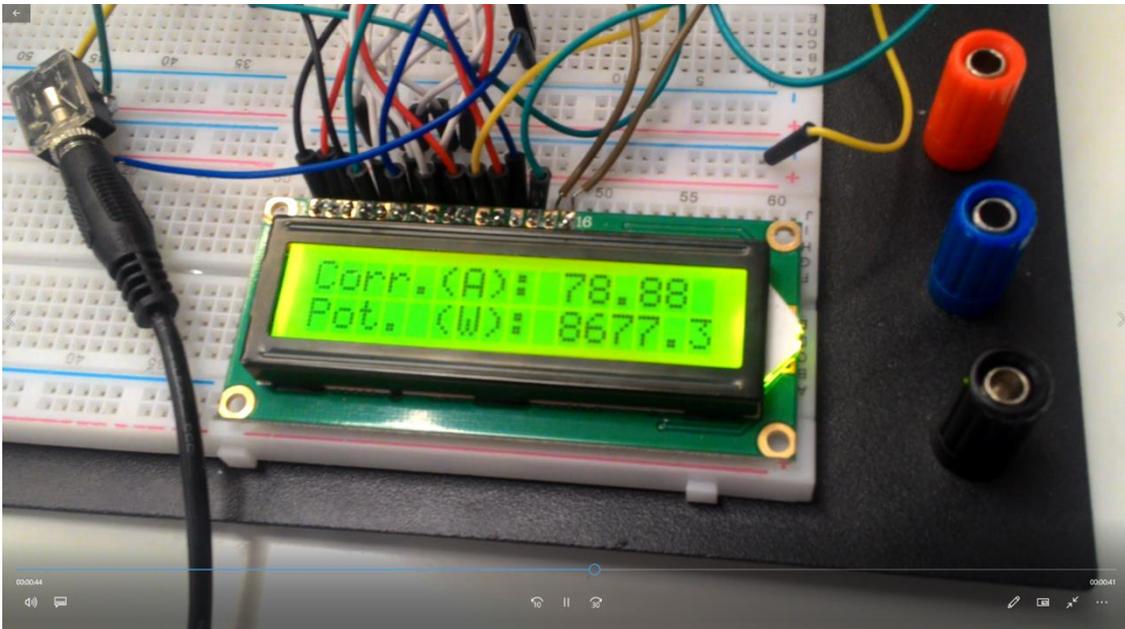


Figura 9 Circuito Proboard com todas as cargas

Fonte: Elaboração Própria

A imagem apresenta na figura 9 representa o circuito em funcionamento com o sensor realizando a medição com todas as cargas do sistema ativas. O valor apresentado da corrente é 78 mA. Entretanto o valor obtido estava incorreto, quando o alicate amperímetro foi colocado no circuito para realizar a confirmação do valor. E o resultado encontrado foi 130 mA como a figura 8 apresenta.

O sensor tinha um funcionamento eficiente quando todas as cargas estavam desligadas apresentando uma corrente de 0 mA, mas quando tinha um aumento na quantidade de energia o sensor apresentava um taxa de erro cada vez maior.

O processo para analisar e descobrir onde estava ocorrendo a taxa de erro começou com uma investigação na estrutura do circuito, observando as resistências e capacitores anexados a este. Com toda substituição dos componentes o erro continuo sendo encontrado.

Uma nova análise começou a ser feita na ide do arduino, observando a estrutura da programação e as bibliotecas usadas. Como algumas bibliotecas eram pré-definidas pelo próprio programa, não foi possível fazer muitas alterações nas funções entre o sensor e o arduino.

A solução encontrada para resolver o problema na variação foi a implementação de um segundo sensor de corrente para realizar uma aferição secundaria. Esse recebia um segundo

valor e enviava ao arduino um resultado. O valor recebido pelo arduino era comparado com o do primeiro e a diferença entre os dois era subtraída para apresentar o valor correto que estava passando pelo sistema naquele momento.

## **5- Considerações finais**

Levando em consideração tudo que foi apresentando acima, os objetivos propostos no início da pesquisa foram atingidos, embora alguns erros foram surgindo no início e desenvolvimento da pesquisa. Eles estimularam uma dedicação e esforço maior para a obtenção de informações e conhecimentos necessários para avançar com o mesmo.

## **6-Referencias**

(2010). In: J. Niskier, *Manual de instalações elétricas* . Rio de Janeiro: LTC.

- Cotrim, A. A. (2003). *INSTALAÇÕES ELÉTRICAS*. In: A. A.M.B.Cotrim, *INSTALAÇÕES ELÉTRICAS*. São Paulo: Prentice Hall.
- embargados*. (01 de 08 de 2018). Fonte: Embargados:  
<https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>
- Embargados*. (18 de 08 de 2018). Fonte: Embargados:  
<https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>
- Empresa de Pesquisa Energética*. (31 de 07 de 2018). Fonte: [http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-153/topico-351/Resenha%20Mensal%20-%20Janeiro%202018\\_vf.pdf](http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-153/topico-351/Resenha%20Mensal%20-%20Janeiro%202018_vf.pdf)
- ENERGIA E MEIO AMBIENTE*. (2011). São Paulo: CENGAGE Learning.
- Julio Niskier, A. M. (2013). *INSTALAÇÕES ELÉTRICAS*. In: A. M. Julio Niskier, *INSTALALÇOES*. Rio de Janeiro: LTC.
- MALVINO. (2006). *ELETRÔNICA*. In: A. P. Malvino, *ELETRÔNICA*. São Paulo: Pearson Education do brasil.
- (1997). *MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA*. In: S. d. Filho, *MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA*. Rio de Janeiro: LTC.
- Torreira, R. P. (2002). *INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO ELÉTRICA*. In: R. P. Torreira, *INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO ELÉTRICA*. Curitiba: Hemuss.
- vida de silicio*. (01 de 08 de 2018). Fonte: portal.vidadesilicio:  
<https://portal.vidadesilicio.com.br/sct-013-sensor-de-corrente-alternada/>

