

PROTÓTIPO DE MEDIDOR PORTÁTIL DE ENERGIA CONSUMIDA EM APARELHOS DE USO RESIDENCIAIS DOMÉSTICOS COM MICROCONTROLADOR ARDUINO

PROTOTYPE OF PORTABLE ENERGY METER CONSUMED IN HOME APPLIANCES WITH ARDUINO MICROCONTROLLER

Adauri Silveira Rodrigues Júnior¹

Edson Jorge de Sena Júnior²

Ronald Anchite Guedes³

Alex Franco Ferreira⁴

RESUMO: O aumento da demanda por energia elétrica, associadas as questões de eficiência energética e sustentabilidade no século XXI ressalta a necessidade de um consumo consciente e do monitoramento preciso do consumo energético, impulsionando o desenvolvimento de medidores de consumo elétrico residencial. Este trabalho propõe um protótipo de baixo custo de medidor de energia portátil, capaz de monitorar o consumo individual de cada equipamento, visando um uso mais eficiente e consciente da energia. Os resultados obtidos com o protótipo demonstraram um nível de concordância satisfatório com os valores de referência, com um erro percentual inferior a 0,5%, evidenciando a precisão e confiabilidade do dispositivo para uso residencial doméstico.

4756

Palavras-chave: Monitoramento de energia. Arduino. Protótipo. Consumo de energia.

ABSTRACT: The increase in demand for electricity, associated with energy efficiency and sustainability issues in the 21st century, highlights the need for conscious consumption and accurate monitoring of energy consumption, driving the development of residential electricity consumption meters. This work proposes a low-cost prototype of a portable energy meter, capable of monitoring the individual consumption of each device, aiming at a more efficient and conscious use of energy. The results obtained with the prototype demonstrated a satisfactory level of agreement with the reference values, with a percentage error of less than 0.5%, evidencing the accuracy and reliability of the device for domestic residential use.

Keywords: Energy monitoring. Arduino. Prototype. Power consumption.

¹Universidade de Vassouras.

²Universidade de Vassouras.

³Universidade de Vassouras.

⁴Universidade de Vassouras.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por energia elétrica no século XXI, impulsionada pelo aumento populacional e pelo desenvolvimento tecnológico, é um desafio global. Relatórios das Nações Unidas (2021) indicam que, embora o acesso à eletricidade tenha se expandido, atingindo cerca de 90% da população mundial, a necessidade de novas fontes de energia e de um consumo consciente se intensifica. Nesse contexto, o monitoramento preciso do consumo energético surge como um fator crucial.

Diversos estudos têm explorado o desenvolvimento de medidores de consumo elétrico residencial para fornecer informações mais detalhadas aos usuários. Silva (2008), por exemplo, propõe um medidor com microcontrolador PIC, visando otimizar a leitura do consumo. De Paula (2013) apresenta um medidor de demanda com acesso remoto, ampliando as possibilidades de acompanhamento. Outras pesquisas, como as de Sousa (2023) e Serafim, Varella e Santos (2023), também destacam a importância de sistemas de monitoramento para o uso eficiente de energia no setor residencial.

Além disso, a busca por soluções de baixo custo tem impulsionado o desenvolvimento de medidores para aplicações específicas. Demore, Balestero e Barreto (2024), por exemplo, propuseram um medidor dedicado a experimentos com impressoras 3D, demonstrando a

4757

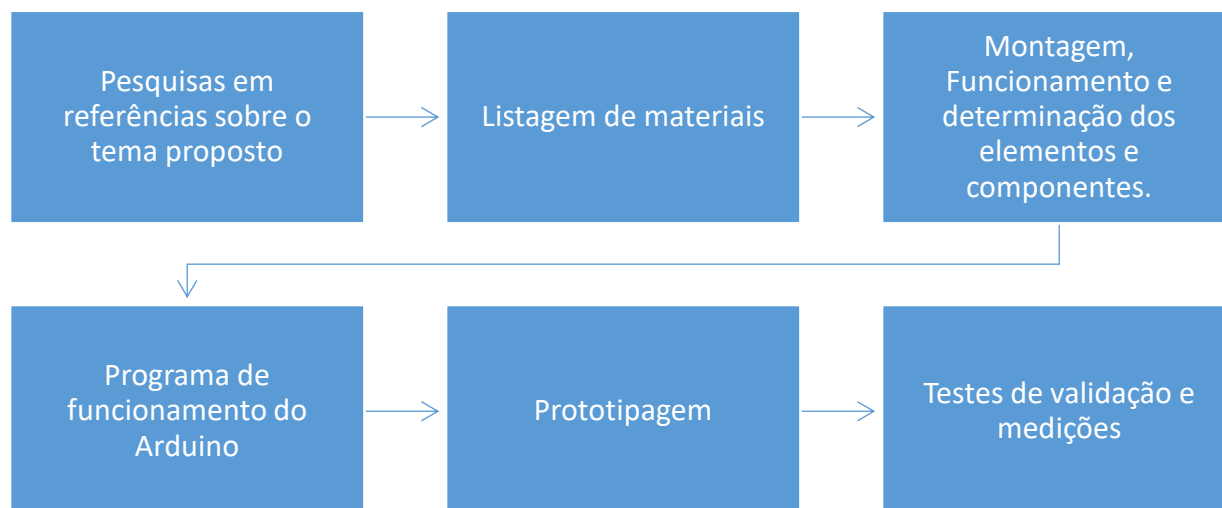
versatilidade dessas tecnologias.

Paralelamente à busca por novas fontes de energia, cresce a preocupação com o consumo sustentável. Empresas de diversos setores buscam reduzir seu impacto ambiental e aumentar a eficiência energética, utilizando tecnologias que auxiliem o consumidor a compreender seu próprio consumo. No entanto, modelos tradicionais de medição, como os "relógios" das concessionárias, podem não fornecer informações detalhadas o suficiente para uma gestão eficaz do consumo.

Nesse cenário, este trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo de baixo custo de medidor de energia portátil, capaz de monitorar o consumo individual de cada equipamento. Essa abordagem permitirá verificar se o consumo está de acordo com as especificações do fabricante e identificar possíveis mau funcionamentos, contribuindo para um uso mais eficiente e consciente da energia.

Na execução do projeto, foram empregadas pesquisas bibliográficas, as quais se mostraram de extrema importância tanto para o desenvolvimento do projeto em si quanto para a elaboração do artigo. O projeto seguiu o fluxograma apresentado na Figura 1.

FIGURA 1: FLUXOGRAMA



FONTE: AUTOR, 2025

LISTA DE MATERIAIS

4758

Foram selecionados materiais essenciais para construção do protótipo de medidor de energia instantânea com microcontrolador e dispostos em uma lista detalhada relacionada abaixo, objeto central deste artigo. A seleção criteriosa de cada componente visou otimizar a precisão das medições, a eficiência do processamento e a viabilidade da implementação de um sistema embarcado de baixo custo. A seguir, discriminamos os elementos cruciais que permitiram a materialização deste projeto, desde o núcleo de processamento até os sensores, infraestrutura de hardware e a interface de visualização.

- 1 Arduino uno R3;
- 1 Sensor de corrente não-invasivo SCT-013-020;
- 1 Sensor de tensão ZMPT101B;
- 1 Display LCD 16x2;
- 1 Potenciômetro 10kΩ;
- 2 Resistores 10kΩ;
- 2 Capacitores 100μF;
- Jumpers macho-macho;

PRINCIPAIS COMPONENTES DO PROJETO

A plataforma Arduino apresenta-se como uma solução eficaz e de baixo custo para o desenvolvimento de projetos de automação residencial. Sua natureza de código aberto, tanto em hardware quanto em software, facilita a utilização e adaptação por diferentes desenvolvedores e projetos (Arduino.CC, 2018).

Rodrigues et al. (2024) demonstram em seu trabalho o uso eficiente do Arduino no desenvolvimento de um protótipo de automação residencial de baixo custo, evidenciando seu potencial para tornar essa tecnologia mais acessível e popular.

Para atender aos objetivos deste projeto, optou-se pela utilização do modelo Arduino UNO. A seleção baseou-se na sua eficiência comprovada e na disponibilidade de todas as características técnicas essenciais. Adicionalmente, o Arduino UNO R3, visto na Figura 2, destaca-se pelo seu baixo custo e facilidade de aquisição, fatores relevantes para a viabilidade da implementação do protótipo.

FIGURA 2: ARDUINO UNO R3

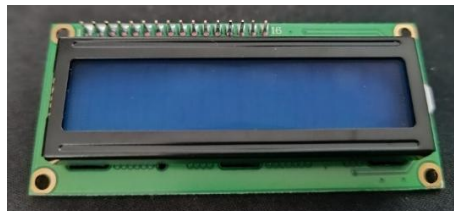


FONTE: AUTOR, 2025

A escolha de um display LCD 16x2, visto na Figura 3, revela-se crucial para o projeto, oferecendo uma combinação singular de fatores vantajosos. Sua facilidade de programação é notável, com vasto material de apoio, bibliotecas bem documentadas e exemplos práticos disponíveis para diversas plataformas de desenvolvimento, permitindo uma integração rápida e eficiente da interface de visualização. O baixo custo do módulo o torna uma opção acessível, especialmente em projetos com orçamentos limitados, sem comprometer a funcionalidade essencial de apresentar informações de forma clara e concisa. A facilidade em adquirir esse componente, amplamente disponível em fornecedores de eletrônica tanto online quanto físicos, simplifica o processo de prototipagem e produção. Finalmente, sua perfeita aderência ao projeto reside na sua capacidade de comunicar dados relevantes de maneira direta e compreensível para o usuário, seja exibindo leituras de sensores, estados do sistema ou menus de interação,

consolidando-o como uma solução de visualização prática e eficaz para uma ampla gama de aplicações.

FIGURA 3: DISPLAY LCD 16X2



FONTE: AUTOR, 2025.

A integração do sensor de corrente SCT-013-020, visto na Figura 4, ao protótipo de medidor de energia instantânea com microcontrolador se fundamenta em sua capacidade de realizar medições de corrente de maneira não invasiva e segura. Essa característica elimina a necessidade de interromper o circuito elétrico para instalação, simplificando o processo e prevenindo riscos associados ao manuseio de fiações energizadas. Além disso, sua faixa de medição de até 20A demonstra-se adequada para monitorar o consumo de diversos aparelhos e circuitos residenciais, fornecendo dados precisos e em tempo real, cruciais para o cálculo da energia instantânea pelo microcontrolador e para a análise do perfil de consumo energético. Outro ponto relevante é o seu tamanho reduzido.

4760

FIGURA 4: SENSOR DE CORRENTE NÃO-INVASIVO SCT-013-020



FONTE: AUTOR, 2025.

O sensor de tensão ZMPT101B, visto na Figura 5, desempenha um papel crucial no protótipo, possibilitando a medição de tensões de entrada que variam entre 0V e 250VAC, uma amplitude abrangente para aplicações residenciais típicas. Para o seu funcionamento, o sensor requer uma alimentação na faixa de 5V a 30VDC, oferecendo flexibilidade na escolha da fonte

de energia para o sistema. A sua ligação ao circuito de interesse é efetuada de maneira paralela, um método padrão e intuitivo para a aquisição de dados de tensão, garantindo que o sensor monitore o potencial elétrico sem interromper o fluxo de corrente. Essa característica simplifica a integração do componente ao protótipo e assegura a obtenção de leituras precisas da tensão da rede elétrica, um parâmetro fundamental para o cálculo preciso da energia instantânea em conjunto com a medição da corrente realizada pelo sensor SCT-013-020.

FIGURA 5: SENSOR DE TENSÃO ZMPT101B



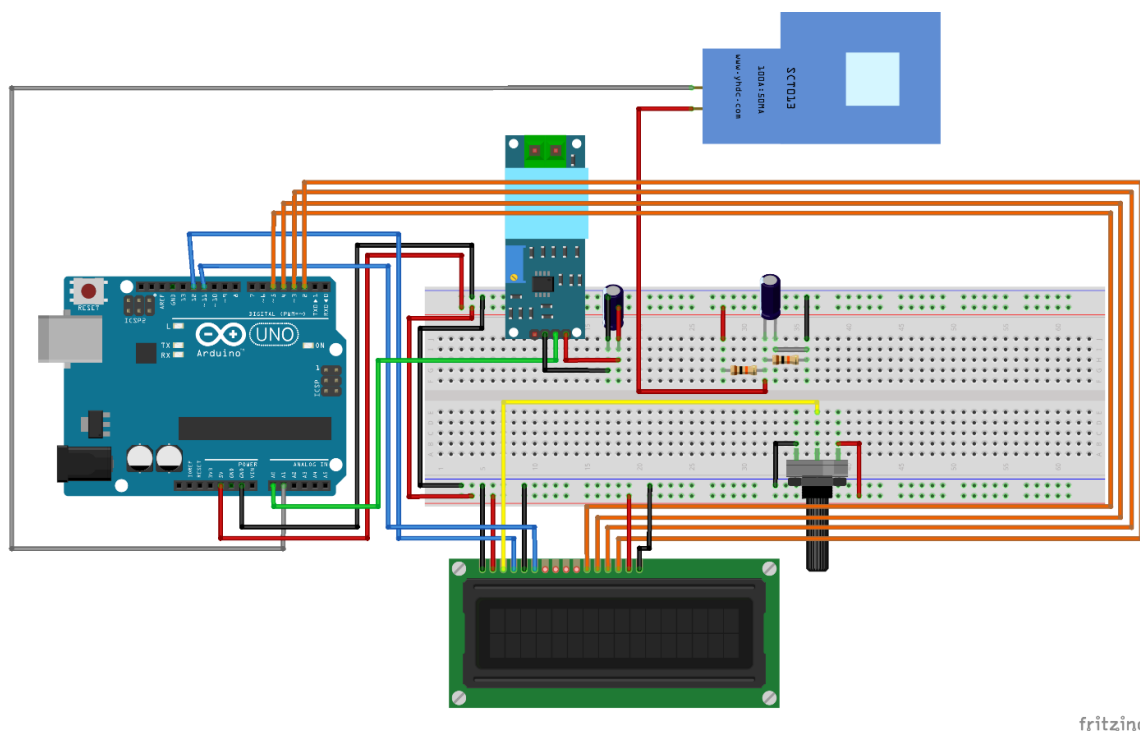
4761

FONTE: AUTOR, 2025.

LAYOUT DE MONTAGEM (SIMULAÇÃO)

A montagem do protótipo iniciou-se por meio de simulação com o software tinkercad®, uma plataforma online e gratuita de modelagem 3D, criação de circuitos eletrônicos e codificação. Com essa simulação foi possível a visualização com clareza da montagem e conexão dos componentes referentes ao protótipo. O protótipo apresenta uma montagem simplificada, onde o microcontrolador centraliza o recebimento dos dados provenientes do sensor de corrente e do sensor de tensão. Com base nessas informações, o microcontrolador executa os cálculos predefinidos no programa, cuja estrutura será detalhada posteriormente. Os resultados processados são então exibidos em um display LCD 16x2, conforme ilustrado no esquema da Figura 6. No circuito, resistores e capacitores desempenham a função de filtragem, enquanto um potenciômetro permite o ajuste da intensidade da luz de fundo do display, otimizando a visualização.

FIGURA 6: ESQUEMA DE MONTAGEM



fritzing

FONTE: AUTOR, 2025.

A posse das medidas de tensão (V) e corrente (I) em um circuito elétrico abre a porta para o cálculo da potência instantânea (P) consumida por um dado equipamento. Essa determinação se fundamenta em um princípio essencial da eletricidade, formalizado pela Lei de Ohm, conforme evidenciado na Equação 1.

4762

$$P = V * I \quad (\text{Equação 1})$$

O resultado desse cálculo de potência é expresso na unidade de Watts (W), fornecendo uma avaliação dinâmica e em tempo real da taxa com que a energia elétrica está sendo convertida ou utilizada pelo dispositivo avaliado. Essa capacidade de monitoramento instantâneo do consumo energético é crucial para diversas aplicações, como a análise de eficiência de sistemas e a gestão otimizada de recursos energéticos.

LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO DO ARDUINO

A programação do arduino, neste projeto, utilizou-se a linguagem C++, intrínseca à plataforma, conforme detalhado na documentação oficial "*What is Arduino?*" (ARDUINO, C. C., 2018). Essa linguagem, fundamentada em C++, permite aos desenvolvedores interagir

diretamente com o hardware do microcontrolador, oferecendo a flexibilidade e o controle cruciais para diversas aplicações embarcadas.

Neste projeto empregou-se um programa computacional também desenvolvido em linguagem C++, para elaboração dos códigos de comandos necessários para a realização dos cálculos e a obtenção dos resultados. A implementação detalhada destes códigos de comandos será apresentada adiante.

É relevante destacar que o desenvolvimento deste software não iniciou-se do zero. Ele foi construído a partir de um programa base de código aberto, disponibilizado na plataforma de colaboração GitHub (2025). Essa decisão estratégica possibilitou aproveitar o conhecimento e as contribuições de uma ampla comunidade de desenvolvedores, enriquecendo a estrutura e a robustez do código inicial.

Adicionalmente, foram implementadas funcionalidades específicas, otimizações de desempenho e ajustes para atender às necessidades particulares deste projeto, demonstrando o potencial da colaboração no desenvolvimento de soluções de software eficientes em aplicações personalizadas.

O programa apresentado baseou-se na seguinte estrutura: inicialmente, foram incluídas e definidas todas as bibliotecas necessárias para o processamento dos dados provenientes dos sensores e para a configuração da memória EEPROM, responsável pelo armazenamento dos dados a serem calculados e exibidos. Em seguida, foram definidos os parâmetros de configuração e calibração dos sensores de tensão e corrente, bem como as configurações do display.

Na seção "setup" do programa, foram dedicadas às configurações executadas uma única vez, o display LCD foi inicializado e declarado a variável para receber os dados de corrente.

A seção "loop", como o próprio nome sugere, foram contidas as partes do programa que são executadas repetidas vezes, até que o objetivo do programa de expor no display os valores aferidos. Neste caso, para otimizar a visualização, apenas as funções correspondentes a cada página do display foram chamadas. Cada uma dessas funções, apresentada adiante, foram responsáveis por exibir informações específicas.

As duas primeiras funções foram implementadas realizam a leitura e o cálculo da tensão e da corrente, respectivamente. As três funções subsequentes organizam as informações de tensão, corrente e potência instantânea dos objetos monitorados e na sequência foram apresentadas no display, além de configurar um sistema de botões para a navegação do usuário entre as diferentes páginas.

CÓDIGO

```
//Baseado no programa exemplo da biblioteca EmonLib #include <EEPROM.h>
//Carregando as bibliotecas #include <EmonLib.h> #include <LiquidCrystal.h> #include
<avr/eeprom.h>

#define eeprom_read_to(dst_p, eeprom_field, dst_size) eeprom_read_block(dst_p, (void
*)offsetof( eeprom_data, eeprom_field), MIN(dst_size, sizeof(( eeprom_data*)o)-
>eeprom_field))

#define eeprom_read(dst, eeprom_field) eeprom_read_to(&dst,
eeprom_field, sizeof(dst))

#define eeprom_write_from(src_p, eeprom_field, src_size) eeprom_write_block(src_p,
(void *)offsetof( eeprom_data, eeprom_field), MIN(src_size, sizeof((
eeprom_data*)o)->eeprom_field))

#define eeprom_write(src, eeprom_field) { typeof(src) x = src; eeprom_write_from(&x,
eeprom_field, sizeof(x)); }

#define MIN(x, y) (x > y ? y : x)

EnergyMonitor emon1; //criação de uma instância para a biblioteca EmonLib
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2); //inicialização dos pinos do LCD

int pino_sct = 1; //Pino do sensor SCT
//calibragem dos sensores #define vcal 252
#define ical 20.5
//Botões e menu #define botao1 7
#define botao2 8 int menu = 1;
struct eeprom_data{ double flash_kwhtotal;
};
char charBuf[25]; double offset = 0;
--//-----
void setup(){ //configurações iniciais lcd.begin(16, 2);
lcd.clear();
emon1.current(pino_sct, ical); //cálculo da corrente
}
//-----
void loop(){ pagina1(); pagina2(); pagina3();
```

```
    }  
    //  
    -----  
    double tensao(){ //função que calcula a tensão RMS emoni.voltage(o, vcal, 1.7);  
emoni.calcVI(20,2000);  
    double rede = emoni.Vrms; return rede;  
    }  
    //  
    -----  
    double corrente(){ //função que calcula a corrente RMS double Irms =  
emoni.calcIrms(1480); Serial.println(Irms);  
    return Irms;  
    }  
    //  
    -----  
    void pagina1(){ //função para apresentação da primeira página no LCD double rede =  
tensao();  
    int b1 = digitalRead(botao1); int b2 = digitalRead(botao2); if(menu == 1){  
lcd.setCursor(0,0); lcd.print("1-Tensao(V)"); lcd.setCursor(0,1); lcd.print(rede,1);  
    }  
    if(b2 == LOW){  
    lcd.clear();  
    menu = menu+1;  
    }  
    }  
    //  
    -----  
    void pagina2(){ //função para apresentação da segunda página no LCD double Irms =  
corrente();  
    if(Irms < 0.080){ offset = Irms;  
    Irms = Irms - offset;  
    }  
    else{  
    Irms = Irms - offset;  
    }  
    int b1 = digitalRead(botao1); int b2 = digitalRead(botao2); if(menu == 2){  
lcd.setCursor(0,0); lcd.print("2-Corrente(A)"); lcd.setCursor(0,1); lcd.print(Irms,3);
```

```

    }
    if(b1 == LOW){
        lcd.clear(); menu = menu-1;
    }
    if(b2 == LOW){
        lcd.clear();
        menu = menu+1;
    }
}

//
-----
void pagina3(){ //função para apresentação da terceira página no LCD double rede =
tensao();
    double Irms = corrente(); double potencia = Irms*rede; int b1 = digitalRead(botao1); int
b2 = digitalRead(botao2); if(menu == 3){ lcd.setCursor(0,0); lcd.print("3-Potencia(W)");
lcd.setCursor(0,1); lcd.print(potencia,2);
    }
    if(b1 == LOW){
        lcd.clear(); menu = menu-1;
    }
}

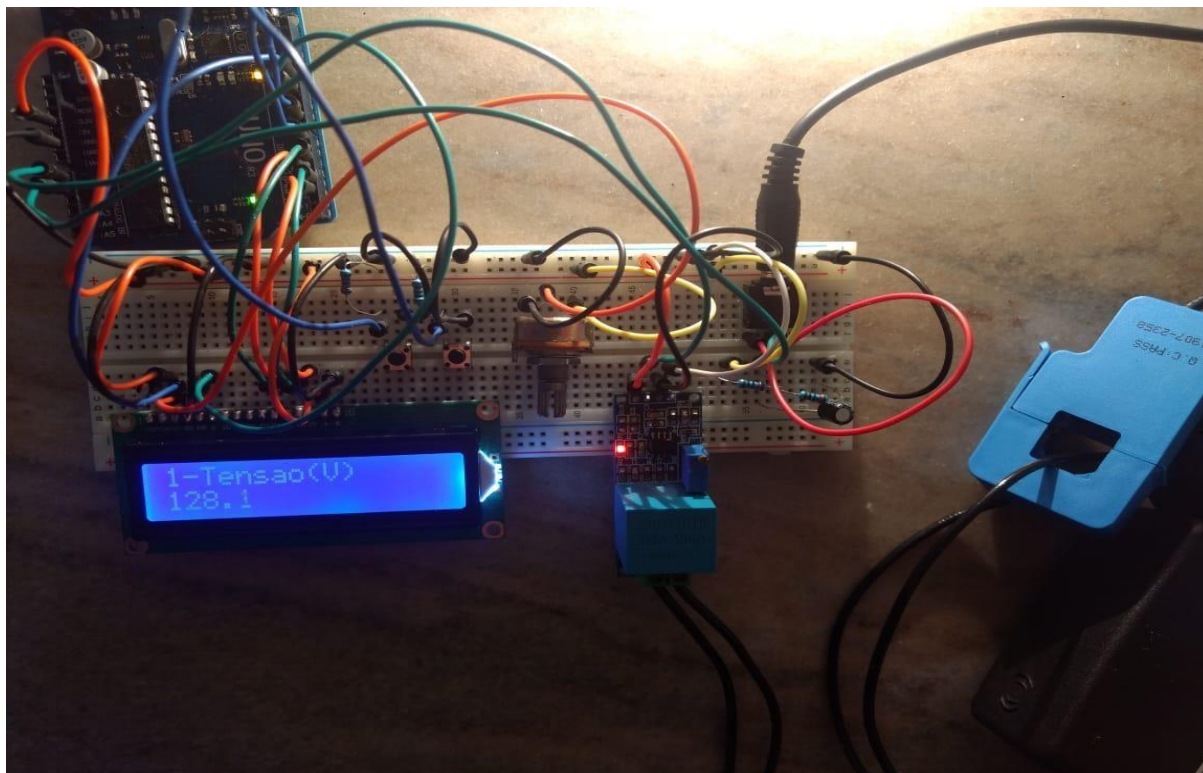
```

4766

MONTAGEM E VALIDAÇÃO

Com base na simulação do esquema de montagem (ilustrado na Figura 6) realizada no software Tinkercad®, iniciou-se a montagem do dispositivo propriamente dito. Inicialmente, todos os componentes foram testados em uma montagem preliminar em placa protoboard. Nessa etapa, verificou-se a correta conexão de todos os terminais e pinos, além da comunicação e interação entre os componentes eletrônicos, conforme demonstrado na Figura 6. Após a conclusão dessa montagem do hardware, o código desenvolvido em linguagem C++ foi transferido para o processador do Arduino via cabo USB. Uma vez carregado o código, o processador reconheceu todos os componentes eletrônicos montados, e o dispositivo tornou-se apto para as primeiras medições de teste. A Figura 7 ilustra essa montagem preliminar e os primeiros testes práticos de funcionamento em execução.

FIGURA 7: MONTAGEM PRELIMINAR EM PLACA PROTOBOARD



FONTE: AUTOR, 2025.

Após a montagem preliminar, foram utilizados alguns equipamentos elétricos comuns em residências. Para o primeiro teste, uma lâmpada incandescente de 60W foi utilizada. O teste consistiu em realizar medições com o dispositivo e comparar os resultados exibidos na tela com os valores obtidos por um multímetro, a fim de validar as medições do dispositivo. A Figura 8 ilustra as medições de corrente e potência da lâmpada, conforme mostradas no display LCD 16x2. Nestas imagens foi possível verificar a medição da amperagem e potência da lâmpada.

FIGURA 8: MEDIÇÃO DE LÂMPADA DE 60W

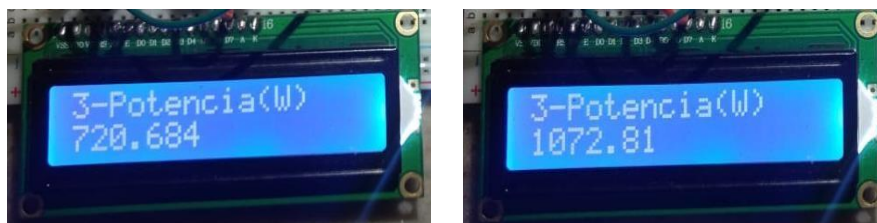


FONTE: AUTOR, 2025.

Em testes subsequentes, novas medições foram realizadas, novamente confrontando os valores obtidos com um multímetro para validar os resultados. Para isso, foram selecionados dois novos equipamentos residenciais: uma sanduicheira elétrica de 750W e um ferro de passar roupas de 1200W (valores nominais de referência descritos nas embalagens dos respectivos produtos). As medições realizadas com o dispositivo indicaram uma potência de 720,684W para

a sanduicheira e de 1072,81W para o ferro de passar roupas, conforme ilustrado na Figura 9. A imagem à esquerda mostra a sanduicheira e a imagem à direita, o ferro de passar roupas, ambas exibindo as respectivas medições de potência registradas.

FIGURA 9: MEDIÇÃO DE SANDUICHEIRA E FERRO DE PASSAR

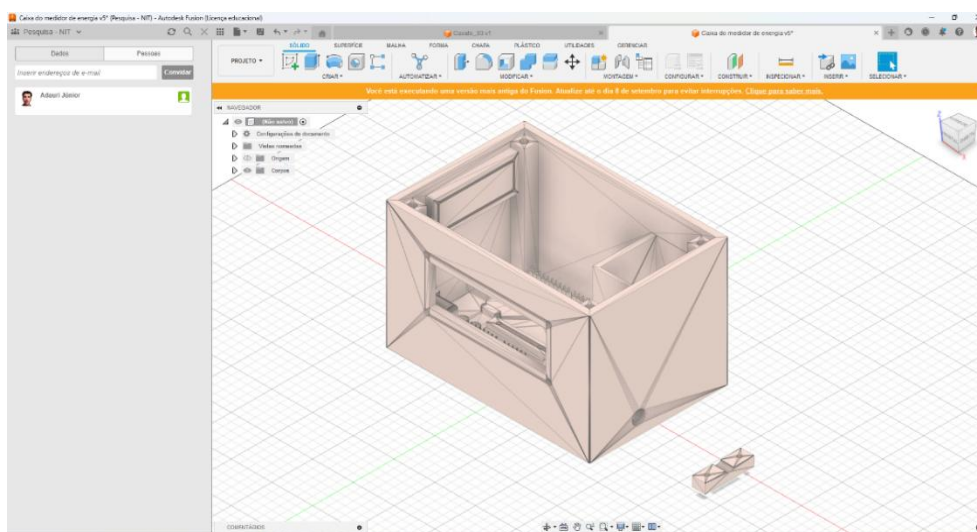


FONTE: AUTOR, 2025.

Após a avaliação das medições realizadas pelo dispositivo, e não havendo divergências significativas em relação aos valores obtidos com o multímetro, as medições foram validadas, comprovando a eficácia do software e hardware do dispositivo. Assim, o projeto avançou para uma nova etapa, que consistiu em conferir mobilidade ao dispositivo. Para isso, uma carcaça foi modelada virtualmente no software de desenho 3D Autodesk Fusion 360® (versão 2025, licença educacional). Essa modelagem tridimensional permitiu testar o layout, avaliar possíveis interferências entre os componentes e otimizar o aproveitamento do espaço interno, reduzindo a distância entre os componentes eletrônicos sem comprometer seu funcionamento ou manutenção. O projeto da carcaça também considerou a possibilidade de substituição de componentes em caso de falha, dano ou mau funcionamento. A Figura 10 ilustra o modelo tridimensional da carcaça externa do dispositivo.

4768

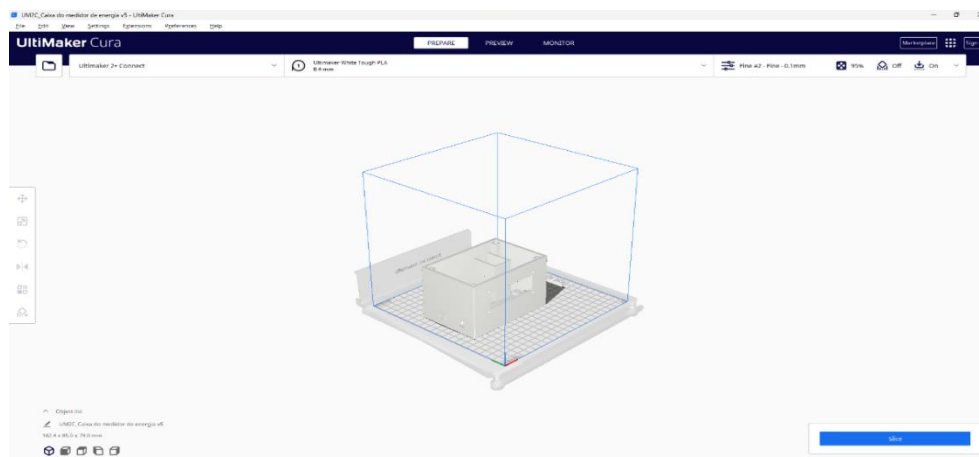
FIGURA 10: SOFTWARE DE MODELAMENTO 3D



FONTE: AUTOR, 2025.

Após a realização do modelamento tridimensional o projeto seguiu para etapa de impressão 3D onde foi utilizado como software de fatiamento o CURA® versão 5.2.1, compatível com a impressora 3D, modelo ULTIMAKER 2+ CONECT® e utilizando PLA 2,8mm como filamento de impressão. Na Figura 11 evidencia-se o software de fatiamento software CURA®.

FIGURA 11: SOFTWARE DE FATIAMENTO

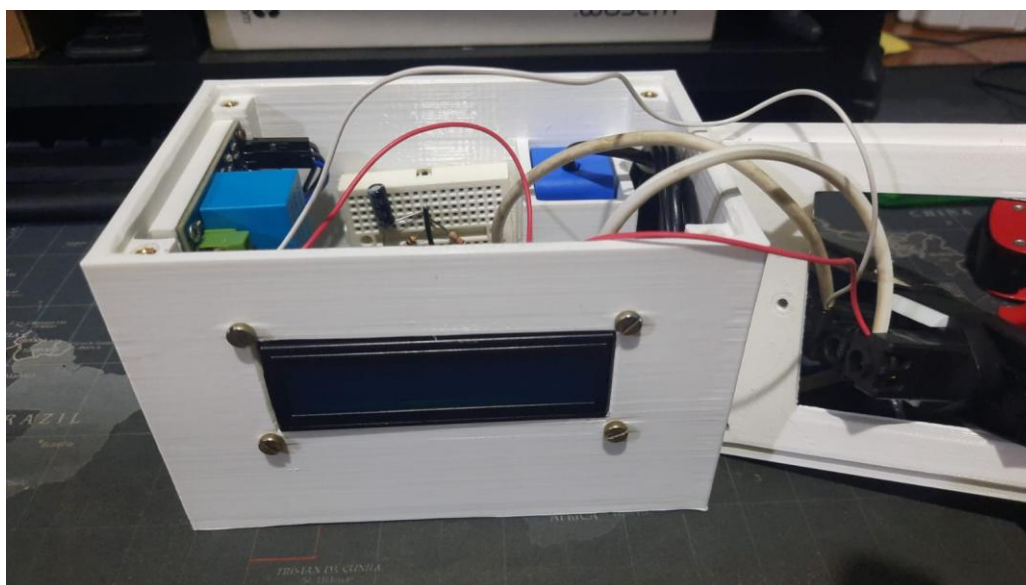


FONTE: AUTOR, 2025.

Após a impressão 3D seguiu-se para a montagem final em uma carcaça projetada para acomodar todos os componentes com segurança fixados e realizando melhor aproveitamento dos espaços internos possíveis. A carcaça deu ao dispositivo a mobilidade requerida e facilidade de manutenção. Na Figura 12 evidencia-se o dispositivo montado.

4769

FIGURA 12: MONTAGEM FINAL



FONTE: AUTOR, 2025.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com o dispositivo finalizado e analisando os resultados dos testes iniciais realizados com o protótipo, visando a validação da conformidade dos resultados obtidos, foram conduzidas medições utilizando diversos equipamentos de uso doméstico comuns em residências, dentre eles: uma lâmpada de 60W, uma sanduicheira elétrica de 750W e um ferro de passar roupas de 1200W e por fim um ferro de solda de 40W. A escolha desses aparelhos residenciais de forma aleatória teve como objetivo estabelecer uma base de comparação entre os valores levantados pelo dispositivo protótipo, comparando-o com aqueles fornecidos em manuais técnicos dos fabricantes, assim como, a medição direta via multímetro.

A análise comparativa dos resultados demonstrou um nível de concordância satisfatório, com um erro percentual inferior a 0,01%. Essa margem de erro mínima sugere a precisão e a confiabilidade do protótipo utilizado durante todos os testes. Na Figura 13 apresenta-se a praticidade de uso do dispositivo, sendo pequeno portátil e intuitivo para o uso doméstico. Caracterizando um dispositivo projetado para oferecer segurança para o usuário final sem complicações e entregando as informações de consumo em uma tela LCD de fácil leitura e visualização.

FIGURA 13: MEDIÇÃO DO FERRO DE SOLDA

4770



FONTE: AUTOR, 2025.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento de um medidor de energia residencial de baixo custo, seguro e prático representa um avanço significativo para o monitoramento individual do consumo de

energia. Sua facilidade de manuseio e a capacidade de fornecer informações claras e precisas sobre o consumo de cada aparelho tornam-no uma ferramenta valiosa para os usuários domésticos. Além disso, a segurança do dispositivo é fundamental para garantir a integridade do usuário durante a instalação e o uso diário.

Os objetivos propostos neste estudo foram alcançados, pois protótipo desenvolvido demonstrou a capacidade de medir o consumo de energia de diferentes aparelhos com um erro percentual mínimo, validando sua precisão e confiabilidade. A montagem do dispositivo em uma carcaça projetada sob medida conferiu-lhe portabilidade e facilidade de manutenção, atendendo aos requisitos de praticidade e segurança para o usuário final.

Em um contexto de crescente preocupação com a sustentabilidade e a eficiência energética, o controle doméstico do uso de energia torna-se cada vez mais relevante. A capacidade de monitorar o consumo de cada aparelho permite aos usuários identificar oportunidades de economia, reduzir o desperdício e adotar hábitos mais conscientes. Essa abordagem contribui para a preservação dos recursos naturais e para a mitigação dos impactos ambientais associados à geração de energia.

É fundamental reconhecer que a eficiência energética não é apenas uma questão industrial, mas também uma responsabilidade de toda a sociedade. O controle doméstico do consumo de energia desempenha um papel crucial nesse contexto, capacitando os indivíduos a se tornarem agentes ativos na busca por um futuro mais sustentável. Ao adotar práticas de consumo consciente o usuário final pode identificar melhor os equipamentos residenciais que representam maior consumo de energia os chamados “vilões” e utilizar tecnologias que facilitem o monitoramento e a gestão da energia, cada um contribui para a construção de uma sociedade mais eficiente e responsável.

4771

REFERÊNCIAS

ARDUINO, C.C. **What is Arduino?** 2018. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. Acesso em: 29 abr. 2025.

DE PAULA, Gilberto José. **Medidor de demanda de energia elétrica residencial com acesso remoto**. Orientadora: Maria Marony Sousa Farias. 2013. TCC (Graduação) - Faculdade De Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATEC, Brasília, 2013.

DEMORE, Ana Clara; BALESTERO, Juan Paulo Robles; BARRETO, Gabriel Henrique Gonçalves. Medidor de energia de baixo custo dedicado a experimento com impressora 3D. In: **Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP**. 2024.

GITHUB. 2025. Disponível em: <https://github.com>. Acesso em: 07 maio. 2025.

RODRIGUES, Lincoln Moura et al. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: protótipo de baixo custo. **Revista Científica UNIFAGOC-Multidisciplinar**, v. 9, n. 1, 2024.

SERAFIM, Amanda Sahory Nunes; VARELLA, Fabiana Karla de Oliveira Martins; SANTOS, Sophia Victória. Desenvolvimento de um sistema de monitoramento do consumo de energia elétrica: uma ferramenta para o uso eficiente de energia no setor residencial. **Engenharia, Gestão e Inovação**, v. 11, p. 127, 2023.

SILVA, Leandro Almeida Soares. **Medidor de consumo elétrico residencial através de microcontrolador PIC**. 2008.

SOUSA, Erick Rian Barbosa. **Sistema para controle e monitoramento de energia elétrica residencial**. 2023.

TINKERCAD. 2025. Disponível em: <https://www.tinkercad.com>.