

# PRÁTICAS EXITOSAS E INOVADORAS EM PESQUISA

TRABALHOS PREMIADOS NA XVII  
SEMANA CIENTÍFICA UNIFSA

**SEC 2018**



CENTRO UNIVERSITÁRIO  
SANTO ACOSTINHO



**CENTRO UNIVERSITÁRIO SANTO AGOSTINHO – UNIFSA**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO**  
**NÚCLEO DE APOIO PEDAGÓGICO – NUAPE**

**Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA**  
**Publicado por UNIFSA em associação com Lestu Publishing Company**  
**Design Gráfico, Editoração e Organização: Ana Kelma Cunha Gallas**  
**Preparação de originais: Edson Rodrigues Cavalcante**  
**TI publicações OMP Books: Eliezyo Silva**  
**Lestu Publishing Company: editora@lestu.org**



Este título possui uma licença *Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives* 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).

A íntegra dessa licença pode ser acessada:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.pt>

© 2018 UNIFSA/LESTU

Todos os capítulos deste livro foram submetidos, aprovados e apresentados na XVI Semana Científica - 2018, sendo selecionados como os melhores trabalhos apresentados em Grupos Temáticos do evento.

FICHA CATALOGRÁFICA  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

U58 GALLAS, Ana Kelma Cunha.

Práticas exitosas e inovadoras em pesquisa: trabalhos premiados na XVI Semana Científica do UNIFSA – SEC 2018 | Centro Universitário Santo Agostinho / Ana Kelma Cunha Gallas (Org.). Teresina: UNIFSA, 2018/ São Paulo: Lestu, 2018.

312 p. *online*.

ISBN: 978-65-996314-0-5

DOI: 10.51205/lestu.978-65-996314-0-5

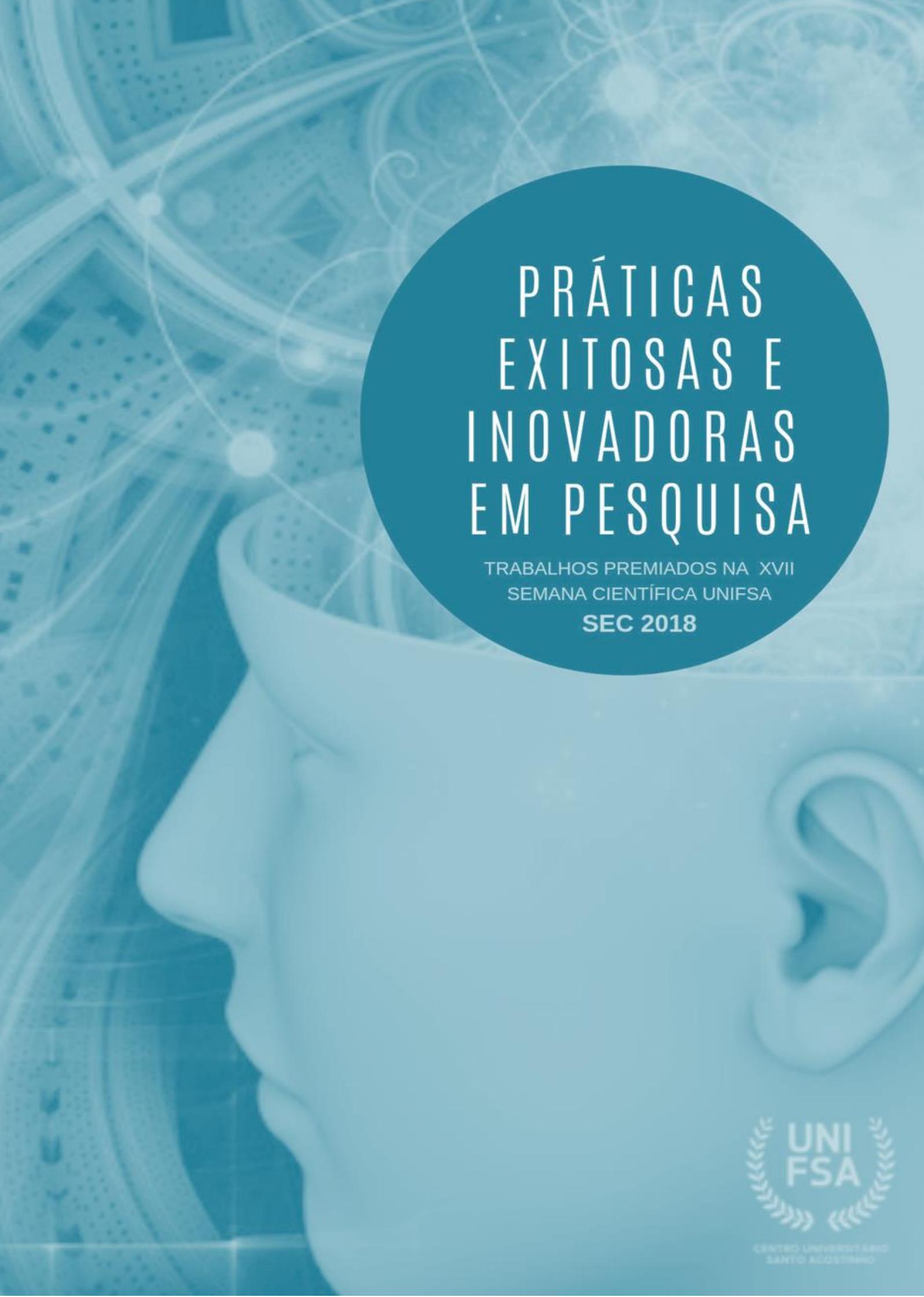
Disponível em: <https://lestu.org/books/>

1. Semana Científica. 2. Pesquisa. 3. Inovação. 4. Sustentabilidade. 5. Ciência.

I. GALLAS, A. K. C. (Org.). II. Título. III. UNIFSA. IV. SEC 2018

CDD: 904.

---



# PRÁTICAS EXITOSAS E INOVADORAS EM PESQUISA

TRABALHOS PREMIADOS NA XVII  
SEMANA CIENTÍFICA UNIFSA  
**SEC 2018**



CENTRO UNIVERSITÁRIO  
SANTO AGOSTINHO



# 22

## MULTIMEDIDOR DE CONSUMO ELÉTRICO<sup>1</sup>

Maria Eli Carreiro Pinheiro<sup>2</sup>  
Aislan Sousa Silva<sup>3</sup>  
Joelma Oliveira Rodrigues<sup>4</sup>  
Valéria Sousa Lima<sup>5</sup>



### RESUMO

Diante da crise hídrica em nossos reservatórios e a constante utilização das usinas térmicas, as contas de energia estão cada vez mais onerosas. Devido à problemática atual uma das soluções buscadas para diminuir esse impacto financeiro é a eficiência energética, que nada mais é do que realizar a mesma produção com o um consumo menor de energia. Dessa forma, o presente resumo tem como objetivo apresentar um equipamento de medição de consumo de energia elétrica de residências e pequenas indústrias, que foi desenvolvido pelos autores desse estudo ao longo da disciplina de automação II do curso de Engenharia Elétrica da Faculdade Santo Agostinho, pois uma forma de desenvolver tais medidas de eficiência energética é conhecer o quanto e quando é consumido e quais os equipamentos que mais consomem. Assim, acredita-se que o equipamento desenvolvido pelos autores para medir o consumo de uma residência ou equipamentos elétricos através da tensão, corrente e potência é uma ferramenta importante para a eficiência energética e também para a eficiência econômica, pois está associada a um método de produção mais barato e, seu acompanhamento de dados pode ser feito através da tela de LCD presente no produto, celular ou computador.

Palavras-Chave: medição, eficiência energética, curva de carga.

### INTRODUÇÃO

---

<sup>1</sup> Trabalho apresentado na XVI Semana Científica do Centro Universitário Santo Agostinho – SEC 2018, evento realizado em Teresina, de 29 de setembro a 5 de outubro de 2018.

<sup>2</sup> Acadêmica do 9º semestre do curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica – UNIFSA, 123mariaeli@gmail.com

<sup>3</sup> Acadêmico do 9º semestre do curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica – UNIFSA, aislan.ss4@gmail.com

<sup>4</sup> Acadêmica do 9º semestre do curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica – UNIFSA, joelma-live@outlook.com.br

<sup>5</sup> Acadêmica do 9º semestre do curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica – UNIFSA, valeria.lima819@gmail.com

Atualmente a energia elétrica está presente na maioria das atividades da sociedade moderna. No entanto, os reajustes das bandeiras tarifárias têm impactado cada vez mais na conta do consumidor e uma solução para esse problema é eficiência energética. "Eficiência que significa fazer mais (ou, pelo menos, a mesma coisa) com menos, mantendo o conforto e a qualidade" (EPE, 2009). Então é possível realizar as mesmas atividades consumindo menos, através de produtos mais econômicos e eficácia nos hábitos consumidores. O Selo Procel facilitou bastante à aquisição de produtos mais econômicos, as informações contidas nele ajudam a comparar a eficácia de produtos da mesma categoria. Porém, os hábitos consumidores e quanto consome cada etapa da produção são mais difíceis de ser analisados por que o único registro que se tem é dos kWh consumidos nos últimos 12 meses na conta de energia.

Neste sentido, o presente estudo tem com objetivo apresentar um equipamento de medição de consumo de energia elétrica. O multimedidor aqui apresentado tem a finalidade de detalhar de forma mais precisa esses hábitos, além de indicar quanto está sendo consumido, registrar em um determinado período e tornar possível a criação de uma curva de carga, fundamental para um projeto de eficiência energética e reduzir custos na produção tanto em curto prazo como em longo prazo, e isso ocorre por meio da medição da tensão, corrente e potência onde o máximo que o equipamento suporta é até 220V e 100A, capaz de suportar a carga de uma grande residência e pequenas indústrias. A leitura dos dados pode ser feita de forma instantânea pela tela de LCD presente no equipamento ou através de computadores e celulares, pois o mesmo envia por Bluetooth até 10m. No computador, através do EXCEL é possível fazer a curva de carga e ter um estudo mais minucioso, em que os registros de um determinado período podem ser armazenados.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Como o objetivo é medir tensão, corrente, potência, transmitir via *bluetooth* e fazer a curva de carga no EXCEL. Será necessário um circuito para medir corrente e outro para tensão, a potência pode ser obtida através da programação do arduino, pois segundo a lei de Ohms ela é o produto da tensão e corrente. Também é necessário um circuito para o

*bluetooth* e para o LCD, então o equipamento consiste de 4 circuitos independentes conectados ao arduino. Já na transmissão como os dados não são enviados em formato de texto é preciso do Software CoolTerm que salva no bloco de notas e torna viável importar os dados para o EXCEL.

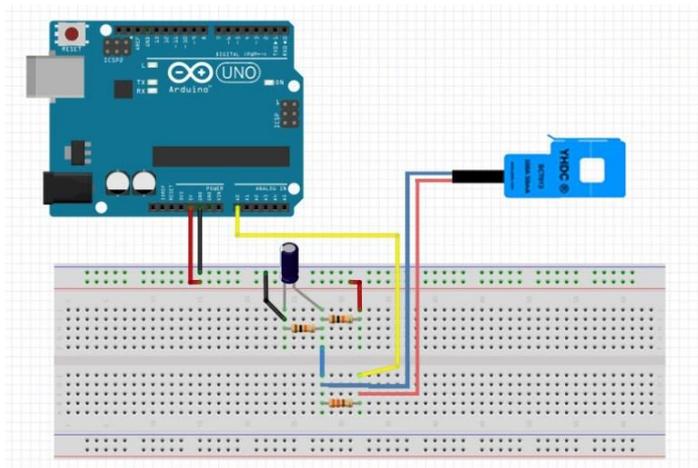
Os materiais necessários para o desenvolvimento do equipamento estão descritos abaixo:

- Arduino uno;
- Módulo HC-05;
- Resistor 330 $\Omega$ ;
- Resistor 650 $\Omega$ ;
- Potenciômetro 10k;
- Sensor 127-220V;
- Sensor de corrente não invasivo 100A SCT-013;
- 02 resistores 10k $\Omega$ ;
- 01 resistor 33 $\Omega$  e 10W;
- Capacitor 10 $\mu$ F;
- Protoboard;
- Fios jumper;
- Cabo de teste;
- Display LCD 16x2;
- 01 Caixa 22x22x12;
- Botão Liga/Desliga.

Primeiramente será tratado sobre o circuito de corrente, o sensor escolhido foi o SCT-013 e tem como principal vantagem, o fato de não precisar de qualquer alteração no circuito para medir a corrente elétrica alternada, apenas enrola ele em um dos fios ligados ao equipamento a ser monitorado. "a corrente (em ampères) através de uma área é a quantidade de carga que passa através dessa área na unidade do tempo".(SADIKU, Matthew N. O., 2012). Essa citação nos explica como o sensor funciona e porque não há saída de tensão nele, por isso é necessário um capacitor para o arduino poder fazer a leitura dos dados e também associar em série resistores de 10k $\Omega$  e colocar em paralelo com o de

33Ω para a proteção do arduino porque a corrente é maior do que ele suporta. Como podemos observar na Figura 01.

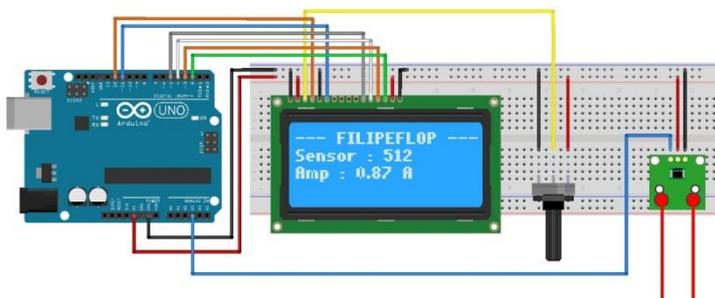
Figura 01: circuito de medir corrente.



Fonte: Demetras, Ezequiel. 2017.

Para o circuito de tensão, O sensor é de 127-220V e tem a capacidade de detectar tensão alternadas, para maior segurança do sensor vem aptoacoplador onde faz isolamento da rede AC e DC, além disso conta com três pinos que são VCC, GND E OUT, podendo assim fazer a análise do nível de tensão e também dando informações precisas em tempo real. Na figura abaixo possui também o circuito do LCD que possui um potenciômetro para variar o contraste da tela.

Figura 02: circuito do LCD e medir de tensão



Fonte: Arduino Portugal, 2018.



**Figura 05:** programação no arduino parte I.



```
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
sketch_may06a
#include <Wire.h>
int tensao=A1;
float valortensao;
int amostragem = 1000;
float mediaTotal = 0;
float valorFinal = 0;
#include<LiquidCrystal.h>
int seg=0;
int minu=0;
int hor=0;
int dia=0;
LiquidCrystal lcd(11, 10, 5, 4, 3, 2);
#include "EmonLib.h"
EnergyMonitor SCT013;
int pinSCT= A0;
int potencia;

void setup()
{
  analogReference(DEFAULT);
  lcd.begin(16,2);

  SCT013.current(pinSCT, 61.0606);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(tensao, INPUT);
  delay(500);
}
```

**Fonte:** Pinheiro; Silva; Rodrigues; Lima;

No void loop é feita a calibragem do sensor de tensão, como ele utiliza outra unidade de medida pegamos essa grandeza e através da relação de diretamente proporcional associamos com a tensão medida em uma tomada qualquer com um multímetro, o resultado é o valor final. Também foi feito um cronograma para mensurar o tempo medido e qual o horário de cada medição, informações importantes para curva de carga. Como o programa é extenso e o arduino leva mais tempo para fazer a leitura completa e gera um atraso em média de 2 segundos, por isso o minuto tem apenas 30,5 segundos.

Nas Figuras 07 e 08, a seguir, há a nomeação da tela do LCD, teremos corrente, tensão, potência e o cronograma.

Figura 06: programação no arduino parte II.

```

sketch_may06a
void loop() {
  valorFinal= 0;
  mediaTotal = 0;

  for (int index=0; index < amostragem; index++){
    valortensao = analogRead (tensao);
    mediaTotal= mediaTotal + valortensao;
    delay(1);
  }
  mediaTotal = mediaTotal/amostragem;
  if((mediaTotal > 100) & (mediaTotal < 500)){
    valorFinal = (mediaTotal*5)/1023)*124.68;
  }
  double Irms = SCT013.calcIrms(1480);
  potencia = Irms*tensao;

  static unsigned long ult_tempo = 0;
  int tempo = millis();
  if(tempo-ult_tempo>=1000)
  {
    ult_tempo = tempo;
    seg++;
  }
  if(seg>=30.5)
  {

```

Fonte: Pinheiro; Silva; Rodrigues; Lima; 2018.

Figura 07: programação no arduino parte III

```

sketch_may06a
if(seg>=30.5)
{
  seg = 0;
  minu++;
}
if(minu>=60)
{
  minu = 0;
  seg = 0;
  hor++;
}
if (hor>=24)
{
  hor=0;
  minu=0;
  dia++;
}
Serial.print( Irms);
Serial.print(" ");
Serial.print( valorFinal);
Serial.print(" ");
Serial.print( potencia);
Serial.print(" ");
Serial.print(hor);
Serial.print(":");

```

Fonte: Pinheiro; Silva; Rodrigues; Lima; 2018.

Figura 08: programação no arduino IV.

```

lcd.print(hor);
lcd.setCursor(10,0);
lcd.print(":");
lcd.setCursor(11,0);
lcd.print(minu);
lcd.setCursor(13,0);
lcd.print(":");
lcd.setCursor(14,0);
lcd.print(seg);

delay(500);
}

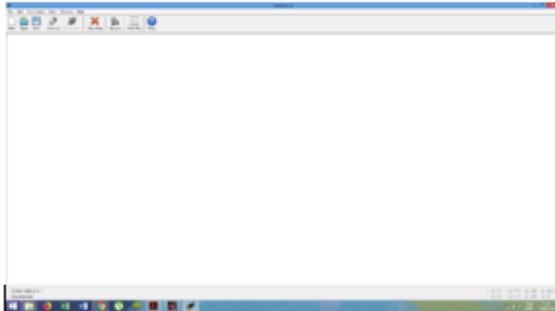
```

Fonte: Pinheiro; Silva; Rodrigues; Lima; 2018.

Após montar, programar, testar e aprovar, o circuito será transferido do protoboard para uma placa de cobre e ajustado a caixa de MDF. A transmissão via bluetooth é bem simples, por isso não há necessidade de programação, porém é necessário a utilização do Software TermCool que permite que os dados coletados pelo arduino seja registrado no bloco de notas já no formato de texto. Depois de registrado e salvo, os dados são importados para o EXCEL. É muito importante lembrar que o arduino utiliza ponto, enquanto o Excel utiliza vírgula entre as casas decimais; então tem que haver a substituição o quanto antes para não dar erro nas fórmulas.

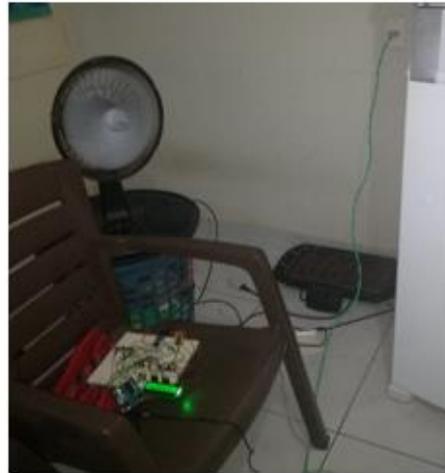
Na figura 09 temos a interface desse software de fácil manuseio. Na figura 10 a primeira coluna é corrente, a segunda é tensão, a terceira é potência e a quarta é o cronograma. Perceba que o arduino separa as casas decimais por meio de ponto enquanto o EXCEL utiliza vírgula, então há necessidade de substituir o ponto pela vírgula para não haver erro nas fórmulas.

Figura 09: interface do TermCool.



Fonte: Pinheiro; Silva; Rodrigues; Lima; 2018.

Figura 10: teste do equipamento ainda no protoboard.



Fonte: Pinheiro; Silva; Rodrigues; Lima; 2018.

Para medir o consumo de uma residência foi necessário conectar no quadro de distribuição para medir a corrente e para medir a tensão usou-se uma tomada, como está demonstrado na figura 12.

Figura 11: equipamento pronto.



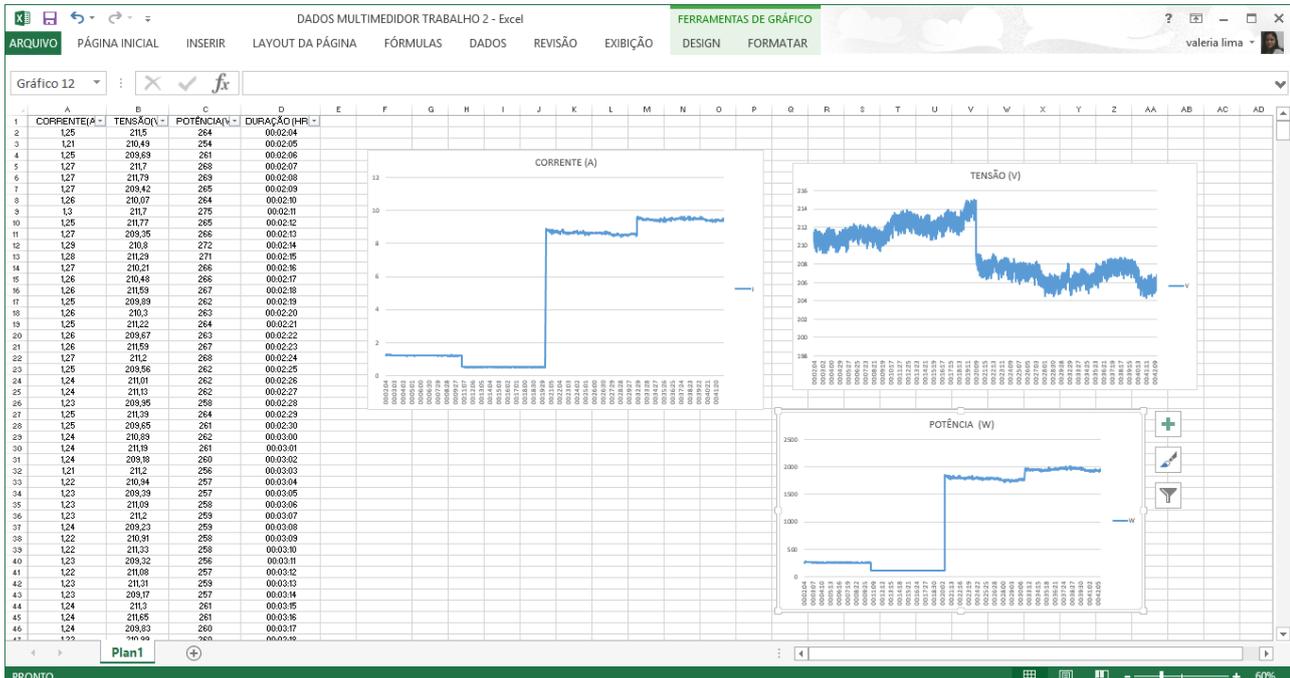
Fonte: Pinheiro; Silva; Rodrigues; Lima; 2018

Figura 12: medição do consumo de uma residência.



Fonte: Pinheiro; Silva; Rodrigues; Lima; 2018

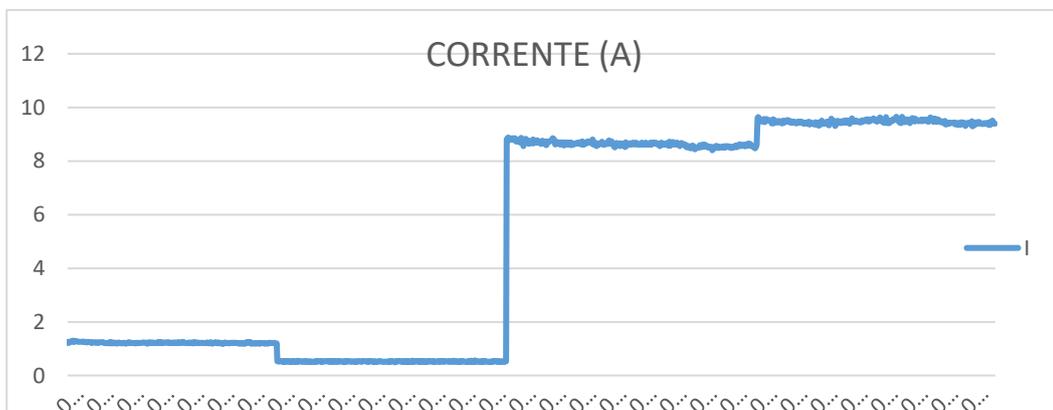
Figura 13: dados no EXCEL.



Fonte: Pinheiro; Silva; Rodrigues; Lima; 2018

Para teste, colocamos o multimedidor durante 40 minutos em ponto da cozinha de uma residência em que se utilizava vários equipamentos. No primeiro momento está ligado um ventilador e uma geladeira, no segundo momento o ventilador é desligado, no terceiro momento uma grelha elétrica é ligada e, no quarto momento, o ventilador volta a ser ligado. Os resultados podem ser observados nos gráficos abaixo:

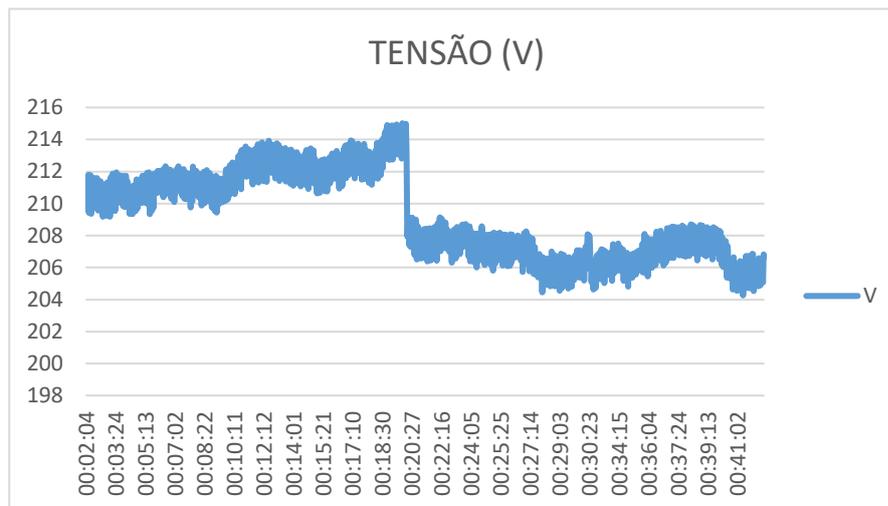
Gráfico 01: curva da corrente.



Fonte: Pinheiro; Silva; Rodrigues; Lima; 2018.

Nota-se uma elevada corrente quando a grelha elétrica é ligada, pois o componente fundamental para a conversão de energia elétrica em energia térmica é resistor: “a potência dissipada em um resistor é uma função não linear da corrente ou tensão” (ALEXANDER & SADIKU, 2013).

Gráfico 02: curva da tensão.



Fonte: Pinheiro; Silva; Rodrigues; Lima; 2018.

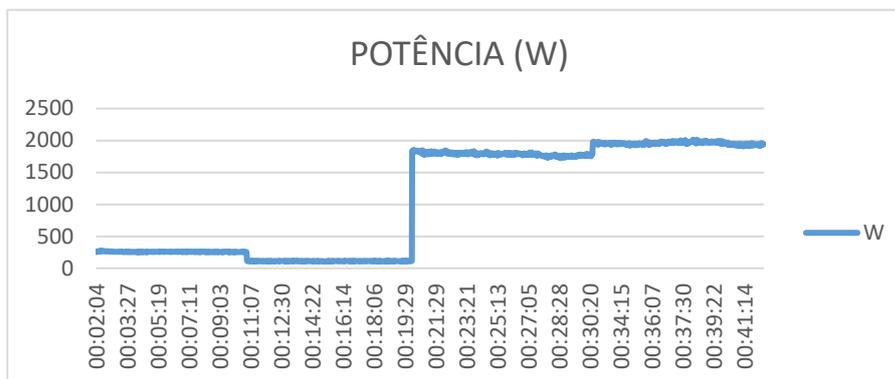
No gráfico da tensão, no momento que há conexão de vários aparelhos ao mesmo tempo em apenas um ponto há uma queda de tensão. Como confirma a lei de KirChhoff para tensão (LTK). Expresso matematicamente, a LTK, ou lei de malhas, afirma que

$$\sum_{m=1}^M V_m = 0$$

“Onde M é o número de tensões no laço (ou o número de ramos no laço) e  $V_m$  é a m-ésima tensão” (ALEXANDER & SADIKU, 2013).

Podemos concluir que o ponto de conexão é o laço e os ramos são os aparelhos, por isso há queda de tensão.

Gráfico 03: curva de carga.



Fonte: Pinheiro; Silva; Rodrigues; Lima; 2018.

Por fim, tem-se a curva de carga indicando o período em que foi medido. Nota-se que a queda na potência causada pela retirada do ventilador no segundo momento é o mesmo aumento quando ele é conectado novamente. A churrasqueira elétrica além de aumentar o pico máximo, também ocasionou variação que até então era linear. Esses resultados nos possibilita uma análise para desenvolver um método tecnicamente eficiente, isso se dá através da otimização dos resultados. Como explica a citação a seguir:

A otimização dos resultados da firma poderá ser conseguida quando for possível alcançar um dos dois objetivos seguintes:

- a) maximizar a produção para um dado custo total; ou
- b) minimizar o custo total para um dado nível de produção.

(VASCONCELLOS & GARCIA, 2014)

A maximização da produção exige um planejamento, através da análise do consumo de energia de um equipamento e do seu desempenho na produção é possível ver quais estão sobrecarregados ou ociosos. Assim, é possível saber por onde começar a otimização dos métodos de produção. Também diminui custos a longos prazos, pois saberá qual equipamento que está tendo um bom rendimento e qual pode ser substituído por outro mais eficiente, evitando gastos desnecessários. Como a energia é um custo direto, ou seja, varia conforme a produção, para produzir mais precisa de mais equipamentos operando

ou mesma quantidade operando por período maior. Para minimizar os custos uma forma é estudando os picos nas curvas de cargas, pois nos mostra onde deve ter medidas a fim de diminuir o consumo obtendo uma economia de custo a curto prazo.

## CONCLUSÕES

Na sociedade contemporânea, a energia elétrica é considerada algo indispensável no cotidiano das pessoas, tanto para o conforto, como para o desenvolvimento da qualidade de vida do ser humano, dentre outros aspectos. Diante do que foi exposto e analisado, devido a problemática atual da crise hídrica nos reservatórios de água, a constante utilização das usinas térmicas, e conseqüentemente as contas de luz se tornam cada vez mais onerosas, entende-se que uma das soluções buscadas para diminuir esse impacto financeiro e, também, econômico é a eficiência energética.

Dessa forma, o presente estudo trouxe um aparelho de medição do consumo de energia elétrica de uma residência que foi desenvolvido pelos autores, como uma forma de desenvolver medidas de eficiência energética e conhecer o quanto e quando é consumido e quais os equipamentos que mais consomem, através da tensão, corrente e potência.

A partir do que foi desenvolvido, entende-se que o aparelho é uma ferramenta importante para a eficiência energética e também para a eficiência econômica. É possível uma leitura instantânea pelo celular e pelo próprio equipamento e pode ser também utilizado para detectar pontos quentes. Já em relação a curva de carga é interessante deixar medindo durante uma semana para ter acesso aos hábitos e picos máximos de consumo da residência, dessa forma fica mais fácil para elaborar um projeto de eficiência energética sabendo quais os equipamentos que mais consomem e como eles são utilizados. Os projetos de eficiência energética resultam em eficiência econômica, pois influênciam no planejamento da produção, reduz os custos a curto e longo prazo, conseqüentemente produtos mais baratos e mais competitivos no mercado. Ao terminar o estudo, é necessário ressaltar o crescimento e amadurecimento dos pesquisadores e, a pesquisa constitui-se em um processo que deve instigar novas discussões e suscitar novas interrogações.

## REFERÊNCIAS

- INEE. **O que é eficiência energética**. (2007). Acesso em 15 de setembro de 2018, disponível em [www.inee.org.br](http://www.inee.org.br):  
[http://www.inee.org.br/eficiencia\\_o\\_que\\_eh.asp?Cat=eficiencia](http://www.inee.org.br/eficiencia_o_que_eh.asp?Cat=eficiencia)
- ALEXANDER, C. K., & SADIKU, M. N. **Fundamentos de circuitos elétricos**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- DEMETRAS, E. (30 de outubro de 2017). **SCT-013 - Sensor de corrente alternada com arduino**. Acesso em 15 de abril de 2018, disponível em [portal.vidadesilicio.com.br](http://portal.vidadesilicio.com.br):  
<https://portal.vidadesilicio.com.br/sct-013-sensor-de-corrente-alternada/>
- EPE. (2009). **Empresa de pesquisa energética**. Acesso em 12 de setembro de 2018, disponível em [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br): <http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/eficiencia-energetica>
- PORTUGAL, A. **Circuito\_LCD\_20x4\_ACS714**. Acesso em 20 de abril de 2018, disponível em [www.arduinoportugal.pt](http://www.arduinoportugal.pt): <https://www.arduinoportugal.pt/image-sitemap-1.xml>
- SADIKU, Matthew N. O. **Elementos de eletromagnetismo**. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- THONSEM, A. **Tutorial Módulo Bluetooth com Arduino**. Acesso em: 20 de abril de 2018, disponível em [www.fliflop.com](http://www.fliflop.com): <https://www.filipeflop.com/blog/tutorial-modulo-bluetooth-com-arduino/>
- VASCONCELLOS, M. A., & GARCIA, M. E. **Fundamentos da Economia**. São Paulo: Saraiva, 2014.

