



# FICE

7ª FEIRA DE INICIAÇÃO  
CIENTÍFICA E EXTENSÃO

05 e 06 de setembro

## MEDIDOR DE ENERGIA RESIDENCIAL PARA ELETROELETRÔNICOS

*Matheus Bernardo Dambrowski<sup>1</sup>; Pablo Andrés Reyes Meyer<sup>2</sup>*

### INTRODUÇÃO

O homem sempre buscou meios para reduzir seu esforço e aumentar seu conforto (CPFL,[20??]), um desses meios é através da utilização da energia elétrica. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) (2017), de 1970 à 2007 o consumo de energia teve uma tendência de expansão no consumo global de energia, sendo que de 1990 até 2007 houve um crescimento acumulado de 69%. No Brasil, segundo o Ministério de Minas e Energia (2016) a capacidade de geração de energia elétrica instalada no Brasil é de 141.684 megawatts (MW). Em 2016, segundo Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2017) mesmo com uma queda de 0,9% no consumo geral, o consumo residencial teve um aumento de 2,5% no consumo de energia elétrica. Isso mostra a importância em buscar formas de economizar energia nas residências.

Desde 1984 o Inmetro tem a conservação de energia como preocupação (INMETRO, [20??]), até que em 2001 é promulgada a Lei da Eficiência Energética (lei no 10.295 de 17/10/2001), que estabelece “níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética” e também obriga os eletroeletrônicos a possuírem uma etiqueta com informações básicas sobre o consumo energético do equipamento, chamada de Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE). Com as informações contidas nesta etiqueta é possível calcular o consumo em um determinado período de tempo, pois inclusive consta na etiqueta o consumo mensal aproximado. Porém esse consumo, apesar de calculado e medido pelo fabricante não representa a realidade, visto que cada consumidor possui um padrão de utilização, diferentes configurações de instalações

---

<sup>1</sup> Aluno do Instituto Federal Catarinense, Campus Videira. Curso Técnico em Eletroeletrônica Integrado ao Ensino Médio. E-mail: matheusbd15@yahoo.com.

<sup>2</sup> Professor Orientador do Instituto Federal Catarinense, Campus Videira. Curso Técnico em Eletroeletrônica Integrado ao Ensino Médio. E-mail: pablo.meyer@ifc.edu.br.



e diferentes ambientes climáticos, que interferem diretamente no consumo de alguns eletroeletrônicos.

A economia de recursos naturais através de uma melhor conservação de energia elétrica deve passar em medir e conhecer o real consumo dos eletroeletrônicos presentes nas residências, visto que pequenas interferências em grandes consumidores representam uma economia mais significativa. Porém muitas vezes pequenas cargas, multiplicadas por uma grande quantidade de aparelhos segundo Camargo (2015) chegam a representar 12% do consumo de uma casa.

Devido à necessidade de saber o consumo e o custo da utilização dos eletroeletrônicos esse projeto se propõe a construir um medidor de consumo de energia, além de medir o custo estimado referente a sua utilização, pois nem todos têm clara a definição dos conceitos de energia e quanto isso representa monetariamente em sua fatura de energia elétrica.

Como objetivos esse projeto se propôs a pesquisar sobre medição de energia, quais as formas de fazer a medição, assim como pesquisar os equipamentos existentes, quais as vantagens e desvantagens de cada um para então construir um medidor de energia que possa ser utilizado de forma simples em residências para identificar qual o real gasto energético e o custo gerado pelos eletroeletrônicos de maneira individual por períodos programados.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS (materiais e métodos)**

Inicialmente foram estudadas quais as variáveis necessárias para que fosse feita a medição de energia elétrica e então identificados através dos modelos encontrados disponíveis ao mercado brasileiro quais os dados eram apresentados aos usuários.

Buscou-se então medidores de corrente que fossem compatíveis com a tensão utilizada em residências de Videira-SC e que suportasse a corrente necessária para medir a maioria dos eletrodomésticos presentes em residências. Optou-se então pela utilização do sensor de corrente ACS712 por suportar correntes de 5 amperes, 20 amperes ou 30 amperes, dependendo do modelo. Foi utilizado o



# FICE

**7ª FEIRA DE INICIAÇÃO  
CIENTÍFICA E EXTENSÃO**

**05 e 06 de setembro**

modelo ACS712 para 20A (amperes), para que assim pudessem ser medidas cargas de até 3.960W (watts), considerando a tensão de 220V (volts) e 10% de fator de segurança. Para os cálculos de potência e custo foram definidos como parâmetros iniciais fixar a tensão para cálculo em 220V e deixar o custo por kWh fixa na programação.

Para a leitura do sensor de corrente, cálculos e apresentação dos dados foi utilizado a plataforma Arduino, por ter uma ampla documentação na internet, ter o equipamento disponível aos alunos nos laboratórios do campus e principalmente por promover um aprendizado que o aluno possa utilizar na disciplina de Circuitos Digitais e Microcontroladores.

Feita a montagem do sistema medidor, inicialmente a apresentação dos dados eram mostrados no computador através da comunicação serial e então foi implementado um LCD (*display* de cristal líquido) para que os dados pudessem ser apresentados sem a necessidade de um computador junto ao sistema.

Finalmente na fase de testes constatou-se que o medidor de corrente escolhido apresentava uma corrente diferente dos medidores de corrente do laboratório, foi necessário então fazer um levantamento das diferenças entre as medições do sistema construído e das medições utilizando amperímetros do laboratório de pesquisa. Com as diferenças identificadas para cada nível de corrente foi calculada a correção para ser implementada na programação e após isso os dados lidos ficaram compatíveis com os equipamentos calibrado.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Para o desenvolvimento de um medidor de energia para eletrodomésticos, o levantamento de variáveis do processo levantou que a corrente bastaria para fazer o cálculo do consumo de energia, um segundo dado necessário, a tensão, optou-se por deixar fixa na programação, haja visto que a concessionária deve garantir a tensão para a região de Videira-SC em 220V, o que facilitam as medições e os cálculos. Para o cálculo da potência utilizou-se a seguinte fórmula:



# FICE

7ª FEIRA DE INICIAÇÃO  
CIENTÍFICA E EXTENSÃO

05 e 06 de setembro

## Formula 1 – Potência

$$P = V \times I$$

Fonte: Própria.

Sendo P potência a watts, V a tensão em volts e I a corrente em amperes no sistema.

Para o cálculo da energia consumida a fórmula utilizada foi:

## Formula 2 – Energia

$$E =$$

Fonte: Própria.

Sendo E a energia em kWh (quilo watts hora), Ea a energia em kWh acumulada, sendo dividida por 3600, pois a medição ocorre a cada segundo e novamente dividida por 1000 para se obter a energia em kWh que é a unidade de medida utilizada pela concessionária de energia para o cálculo de consumo.

Nas buscas por medidores de energias domésticos disponíveis ao mercado brasileiro, as principais desvantagens encontradas foram a necessidade de que alguns deveriam ser instaladas na rede elétrica da casa, demandando conhecimento técnico para a realização desta instalação. Um segundo ponto de desvantagem foi a não realização do cálculo do custo da energia consumida em R\$, sendo apresentada apenas o consumo em kWh. Alguns medidores apresentam o dado de consumo, porém existe a necessidade de adaptadores para que possam ser ligadas nas tomadas brasileiras. Como vantagens, alguns medidores apresentam a opção de armazenamento dos dados obtidos e transmissão dos dados para outros dispositivos via cabo ou por transmissão sem fio.

A construção de um protótipo virtual não foi realizada, pois percebeu-se que haviam todos os materiais necessários para que fosse iniciada a montagem de um protótipo funcional, sendo utilizada a plataforma microcontrolada Arduino e o sensor de corrente ASC712 para 20A (ampere), Para que assim a potência máxima dos eletrodomésticos que pudessem ser medidos fossem de até 4.400W, porém



# FICE

**7ª FEIRA DE INICIAÇÃO  
CIENTÍFICA E EXTENSÃO**

**05 e 06 de setembro**

com um fator de segurança de 10% ficou com medição máxima de equipamentos de até 3.960W.

O sistema foi comparado com um medidor de corrente calibrado, e apresentou erros consideráveis principalmente em baixas correntes, o que inviabilizaria a medição em eletrodomésticos de baixas potências. Na tabela a seguir é possível verificar as medidas realizadas no equipamento proposto e as mesmas medições realizadas com equipamento calibrado.

**Tabela 1: Comparação entre valores reais e medidos**

<b>Medido</b>	<b>Real</b>	<b>Erro Relativo</b>
0,38	0,25	52,0%
0,60	0,50	20,0%
0,85	0,75	13,3%
1,09	1,00	9,0%
1,35	1,25	8,0%
1,57	1,50	4,7%
1,81	1,75	3,4%
2,04	2,00	2,0%
2,28	2,25	1,3%
2,52	2,50	0,8%
2,76	2,75	0,4%
3,00	3,00	0,0%
3,23	3,25	-0,6%
3,43	3,50	-2,0%
3,73	3,75	-0,5%
3,95	4,00	-1,3%
4,18	4,25	-1,6%
4,42	4,50	-1,8%

Fonte: Própria.

Pode-se perceber que o erro não é linear, sendo positivo em baixas correntes, diminuindo conforme aumenta a corrente medida, chegando a zerar em 3A, porém ao aumentar ainda mais a corrente medida o erro torna-se negativo. No gráfico a seguir pode se ver o erro diminuindo conforme a corrente aumenta, até zerar o erro e depois o erro aumentar conforme a corrente aumenta.

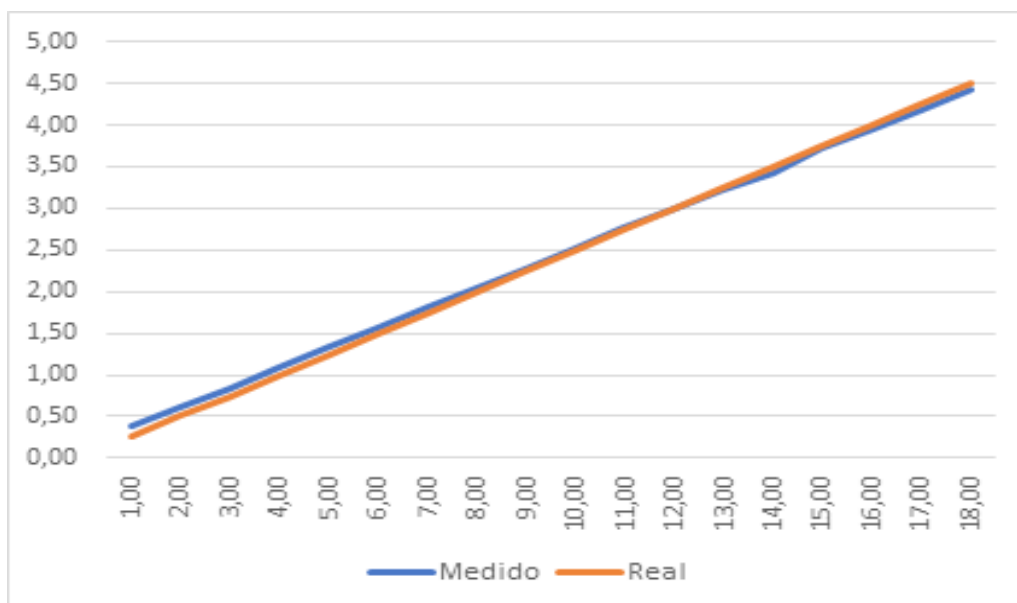
**Gráfico 1: diferença entre corrente medida e real.**



# FICE

7ª FEIRA DE INICIAÇÃO  
CIENTÍFICA E EXTENSÃO

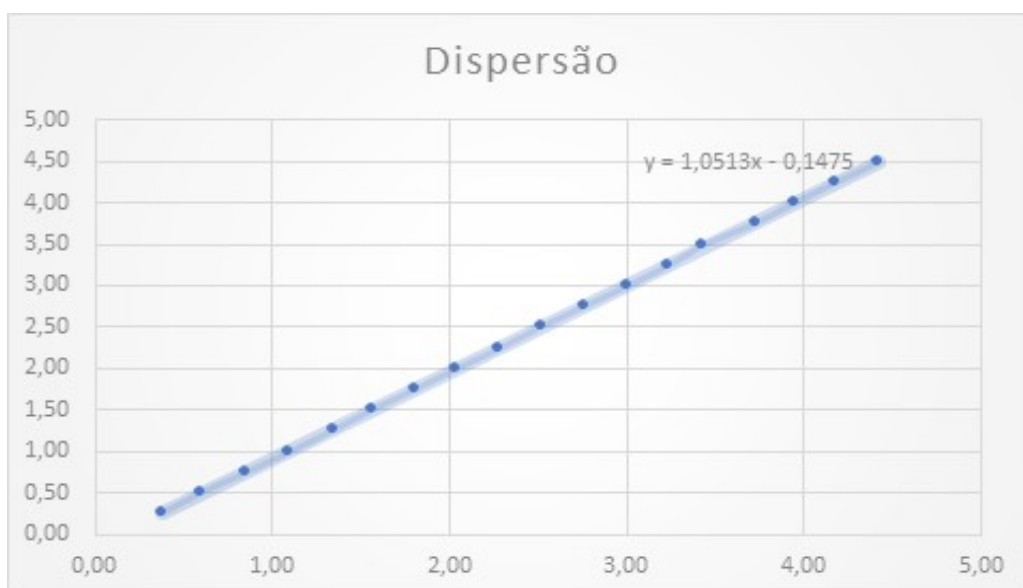
05 e 06 de setembro



Fonte: própria.

Para a correção do erro foi utilizada um gráfico de dispersão e inserida uma linha de tendência para então gerar a equação para fazer a correção da corrente medida.

**Gráfico 2: dispersão e linha de tendência.**



Fonte: Própria.

A equação para correção da corrente medida ficou, sendo que no gráfico a equação os valores estão aproximados:



# FICE

7ª FEIRA DE INICIAÇÃO  
CIENTÍFICA E EXTENSÃO

05 e 06 de setembro

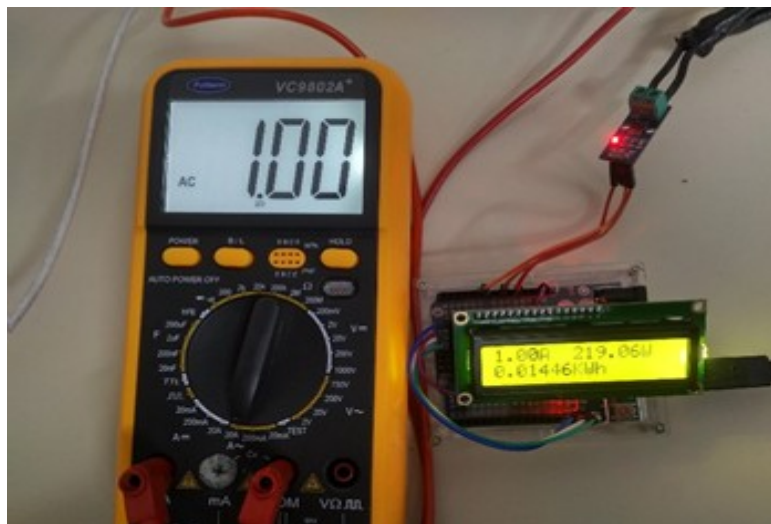
## Correção corrente medida

$$I_c = I \times 1.05127501105677 - 0.147475984863432$$

Fonte: Própria.

Com a equação para correção da corrente as medições corrigidas passaram a apresentar os mesmos valores das medições realizadas pelo equipamento calibrado, como pode-se ver na imagem a seguir, onde sem a correção para a corrente de 1A o erro era de 9%, mostrando o valor de 1,09A, e agora aplicada a correção em ambos os equipamentos o valor mostrado são de 1A.

## Imagem 1: medições equipamento calibrado e sistema proposto



Fonte: própria

Finalmente foi implementado o cálculo do custo por kWh, sendo a custo da energia calculada a partir de uma fatura de energia elétrica com um consumo total de 225 kWh no mês de julho de 2018, ficando R\$0,89 por kWh consumido.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS



# FICE

**7ª FEIRA DE INICIAÇÃO  
CIENTÍFICA E EXTENSÃO**

**05 e 06 de setembro**

O projeto cumpriu seu objetivo, tanto como ferramenta pedagógica na iniciação científica do aluno participante, como na busca por ferramentas para a resolução dos problemas propostos.

O resultado final foi um protótipo totalmente funcional e operante que apresenta os dados de corrente, potência, consumo e custo do equipamento medido.

Como proposta de trabalho futuro neste projeto ainda pode ser implementado o armazenamento dos dados obtidos e transmissão destes por *bluetooth* ou até mesmo via internet, porém não como projeto de pesquisa de nível médio, mas sim como projeto de pesquisa a ser realizado por um aluno da graduação.

## REFERÊNCIAS

**Companhia Paulista de Força e Luz , História da Energia Elétrica. Disponível em:** <<https://www.cpf.com.br/energias-sustentaveis/eficiencia-energetica/uso-consciente/historia-daenergia/Paginas/default.aspx>>. **Acesso em: 19/05/2017.**

**Agência Nacional de Energia Elétrica, Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Disponível em:** <[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas\\_par1\\_cap2.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par1_cap2.pdf)>. **Acesso em: 19/05/2017.**

LACERDA, Layse. **Capacidade instalada de geração de energia elétrica atinge 141.684 MW em janeiro:** Capacidade instalada de geração de energia teve adição de 7,6 mil em comparação ao mesmo período de 2015. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset\\_publisher/32hLrOzMKwWb/content/capacidade-instalada-de-geracao-de-energia-eletrica-atinge-141-684-mw-em-janeiro](http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/capacidade-instalada-de-geracao-de-energia-eletrica-atinge-141-684-mw-em-janeiro)>. **Acesso em: 19 maio 2017.**





# FICE

**7ª FEIRA DE INICIAÇÃO  
CIENTÍFICA E EXTENSÃO**

**05 e 06 de setembro**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Consumo de energia elétrica no Brasil cai 0,9% em 2016** .

Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/Consumodeenergiael%C3%A9tricoBrasilcai0,9em2016.aspx?CategoriaID=>>. Acesso em: 19 maio 2017.

INMETRO. Hierarquia. Histórico do Programa Brasileiro de Etiquetagem. Disponível em: <<http://www2.inmetro.gov.br/pbe/historico.php>>. Acesso em: 19 maio 2017.

CAMARGO, Sophia. **Aparelhos em stand-by gastam 12% da luz de uma casa; aprenda a economizar**. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/financas-pessoais/noticias/redacao/2015/01/28/aparelhos-em-standby-gastam-12-da-luz-de-uma-casa-aprenda-a-economizar.htm>>. Acesso em: 19 maio 2017.

ELETROBRÁS. Eletronuclear. **O que é energia?**. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/Saibamais/Espa%20odoConhecimento/Pesquisaescolar/Oque%20energia.aspx>>. Acesso em: 19 maio 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Matriz Energética Base 2015**. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/downloads/MatrizEnergeticaBase2015.xlsx>>. Acesso em: 19 maio 2017.

HINRICHS, Roger; KLEINBACH, Merlin H. **Energia e meio ambiente**. 4. ed. da tradução norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2011. xx, 724 p. ISBN 9788522107148 (broch.).

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Previsões de carga para o Planejamento Anual da Operação Energética 2017 – 2021: 1ª Revisão** Quadrimestral. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/Boletim%20Tecnico%20ONS-EPE-CCEE\\_Planejamento%20Anual%20ciclo%20%202017-2021\\_1aRevis%C3%A3o%20Quadrimestral.pdf](http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/Boletim%20Tecnico%20ONS-EPE-CCEE_Planejamento%20Anual%20ciclo%20%202017-2021_1aRevis%C3%A3o%20Quadrimestral.pdf)>. Acesso em: 19 maio 2017.



# FICE

**7ª FEIRA DE INICIAÇÃO  
CIENTÍFICA E EXTENSÃO**

**05 e 06 de setembro**

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Histórico de Preços Semanais - Abril de 2017**. Disponível

em:<[https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/o-que-fazemos/como\\_ccee\\_atua/precos/historico\\_preco\\_semanal?\\_afLoop=504110612150992#%40%3F\\_afLoop%3D504110612150992%26\\_adf.ctrl-state%3Dmdvltxrq\\_30](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/como_ccee_atua/precos/historico_preco_semanal?_afLoop=504110612150992#%40%3F_afLoop%3D504110612150992%26_adf.ctrl-state%3Dmdvltxrq_30)>.

Acesso em: 19 maio 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Comunicação Social.

**Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF**. Disponível

em:<<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/19052004pof2002html.shtm>>.

Acesso em: 19 maio 2017.