

**FACULDADE ESTÁCIO
TERESINA**

MONITOR DE CONSUMO DE ENERGIA

**Carlos Vinicius Sousa Gonçalves
Eduardo Bandeira dos Santos
Felipe Silva Carvalho
Francisco das Chagas Sales Neto
José Henrique de Araújo Picoli
Lyan Kaleu Meneses de Sousa
Rodrigo Henrique Saraiva dos Reis Araújo**

Douglas Lopes de Sousa Mendes

**2025
Teresina/Piauí**

Sumário

1. DIAGNÓSTICO E TEORIZAÇÃO	4
1.1. Identificação das partes interessadas e parceiros	4
1.2. Problemática e/ou problemas identificados	5
1.3. Justificativa	5
1.4. Objetivos/resultados/efeitos a serem alcançados (em relação ao problema identificado e sob a perspectiva dos públicos envolvidos)	7
1.5. Referencial teórico (subsídio teórico para propositura de ações da extensão)	8
2. PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	9
2.1. Plano de trabalho (usando ferramenta acordada com o docente)	9
2.2. Descrição da forma de envolvimento do público participante na formulação do projeto, seu desenvolvimento e avaliação, bem como as estratégias utilizadas pelo grupo para mobilizá-los.	10
2.3. Grupo de trabalho (descrição da responsabilidade de cada membro)	11
2.4. Metas, critérios ou indicadores de avaliação do projeto	13
2.4.1. Desenvolver um dispositivo funcional para monitoramento de energia	13
2.4.2. Proporcionar uma interface de usuário intuitiva	14
2.4.3. Validar a precisão das medições do protótipo	15
2.5. Recursos previstos	15
2.6. Detalhamento técnico do projeto	16
2.6.1. Escolha do microcontrolador	17
2.6.2. Plataforma de hardware e sensores	17
2.6.3. Arquitetura do software embarcado	18
2.6.4. Simulação	19
2.6.5. Testes	19
2.6.6. Documentação Técnica	19
3. ENCERRAMENTO DO PROJETO	20
3.1. Relato Coletivo	20
3.1.1. Avaliação de reação da parte interessada	21
3.1.2. O que foi planejado	22
3.1.3. O que foi efetivamente realizado	22
3.1.4. Justificativa das mudanças	25
3.1.5. Dificuldades encontradas	27
3.1.6. Resultados e avaliação	28
3.2. Relato de Experiência Individual	31
3.2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	31
3.2.2. METODOLOGIA	31
3.2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
3.2.4. REFLEXÃO APROFUNDADA	33
3.2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
3.3. Relato de Experiência Individual	35
3.3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	35
3.3.2. METODOLOGIA	35

3.3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
3.3.4. REFLEXÃO APROFUNDADA	36
3.3.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
3.4. Relato de Experiência Individual	38
3.4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	38
3.4.2. METODOLOGIA	38
3.4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
3.4.4. REFLEXÃO APROFUNDADA	40
3.4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
3.5. Relato de Experiência Individual	42
3.5.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	42
3.5.2. METODOLOGIA	42
3.5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
3.5.4. REFLEXÃO APROFUNDADA	44
3.5.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
3.6. Relato de Experiência Individual	46
3.6.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	46
3.6.2. METODOLOGIA	47
3.6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
3.6.4. REFLEXÃO APROFUNDADA	48
3.6.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
3.7. Relato de Experiência Individual	50
3.7.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	50
3.7.2. METODOLOGIA	50
3.7.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
3.7.4. REFLEXÃO APROFUNDADA	52
3.7.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
3.8. Relato de Experiência Individual	54
3.8.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	54
3.8.2. METODOLOGIA	54
3.8.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
3.8.4. REFLEXÃO APROFUNDADA	55
3.8.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS	57

1. DIAGNÓSTICO E TEORIZAÇÃO

1.1. Identificação das partes interessadas e parceiros

O público-alvo deste projeto é composto, majoritariamente, por proprietários de residências, locatários e pequenos estabelecimentos comerciais que buscam maior controle e visibilidade sobre seus gastos com energia elétrica. A demanda por esse tipo de solução decorre da necessidade de gerir o consumo em um contexto de tarifas voláteis e orçamentos domésticos apertados. Atualmente, a maioria dos consumidores têm acesso a informações sobre seu consumo apenas ao final do ciclo de faturamento, por meio da fatura mensal; esse feedback tardio impede a identificação de picos e o ajuste comportamental imediato, dificultando a adoção de medidas de economia.

O Monitor de Consumo de Energia foi concebido para suprir essa lacuna informacional, fornecendo leitura em tempo real de potência instantânea (W), energia acumulada (kWh) e estimativa de custo, de modo a permitir ao usuário identificar equipamentos de alto consumo e ajustar hábitos de utilização.

Do ponto de vista institucional, as concessionárias de energia elétrica também se configuram como partes interessadas relevantes: recebem faturamento mensal sem granularidade temporal suficiente, enfrentam desafios de previsão de carga, têm custos operacionais ligados ao gerenciamento de picos e à necessidade de investimentos em infraestrutura; além disso, concessionárias podem se beneficiar de dados agregados (e anônimos) para programas de demanda (demand response), para detecção de perdas e para planejamento de investimento. Assim, potenciais parceiros incluem concessionárias locais, órgãos reguladores, associações de moradores e organizações de eficiência energética, além de fornecedores de componentes e laboratórios da instituição de ensino para validação técnica e testes de campo.

1.2. Problemática e/ou problemas identificados

O acesso limitado a informações claras e imediatas sobre o consumo de energia elétrica configura um problema recorrente em ambientes residenciais e pequenos estabelecimentos. Na prática, o usuário final dispõe apenas da fatura mensal como feedback, o que inviabiliza a correlação entre o uso diário de equipamentos e o impacto financeiro gerado. Esse modelo de monitoramento tardio compromete a adoção de práticas conscientes e a redução de desperdícios.

Como consequência, o consumo tende a ocorrer de forma desordenada, marcado pelo uso excessivo de aparelhos em standby, pela ausência de controle em horários de pico tarifário e pela manutenção de equipamentos obsoletos que demandam mais energia. Em escala doméstica, esse cenário resulta em custos elevados; em escala social, pressiona a infraestrutura de geração e transmissão, ampliando a probabilidade de falhas e impactos ambientais.

Sob a ótica das concessionárias de energia, a carência de ferramentas de monitoramento em tempo real dificulta a implementação de estratégias mais eficazes de gestão da demanda. A ausência de dados detalhados sobre o perfil de consumo dos clientes eleva os custos operacionais, prejudica o planejamento de fornecimento em horários críticos e limita a eficácia de programas de eficiência energética. Além disso, a falta de recursos que incentivam o consumidor a adotar práticas de economia agrava os desafios enfrentados pelas distribuidoras na manutenção do equilíbrio entre oferta e demanda.

Diante desse cenário, este trabalho se propõe a enfrentar a lacuna informacional tanto para os consumidores quanto para as concessionárias, oferecendo uma solução que promove transparência, possibilita decisões conscientes de consumo e apoia a gestão energética em diferentes níveis.

1.3. Justificativa

A problemática da ineficiência energética e da ausência de ferramentas que forneçam feedback em tempo real sobre o consumo de eletricidade em ambientes residenciais é altamente relevante para o contexto acadêmico. A elaboração de um

Monitor de Consumo de Energia oferece a oportunidade de articular teoria e prática de forma concreta, permitindo que os conhecimentos adquiridos ao longo do curso sejam aplicados na resolução de uma demanda real e socialmente significativa.

Este projeto integra diversas áreas de conhecimento fundamentais para a formação no curso de Ciências da computação tais como:

- **Eletrônica Analógica e Digital:** O desenvolvimento do circuito de sensoriamento de tensão e corrente, bem como a manipulação de sinais analógicos e sua conversão para o domínio digital, são práticas essenciais.
- **Microcontroladores e Programação Embarcada:** A lógica de programação para a leitura dos sensores, o processamento dos dados e o controle do display exige o domínio de um microcontrolador e de uma linguagem de programação de baixo nível.
- **Sistemas de Medição e Instrumentação:** O projeto exige a calibração de sensores e a aplicação de técnicas para garantir a precisão das medições de potência e energia.

Além da relevância técnica, a motivação do grupo de trabalho se baseia na busca por uma solução tangível e de impacto social. O projeto não se limita a um exercício acadêmico; ele oferece uma resposta concreta e de baixo custo a um problema cotidiano, promovendo a economia doméstica e a consciência ambiental.

A oportunidade de conceber, projetar e implementar um protótipo funcional, enfrentando e superando desafios técnicos, reforça o desenvolvimento de habilidades de análise crítica, resolução de problemas e trabalho em equipe, consolidando as competências essenciais para a atuação profissional futura.

1.4. Objetivos/resultados/efeitos a serem alcançados (em relação ao problema identificado e sob a perspectiva dos públicos envolvidos)

Os objetivos deste projeto estão diretamente ligados à resolução do problema identificado e procuram atender às necessidades dos públicos envolvidos — consumidores e concessionárias de energia elétrica.

- **Fornecer feedback em tempo real sobre o consumo de energia elétrica.**

O sistema permitirá que o consumidor visualize instantaneamente a potência (W), o consumo acumulado (kWh) e o custo estimado, o que facilita decisões imediatas sobre o uso de aparelhos. Para a concessionária, o monitoramento em tempo real representa a oportunidade de acessar dados agregados que auxiliam no planejamento da oferta e na redução de sobrecargas.

- **Permitir a identificação de equipamentos de alto consumo.**

A funcionalidade de análise de variações de potência possibilita ao usuário identificar quais aparelhos mais impactam na conta de energia, incentivando substituições ou ajustes de uso. Para as concessionárias, esse recurso contribui para o gerenciamento de picos de carga, reduzindo custos com manutenção da rede e prevenindo instabilidades.

- **Promover a eficiência energética e reduzir desperdícios.**

Ao fornecer dados claros e acessíveis, o sistema incentiva hábitos de consumo mais racionais, evitando o uso desnecessário de energia em horários de ponta. Do ponto de vista da concessionária, essa prática contribui para suavizar curvas de demanda, diminuir perdas técnicas e melhorar o equilíbrio entre geração e distribuição.

- **Facilitar o planejamento financeiro e tarifário.**

Para o consumidor, o monitor permite prever com mais precisão o impacto das escolhas de consumo no orçamento doméstico. Já para a

concessionária, os dados coletados podem subsidiar a elaboração de tarifas diferenciadas e programas de incentivo ao uso eficiente, diminuindo custos operacionais e fortalecendo políticas de sustentabilidade.

- **Disponibilizar dados acessíveis para análise e relatórios.**

O registro histórico de consumo possibilita ao usuário acompanhar sua evolução ao longo do tempo, identificando padrões e oportunidades de economia. Para a concessionária, a análise desses dados de forma agregada pode auxiliar na formulação de estratégias de eficiência energética, além de subsidiar campanhas de conscientização e políticas públicas.

1.5. Referencial teórico (subsídio teórico para propositura de ações da extensão)

A proposição do Monitor de Consumo de Energia apoia-se em três eixos principais: teoria de medição elétrica e processamento de sinais para cálculo de potência e energia (POULARIKAS, 2000); princípios de projeto de sistemas embarcados para aquisição e tratamento de sinais em tempo real (GANSLE, 2008); e literatura sobre mudança de comportamento e educação ambiental, que sustenta a hipótese de que feedback informacional favorece práticas de consumo mais sustentáveis (STERN; DIETZ, 2000).

A medição da potência em circuitos de corrente alternada exige amostragem sincronizada de tensão e corrente e o cálculo de valores eficazes (RMS) e de potência ativa por meio da relação $P(t) = V(t) \times I(t)$, seguida da integração temporal para obtenção de energia acumulada (kWh) (POULARIKAS, 2000). Por isso, a escolha de sensores com isolamento galvânico e especificação adequada (p.ex., transformadores de corrente do tipo SCT-013 e sensores de tensão ZMPT101B) será justificada tecnicamente pela necessidade de segurança e precisão nas medições (dados dos fabricantes e folhas técnicas).

No domínio dos sistemas embarcados, recomenda-se projetar o firmware considerando requisitos de amostragem, temporização e uso eficiente de recursos (memória e processamento), conforme práticas consolidadas na literatura sobre

sistemas embarcados (GANSLE, 2008). Em particular, a captura de forma de onda da rede (60 Hz no Brasil) exigirá definição de taxa de amostragem, algoritmo de cálculo RMS e gestão de buffers para evitar perda de dados.

Além da base técnica, o componente de mudança comportamental sustenta a utilidade social do equipamento: feedback em tempo real e informação econômica (estimativa de custo) tendem a aumentar a percepção de controle do consumidor e a motivar ações de economia (STERN; DIETZ, 2000). Assim, o dispositivo atuará como ferramenta de apoio à educação energética, complementando políticas e programas que visem eficiência e gestão de demanda.

2. PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

2.1. Plano de trabalho (usando ferramenta acordada com o docente)

A Tabela 1 apresenta o plano de trabalho detalhado do projeto, contendo as ações a serem executadas para alcançar os objetivos, os responsáveis por cada tarefa, os prazos definidos, os recursos utilizados e formas de acompanhamento dos resultados. O cronograma foi estruturado para alinhar a execução prática do protótipo de monitoramento de consumo de energia com a produção e entrega das etapas do relatório, garantindo o cumprimento das datas previstas pelo calendário acadêmico da disciplina extensionista.

Tabela 1 - Plano de Trabalho do Projeto

Fase	Período	Responsáveis	Observações
Definição e validação do tema	03/09/2025 - 08/09/2025	Grupo geral	Reunião para validação do tema
Levantamento de sensores e módulos necessários	10/09/2025 - 17/09/2025	José Henrique e Felipe Silva	Inclui sensores de corrente, tensão e microcontrolador (Arduino Uno)

Entrega do relatório inicial	17/09/2025 - 26/09/2025	Grupo geral	Revisão da introdução, problemática e justificativa
Desenvolvimento do protótipo inicial funcional	Estimativa: 24/09/2025 – 15/10/2025	Equipe técnica	Montagem do circuito, programação do microcontrolador e integração dos sensores
Testes do protótipo e ajustes	Estimativa: 15/10/2025 – 30/10/2025	Equipe técnica	Testes em laboratório e em ambiente doméstico; coleta de dados e ajustes necessários
Entrega do Relatório de Extensão Coletivo e Individual	Estimativa: 07/11/2025	Grupo geral	Revisão do docente antes da entrega oficial
Apresentação final	Estimativa: 17/11/2025 - 20/11/2025	Grupo geral	Apresentação coletiva; divisão de falas entre os membros

2.2. Descrição da forma de envolvimento do público participante na formulação do projeto, seu desenvolvimento e avaliação, bem como as estratégias utilizadas pelo grupo para mobilizá-los.

Formulação do Projeto

Neste projeto, o público participante será considerado de forma indireta nas fases iniciais, visto que ainda não houve participação presencial de famílias ou consumidores residenciais. As necessidades e dificuldades relacionadas ao acompanhamento do consumo de energia elétrica foram identificadas a partir de observações, pesquisas preliminares e levantamento de informações sobre hábitos de consumo, visando compreender os desafios enfrentados pelos usuários. Esses dados servirão de base para a definição dos objetivos do projeto e para a construção de um protótipo que atenda às demandas reais da comunidade.

Desenvolvimento

Durante a fase de desenvolvimento, a interação com o público-alvo será planejada por meio de testes do protótipo em ambiente controlado, quando será possível avaliar a funcionalidade e a compreensão das informações apresentadas pelo monitor de consumo de energia. Futuramente, os participantes poderão interagir com o dispositivo e fornecer feedbacks sobre a usabilidade, clareza dos dados e eficácia das informações exibidas, permitindo ajustes rápidos e melhoria contínua do projeto.

Avaliação

Na etapa de avaliação, serão organizadas reuniões, questionários e registros de observação para coletar opiniões e sugestões do público participante. O feedback dos usuários será incorporado na análise final, assegurando que o monitor de consumo de energia não apenas funcione tecnicamente, mas também seja comprehensível, acessível e relevante para o cotidiano das famílias. Todo o processo será documentado com registros digitais, como fotos, capturas de tela, mensagens e formulários, evidenciando a troca mútua entre o público acadêmico e a comunidade.

Estratégias de Mobilização

As estratégias adotadas pelo grupo para engajar o público incluirão:

- Convites para testar o protótipo em datas específicas;
- Demonstração das funcionalidades e coleta de sugestões;
- Comunicação clara sobre os objetivos e benefícios do monitor;
- Registro sistemático das interações para análise posterior e ajustes do projeto.

2.3. Grupo de trabalho (descrição da responsabilidade de cada membro)

O projeto "Monitor de Consumo de Energia" foi desenvolvido por um grupo de 8 integrantes, onde cada membro teve responsabilidades e papéis definidos para

garantir a execução eficiente das atividades. A seguir, detalhamos a função de cada membro e suas respectivas atribuições:

- **Lyan Kaleu Meneses de Sousa - Líder do Projeto e Redator do Relatório Técnico:**
 - **Responsabilidades:** Gerenciar o cronograma do projeto, coordenar as reuniões e a comunicação entre os membros, e assegurar que todas as fases sejam concluídas dentro dos prazos. Escrever e formatar o relatório técnico final, garantindo que o documento siga as normas da ABNT e que a linguagem seja formal e coesa.
 - **Atividades:** Definir a agenda de trabalho, distribuir as tarefas, revisar o progresso geral do projeto, e realizar a mediação da comunicação com o professor. Consolidar as seções elaboradas pelos outros membros, revisar a gramática e a ortografia, e preparar a versão final para entrega.
- **Carlos Vinicius Sousa Gonçalves - Analista de Requisitos e Conteúdo:**
 - **Responsabilidades:** Levantar e organizar as informações necessárias para a elaboração do relatório, como a problemática, a justificativa e o referencial teórico.
 - **Atividades:** Realizar pesquisas bibliográficas, redigir as seções iniciais do relatório e garantir a coesão do conteúdo.
- **Rodrigo Henrique Saraiva dos Reis Araújo - Projetista de Hardware:**
 - **Responsabilidades:** Desenhar o circuito eletrônico, selecionar os componentes (sensores, microcontrolador, display) e planejar a montagem física do protótipo.
 - **Atividades:** Elaborar o diagrama esquemático, criar a lista de materiais e realizar a montagem do protótipo na protoboard.
- **Felipe Silva Carvalho e Carlos Wagner de Sousa Campos Neto - Programadores:**
 - **Responsabilidades:** Desenvolver o código-fonte do microcontrolador, implementar a lógica de leitura dos sensores e o cálculo de potência e

energia. Focar na interface do display (LCD/OLED) e na organização dos dados a serem exibidos.

- **Atividades:** Desenvolver o código para a exibição dos valores, implementar a lógica de leitura dos sensores e o cálculo de potência e energia, formatar os dados e garantir que a interface seja clara e funcional.
- **José Henrique de Araújo Picoli, Francisco das Chagas Sales Neto - Testes e Validação:**
 - **Responsabilidades:** Planejar e executar os testes de funcionalidade e precisão do protótipo, comparando os resultados com equipamentos de medição padrão.
 - **Atividades:** Elaborar um plano de testes, realizar medições e documentar os resultados e as possíveis falhas.
- **Eduardo Bandeira dos Santos - Elaboração da Apresentação:**
 - **Responsabilidades:** Criar os slides da apresentação final, organizar a narrativa e preparar a divisão de falas entre os membros.
 - **Atividades:** Desenvolver o material visual (slides), redigir o roteiro da apresentação e auxiliar nos ensaios.

2.4. Metas, critérios ou indicadores de avaliação do projeto

2.4.1. Desenvolver um dispositivo funcional para monitoramento de energia

Objetivo: Criar um protótipo físico capaz de medir e exibir com precisão a potência instantânea (Watts), o consumo acumulado (kWh) e o custo estimado da energia elétrica consumida.

Como será alcançado:

- Utilizando sensores de corrente e tensão compatíveis com microcontroladores;

- Programando a leitura e processamento dos dados em tempo real;
- Testando o protótipo em diferentes cargas elétricas para garantir consistência das medições.

Indicadores de impacto:

- **Precisão das medições:** Erro máximo de 5% em relação a multímetros ou wattímetros comerciais;
- **Funcionalidade completa:** Protótipo exibe corretamente todas as informações (potência, consumo, custo) em testes de diferentes aparelhos;
- **Taxa de operação contínua:** Protótipo funciona de forma estável por pelo menos 4 horas contínuas de medição sem falhas.

2.4.2. Proporcionar uma interface de usuário intuitiva

Objetivo: Garantir que os dados de consumo sejam apresentados de forma clara, permitindo fácil compreensão por qualquer usuário.

Como será alcançado:

- Desenvolvendo display visual que organize informações em seções compreensíveis;
- Aplicando princípios de design simples e legíveis;
- Realizando testes de leitura e interpretação do display com voluntários ou familiares.

Indicadores de impacto:

- **Clareza da interface:** Pelo menos 80% dos usuários conseguem interpretar corretamente os dados sem orientação;
- **Tempo de entendimento:** Usuário consegue identificar consumo e custo em menos de 30 segundos;
- **Satisfação do usuário:** Feedback positivo registrado em formulários ou entrevistas (mínimo de 4 em escala de 1 a 5).

2.4.3. Validar a precisão das medições do protótipo

Objetivo: Demonstrar que as medições do dispositivo são confiáveis, comparando com equipamentos de referência.

Como será alcançado:

- Comparando leituras do protótipo com multímetros e wattímetros comerciais em diversas cargas;
- Registrando dados em planilhas para análise de consistência;
- Ajustando calibração de sensores conforme necessário.

Indicadores de impacto:

- **Confiabilidade das leituras:** Correlação mínima de 95% entre dados do protótipo e equipamentos padrão;
- **Consistência das medições:** Diferença média entre leituras inferior a 5% em testes repetidos;
- **Documentação completa:** Todas as medições e ajustes registrados e organizados para análise acadêmica.

2.5. Recursos previstos

A execução do projeto contará com recursos materiais, institucionais e humanos que, em conjunto, possibilitarão o desenvolvimento do Monitor de Consumo de Energia. A proposta privilegiará estratégias de baixo custo, aproveitando ao máximo os recursos já disponíveis na instituição.

Do ponto de vista material, serão utilizados o microcontrolador Arduino Uno R3, sensores de corrente (20A SCT-013) e de tensão (ZMPT101B), além de resistores, cabos, protoboards e demais componentes eletrônicos necessários para a montagem do protótipo. Também será empregado um display LCD 16×2 para a exibição dos dados. O desenvolvimento do software embarcado será realizado na linguagem de programação C, devido à sua eficiência e compatibilidade com microcontroladores. A maior parte desses itens será obtida a partir de componentes de baixo custo, adquiridos com recursos próprios dos alunos.

No aspecto institucional, será utilizada a infraestrutura da faculdade, em especial os laboratórios de estudo. O acesso à internet por meio da rede Wi-Fi institucional será fundamental para a consulta de materiais de apoio, bibliografias e bases de dados necessárias ao desenvolvimento do projeto.

Quanto aos recursos humanos, a equipe será composta pelos alunos participantes, que atuarão em todas as etapas, desde a montagem do circuito e a programação do microcontrolador até os testes e validações do protótipo. A supervisão técnica ficará sob a responsabilidade do professor Douglas Lopes de Sousa Mendes, que orientará o grupo nas decisões de caráter metodológico e tecnológico.

Tabela 2 - Estimativa de custo

Componentes	Preço estimado
Arduino Uno R3	R\$ 41,00
Sensor de Corrente 20A SCT-013	R\$ 47,40
Sensor de Tensão ZMPT101B	R\$ 19,90
Display LCD 16×2	R\$ 16,90
Protoboard	R\$ 14,90
Outros itens auxiliares (jumpers, resistores)	R\$ 20,00

2.6. Detalhamento técnico do projeto

O projeto consistirá na concepção e implementação de um sistema embarcado microcontrolado destinado ao monitoramento do consumo de energia elétrica em ambientes residenciais ou comerciais. A proposta utilizará componentes eletrônicos de baixo custo e fácil acesso, com a finalidade de medir grandezas elétricas fundamentais e disponibilizar os resultados em tempo real.

2.6.1. Escolha do microcontrolador

Será utilizado o Arduino UNO, que incorpora o microcontrolador ATmega328P como unidade de processamento. A escolha se justifica pelas seguintes características técnicas:

- Baixo consumo de energia e estabilidade operacional, essenciais para aplicações contínuas.
- 14 pinos digitais de entrada/saída (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM) e 6 entradas analógicas, suficientes para a integração de sensores e módulos.
- Memória flash de 32 KB, adequada para armazenar o programa de monitoramento e cálculos.
- Frequência de operação de 16 MHz, que permitirá a aquisição de sinais elétricos em tempo real.
- Alimentação entre 7 e 12 V, compatível com fontes de energia de fácil obtenção.

2.6.2. Plataforma de hardware e sensores

O sistema embarcado será composto pelo Arduino UNO, módulos sensores e um display LCD, conectados por meio de protoboard.

- Sensor de Corrente 20A-T:
 - Baseado no efeito Hall, medirá correntes alternadas de até 20 A.
 - Produzirá um sinal analógico proporcional à corrente elétrica, o qual será lido pelas entradas analógicas do microcontrolador.
 - Por ser não invasivo, permitirá a medição sem contato direto com o fio condutor, garantindo segurança durante a instalação.
- Sensor de Tensão ZMPT101B:
 - Desenvolvido para medições de tensão alternada (127 V ou 220 V).
 - Possui isolamento galvânico, evitando que a tensão da rede atinja o circuito de controle.
 - Gerará um sinal analógico proporcional à tensão da rede elétrica, também lido pelo microcontrolador.
- Display LCD 16x2:

- Possui duas linhas e dezesseis colunas, suficientes para apresentar em tempo real os valores de tensão, corrente, potência e energia acumulada.
- Permitirá que o usuário acompanhe o consumo sem necessidade de interface remota.
- Protoboard:
 - Servirá como base para a montagem inicial do circuito, possibilitando conexões temporárias entre o microcontrolador e os módulos, facilitando ajustes durante a etapa de testes.

2.6.3. Arquitetura do software embarcado

O software será desenvolvido na IDE Arduino, em linguagem C/C++, e terá como finalidade controlar o ciclo de aquisição, processamento e exibição dos dados.

- Aquisição de dados:
 - O sensor 20A-T fornecerá amostras de corrente alternada, que serão processadas para o cálculo da corrente eficaz (I_{rms}) por meio do valor médio quadrático.
 - O sensor ZMPT101B fornecerá amostras de tensão alternada, utilizadas para o cálculo da tensão eficaz (V_{rms}) pelo mesmo método.
- Processamento de informações:
 - A potência ativa (P) será obtida pela relação:

$$P = V_{rms} \times I_{rms}$$
 - A energia elétrica consumida (E) será acumulada ao longo do tempo com base na fórmula:

$$E(kWh) += P \times \Delta t / 1000 \times 3600$$
 - O custo (C) será calculado multiplicando a energia acumulada pela tarifa de energia elétrica definida no programa:

$$C = E(kWh) \times Tarifa$$
- Exibição em tempo real:
 - O display LCD apresentará periodicamente os valores de tensão (V), corrente (A), potência (W), energia acumulada (kWh) e custo estimado ($R\$$).

2.6.4. Simulação

Antes da implementação física, será realizada a simulação computacional do sistema embarcado no Tinkercad. Essa etapa permitirá:

- Verificar a correta montagem do circuito entre o microcontrolador, sensores e display.
- Validar a confiabilidade das fórmulas aplicadas para cálculo de potência, energia e custo.
- Ajustar parâmetros de aquisição de dados para garantir precisão nos resultados.

2.6.5. Testes

Após a validação em ambiente de simulação, serão conduzidos testes experimentais em condições controladas. Serão avaliados os seguintes aspectos:

- Precisão das leituras de corrente e tensão.
- Coerência dos cálculos de potência e energia em comparação com valores esperados.
- Estabilidade do funcionamento contínuo do sistema.

2.6.6. Documentação Técnica

A documentação do projeto conterá as especificações técnicas dos principais componentes utilizados:

- **Microcontrolador ATmega328P (Arduino UNO)**
 - Memória flash: 32 KB (para armazenamento do programa).
 - Memória SRAM: 2 KB (para variáveis em tempo real).
 - Conversores ADC: resolução de 10 bits (para leituras precisas dos sensores analógicos).
 - Frequência de operação: 16 MHz.
 - Alimentação: 7–12 V.
 - Baixo consumo de energia, adequado para operação contínua.
- **Sensor de Corrente 20A-T**

- Baseado em efeito Hall.
 - Capacidade de medição: até 20 A em corrente alternada (AC).
 - Saída analógica proporcional à corrente medida.
 - Isolamento elétrico (não requer corte no fio condutor).
- **Sensor de Tensão ZMPT101B**
 - Desenvolvido para medição de tensão AC.
 - Faixa típica: 0–250 V AC.
 - Saída analógica proporcional à tensão.
 - Possui transformador de isolamento (isolamento galvânico).
 - Alta precisão em medições de tensão alternada.

3. ENCERRAMENTO DO PROJETO

3.1. Relato Coletivo

O grupo considera que o projeto “*Monitor de Consumo de Energia*” resultou em um produto funcional e relevante, atingindo a maioria dos objetivos inicialmente propostos. Durante o desenvolvimento, foi necessário realizar ajustes metodológicos e adaptações práticas, a fim de contornar limitações técnicas e garantir a viabilidade do protótipo. Essas adequações, contudo, não comprometeram os resultados, mas reforçaram o caráter experimental e didático do trabalho, evidenciando a capacidade da equipe em solucionar problemas e propor alternativas coerentes com a realidade do ambiente acadêmico.

O principal objetivo sociocomunitário, que consistia em fornecer feedback em tempo real para incentivar o uso consciente de energia elétrica, foi alcançado com sucesso. O protótipo desenvolvido apresenta de forma clara no display as principais grandezas — Potência (W), Consumo (kWh) e Custo (R\$) — permitindo ao usuário compreender facilmente o impacto do consumo dos equipamentos. Essa funcionalidade foi validada durante os testes realizados, demonstrando o potencial educacional e social do projeto ao promover maior conscientização sobre o gasto energético.

Contudo, o objetivo de “permitir a identificação de equipamentos de alto consumo” foi alcançado parcialmente, devido a limitações técnicas na fase de implementação.

- **Medição de variação de carga:** não foi possível implementar a medição precisa de voltagem nem o cálculo automático da variação de consumo para cada eletrodoméstico individualmente, conforme o planejamento inicial. Essa limitação ocorreu devido à complexidade do circuito e à necessidade de sensores de maior precisão, o que extrapola o escopo de baixo custo proposto pelo grupo.
- **Solução implementada:** para contornar a limitação, a equipe adotou uma abordagem baseada em valores fixos de potência (em Watts) para os principais eletrodomésticos, com base em informações técnicas de catálogos e manuais. Embora essa estratégia não represente uma medição direta em tempo real, ela possibilita uma estimativa confiável do perfil de consumo, cumprindo o propósito educativo do projeto.

Em síntese, a essência do projeto — proporcionar transparência e apoiar decisões de consumo consciente — foi mantida. O grupo demonstrou capacidade de adaptação e resolução de problemas, entregando um protótipo funcional, acessível e coerente com a proposta inicial. O resultado evidencia o comprometimento da equipe em buscar soluções criativas dentro das limitações de recursos e tempo disponíveis.

3.1.1. Avaliação de reação da parte interessada

Para avaliar o impacto educacional e social do projeto, foi realizada uma entrevista informal com usuários-teste, incluindo colegas da turma e membros da comunidade acadêmica. Durante as demonstrações, os participantes destacaram o caráter didático e interativo do sistema, elogiando a clareza das informações apresentadas no display e a forma visual com que o consumo era representado pelos LEDs e som do buzzer.

Além disso, alguns comentários sugeriram melhorias, como o uso de sensores reais de corrente e tensão para maior precisão, bem como a adição de alertas visuais ou sonoros em situações de consumo elevado. Essas observações reforçaram o potencial do projeto para aplicação em contextos educacionais e projetos de extensão voltados à conscientização sobre energia. De modo geral, o retorno foi bastante positivo, validando os objetivos inicialmente propostos e destacando o valor social e formativo da experiência.

3.1.2. O que foi planejado

O grupo planejou inicialmente desenvolver um sistema de monitoramento de energia elétrica utilizando sensores reais de corrente e tensão, integrados a uma placa Arduino, com o propósito de medir o consumo energético de diferentes aparelhos domésticos em tempo real. A proposta original incluía a exibição dos dados coletados em um display LCD, permitindo ao usuário acompanhar de forma clara o consumo individual e total dos equipamentos.

Além disso, previa-se a utilização de módulos de medição conectados a um sistema de armazenamento, gerando arquivos CSV para análise posterior do consumo e custo energético, considerando a tarifa residencial de Teresina. O projeto também pretendia associar cada sensor a um eletrodoméstico específico, como televisão, ventilador, micro-ondas e geladeira, aproximando o experimento de uma simulação realista de consumo doméstico.

3.1.3. O que foi efetivamente realizado

Durante a execução do projeto, algumas mudanças se mostraram necessárias por conta de limitações de tempo, recursos financeiros e disponibilidade de sensores específicos. Assim, a equipe optou por substituir os sensores de corrente e tensão por valores pré-definidos de consumo, representando cada equipamento de forma simbólica, mas mantendo a fidelidade aos princípios de medição e cálculo de energia.

Dessa forma, o grupo utilizou LEDs, buzzer e o display LCD para representar o funcionamento e o consumo de aparelhos eletrodomésticos. O LED simbolizava o

funcionamento de um equipamento ligado; o buzzer foi utilizado para simular uma caixa de som; e display LCD mostrava os valores de energia total, custo acumulado em tempo real e o valor de potência atual. Além disso, o sistema conta com um botão de alternância de tela, que permite ao usuário visualizar também o consumo instantâneo (Wh), exibindo a potência elétrica do momento. Essa funcionalidade torna a interação mais dinâmica e contribui para uma análise mais detalhada do comportamento energético dos dispositivos simulados.

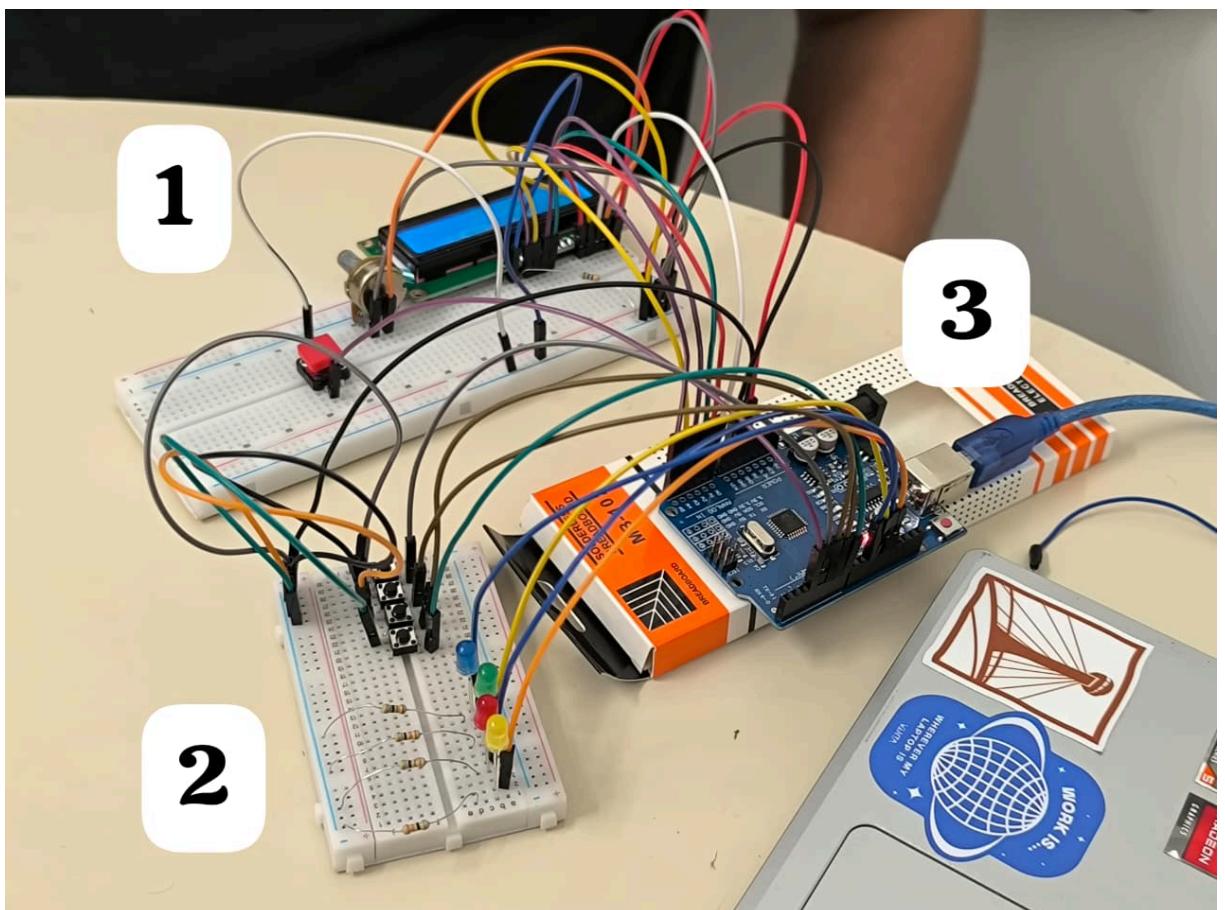


Figura 1 - Circuito montado do projeto “Monitor de Consumo de Energia” em protoboard

O componente chave para a interação do usuário e a representação do sistema simulado é o conjunto disposto no bloco 2. Esta seção é composta por botões físicos, cada um atuando como um interruptor para ligar ou desligar um equipamento simulado. A representação visual e sonora do estado e da operação dos "eletrodomésticos" é feita por LEDs coloridos e um buzzer. O acionamento de

cada botão ativa ou desativa um circuito específico, alterando a carga simulada e, consequentemente, o consumo energético computado.

Os dados gerados por essa simulação de carga são processados pelo bloco 3, que consiste na placa Arduino. Este microcontrolador é o cérebro do projeto, sendo responsável por executar o código desenvolvido em Arduino C++. O software simula as variações de potência com base em intervalos realistas de funcionamento, calculando o consumo energético total (em kWh) e o custo financeiro em Reais (R\$), utilizando a tarifa residencial vigente na cidade de Teresina.

Por fim, os resultados desses cálculos são apresentados em tempo real no bloco 1, que contém o display LCD (Liquid Crystal Display). Esta tela serve como a interface de saída de dados, exibindo de forma clara e objetiva as métricas de consumo instantâneo e acumulado, permitindo ao usuário monitorar a influência direta de suas interações sobre o gasto energético.



Figura 2 – Etapa de montagem dos componentes na sala de estudos

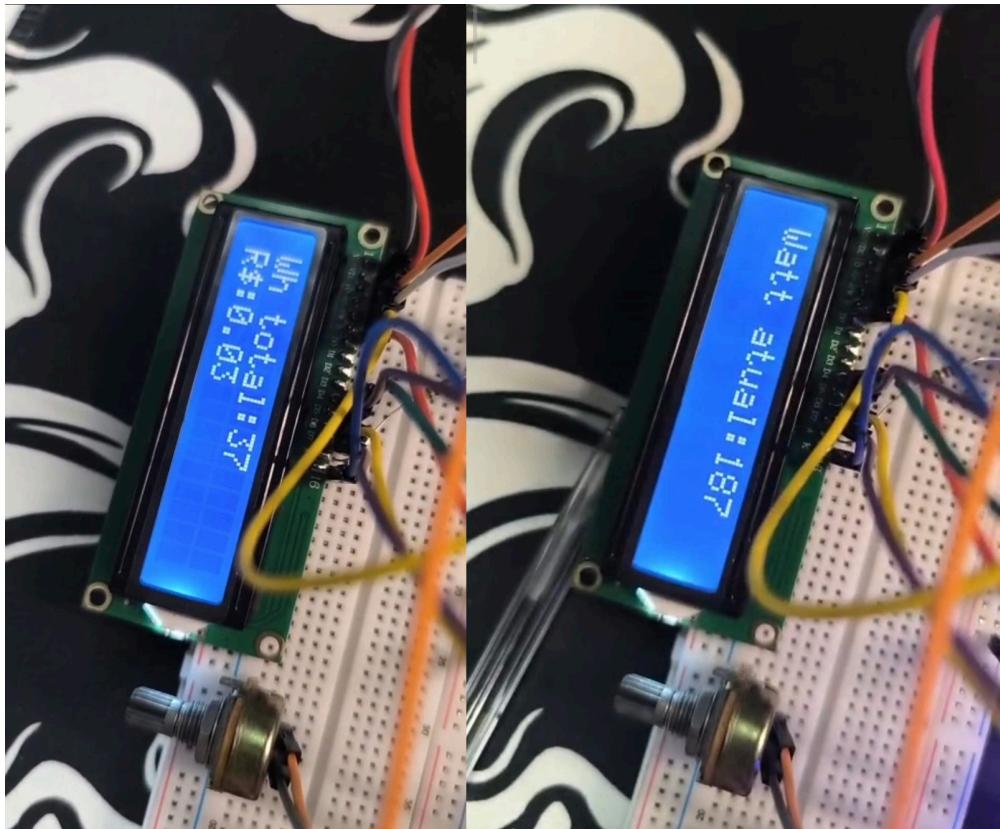


Figura 3 – Display LCD exibindo em tempo real as medições de consumo total (Wh), custo (R\$) e consumo instantâneo (w)

3.1.4. Justificativa das mudanças

As modificações realizadas durante o processo tiveram como principal objetivo assegurar a viabilidade prática do projeto, considerando os recursos disponíveis e as restrições do ambiente de laboratório. Optar por simular os valores de potência ao invés de medi-los diretamente permitiu que o grupo mantivesse a essência do projeto e sua finalidade pedagógica, sem depender de equipamentos mais caros ou difíceis de obter.

Além disso, o uso de componentes básicos como LEDs e buzzers contribuiu para tornar o projeto mais acessível e seguro, mantendo o foco no aprendizado sobre consumo de energia e controle de dispositivos. Essa decisão também favoreceu uma demonstração mais didática, já que o comportamento dos dispositivos podia ser observado diretamente de forma visual e auditiva, facilitando a explicação durante a apresentação do protótipo.

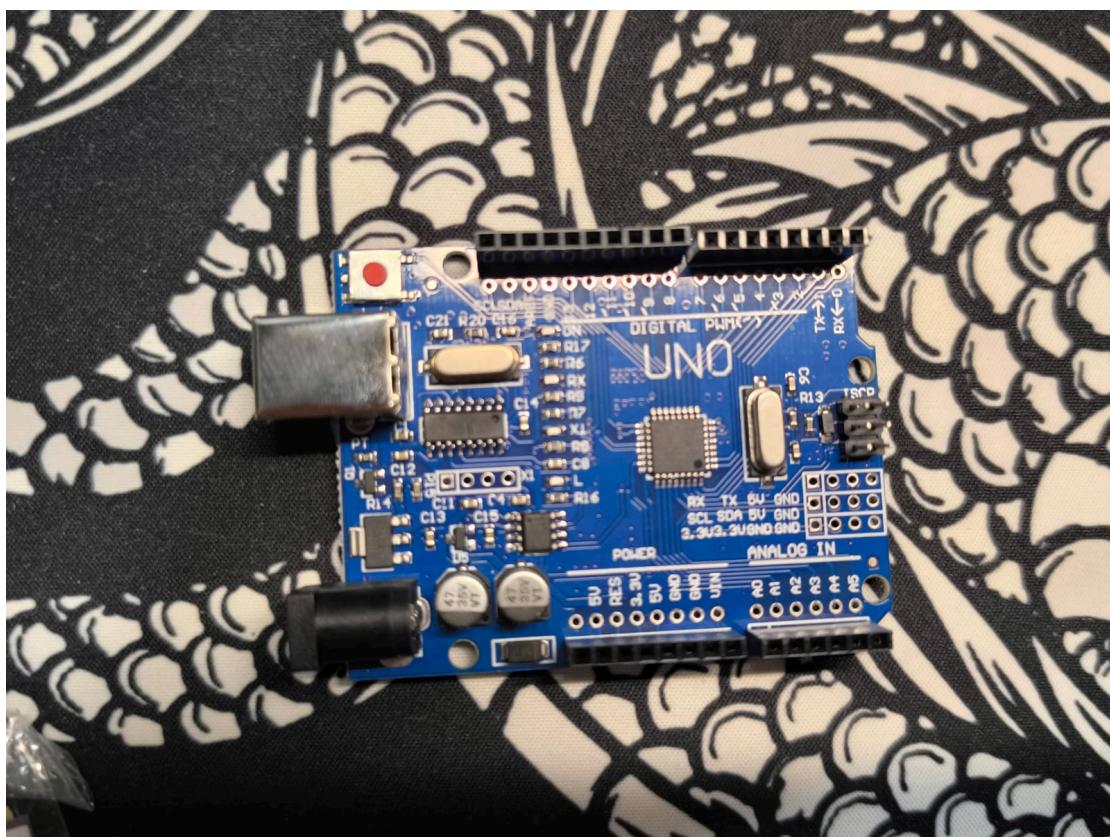


Figura 4 - Placa Arduino Uno

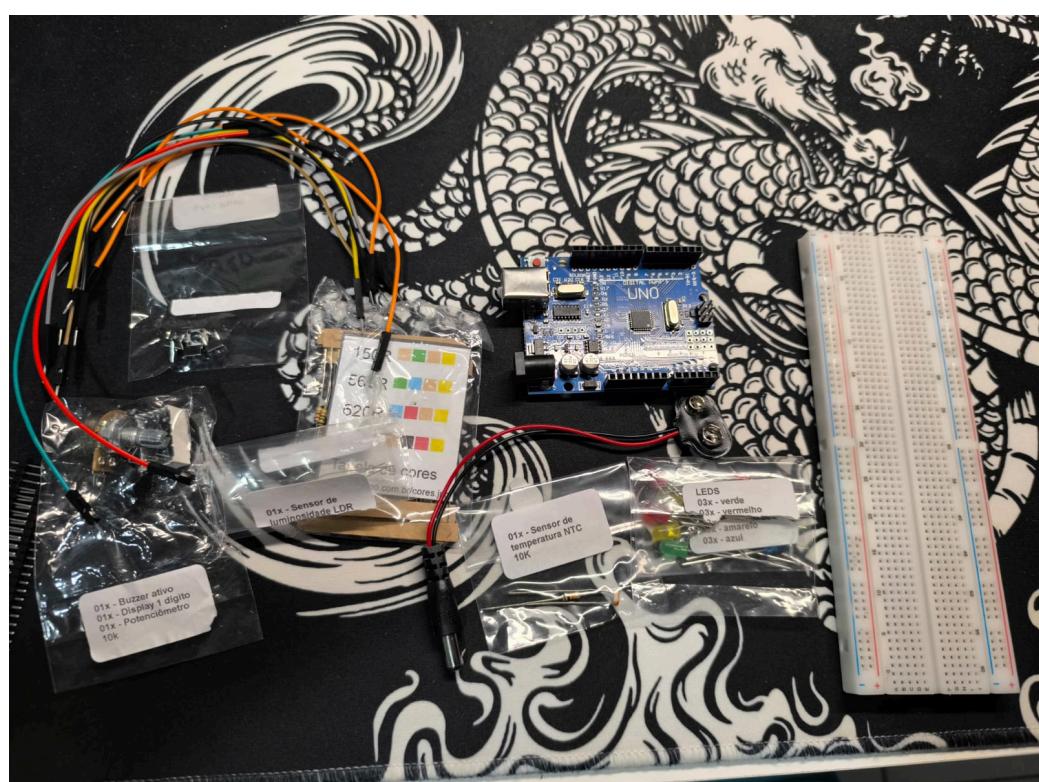


Figura 5 – Componentes e materiais utilizados na montagem do protótipo



Figura 6 - Display LCD 16x2

3.1.5. Dificuldades encontradas

O grupo enfrentou diferentes desafios ao longo do desenvolvimento, especialmente na fase inicial de planejamento e testes. Uma das principais dificuldades foi a limitação de implementação dos sensores de corrente e tensão na simulação realizada no Tinkercad, que não oferecia suporte completo para esses componentes. Diante dessa restrição, a equipe optou por não realizar a medição física real de corrente, evitando o risco de sobrecarga ou dano à placa Arduino, cuja tensão máxima de operação é de 5V.

Essa limitação levou à necessidade de adaptar o projeto, utilizando valores pré-definidos de consumo para simular o funcionamento dos dispositivos elétricos, o que exigiu revisões no código e ajustes nos cálculos de potência e custo. Durante os testes físicos, também foram observadas variações nas leituras e ruídos elétricos, que demandaram melhorias na lógica de controle e na organização do circuito. Apesar desses desafios, a experiência contribuiu para o amadurecimento técnico da equipe e consolidou o aprendizado sobre a aplicação segura de sistemas embarcados em projetos reais.

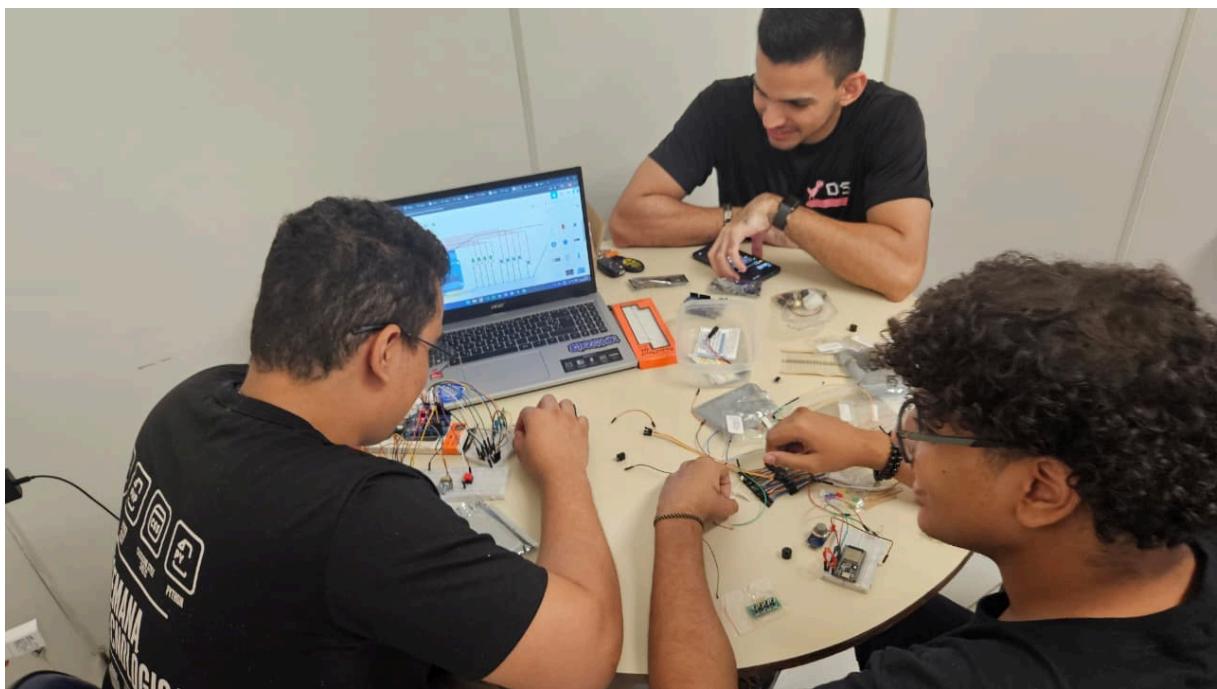


Figura 7 - Integrantes do grupo realizando montagem e testes do protótipo na biblioteca da instituição

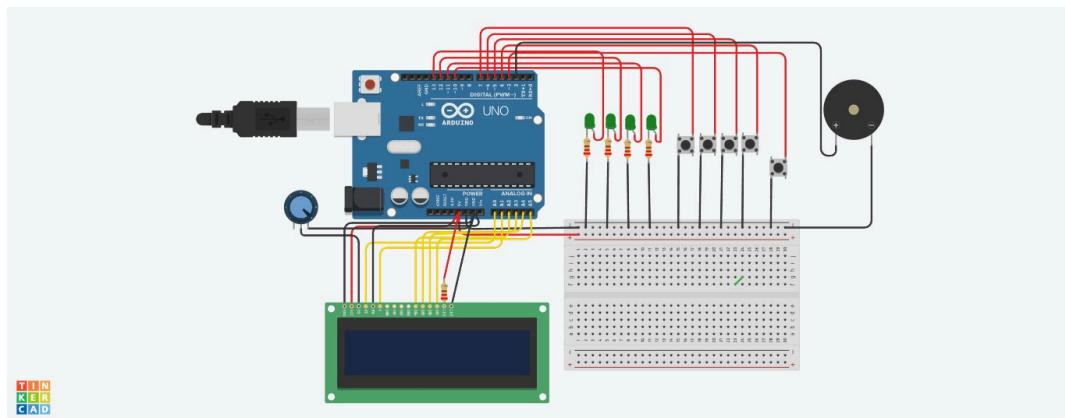


Figura 8 - Simulação do sistema no ambiente Tinkercad

3.1.6. Resultados e avaliação

Apesar das limitações e adaptações, o grupo conseguiu atingir os principais objetivos propostos. O sistema final permitiu monitorar e simular o consumo de energia elétrica em tempo real, exibindo no display LCD tanto o consumo acumulado (Wh) quanto o custo estimado (R\$). O protótipo demonstrou, de forma prática e acessível, o conceito de monitoramento energético e sua relevância no contexto doméstico.

Os resultados também evidenciaram a importância do uso racional de energia, promovendo uma reflexão sobre os impactos do consumo diário. O projeto mostrou potencial para uso educativo e conscientização energética, podendo ser ampliado futuramente com a integração de sensores reais, conexões IoT e armazenamento em nuvem.

O projeto foi documentado e disponibilizado publicamente em repositório digital, contendo o código-fonte completo, esquema do circuito e relatório técnico. Também foi produzido um vídeo demonstrativo apresentando o funcionamento do protótipo em tempo real.

- [Repositório GitHub](#)
- [Vídeo de demonstração](#)

```
// cálculo de consumo
for (int i = 0; i < 4; i++) {
    if (deviceState[i]) {
        float watt = minWatt[i] + ((float)random(1000) / 1000.0) * (maxWatt[i] - minWatt[i]);
        wattAtual += watt;
        float wh = watt * (1.0 / 60.0); // consumo em Wh por minuto
        totalWh[i] += wh;
        somalWh += wh;
        Serial.println(wh);
    }
}

// cálculo de custo
float kWh = somalWh / 1000.0;
custo = kWh * tarifa;

PrintSerialCsv(agora, somalWh, custo);
}
```

Figura 9 - Trecho do código-fonte em Arduino C++ responsável pelos cálculos de consumo (Wh) e custo (R\$)

Participação de Cada Aparelho no Consumo Total

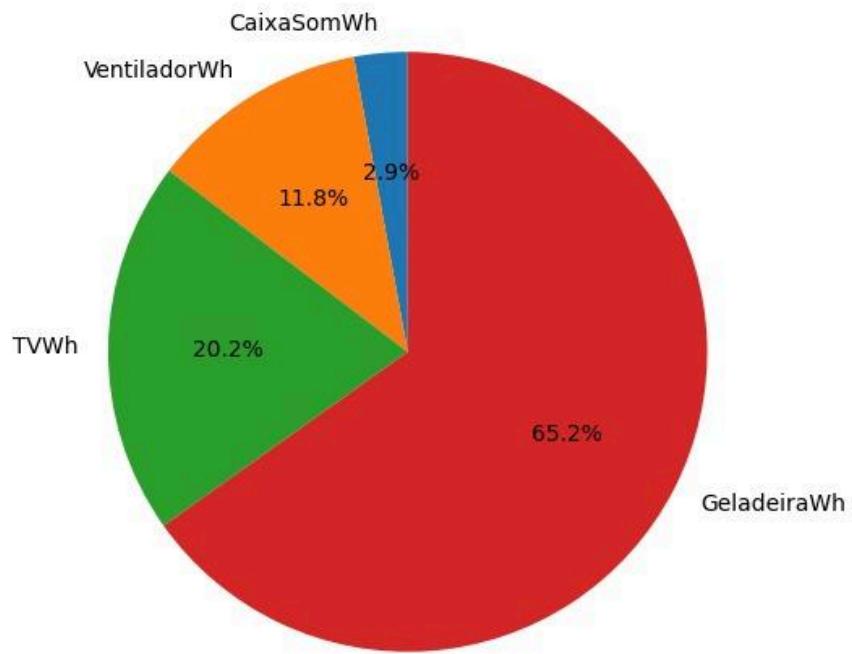


Figura 10 - Gráfico de consumo energético de cada produto eletrodoméstico obtido a partir dos dados do arquivo CSV

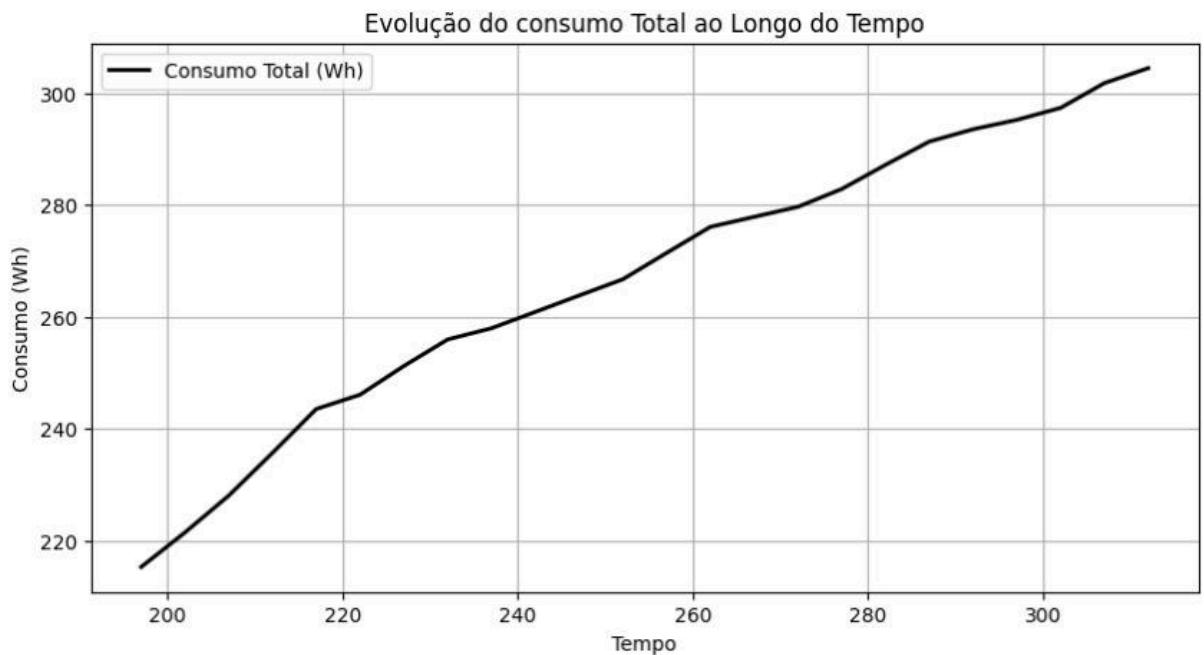


Figura 11 - Gráfico de evolução do consumo total obtido a partir dos registros exportados em CSV

3.2. Relato de Experiência Individual

Acadêmico: Carlos Vinicius Sousa Gonçalves - 202304462381

3.2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O presente relato refere-se à experiência vivenciada durante o desenvolvimento do projeto de extensão “Monitor de Consumo de Energia”, vinculado à disciplina de Microcontroladores do curso de Ciência da Computação da Faculdade Estácio – Teresina. O projeto teve como propósito o desenvolvimento de um sistema embarcado capaz de monitorar e simular, em tempo real, o consumo energético de equipamentos domésticos, de modo a promover o uso consciente da eletricidade e a reflexão sobre eficiência energética.

Minha função no grupo foi a de Analista de Requisitos e Conteúdo, papel voltado à construção conceitual e documental do projeto. Fui responsável pela identificação do problema central, pela redação da problemática, justificativa e referencial teórico e pela organização das informações técnicas de forma coesa e fundamentada. Essa atuação serviu como elo entre a parte técnica, hardware, programação e simulação, e o embasamento teórico que sustenta a proposta extensionista.

3.2.2. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido entre os meses de setembro e novembro de 2025, combinando atividades presenciais no laboratório de informática da instituição com reuniões remotas para alinhamento e revisão textual. Minha principal contribuição consistiu na pesquisa e sistematização teórica, apoiada em livros, artigos e manuais técnicos sobre sistemas embarcados, sensoriamento elétrico e eficiência energética.

Com base nesse estudo, elaborei as seções iniciais do relatório, que serviram de guia para a definição dos requisitos funcionais do protótipo, bem como para a estruturação metodológica do desenvolvimento. Também participei da análise de

vabilidade dos sensores SCT-013 e ZMPT101B, da escolha do Arduino UNO como microcontrolador principal e da discussão sobre o escopo da simulação no Tinkercad.

Paralelamente, atuei na padronização textual e revisão técnica do documento, assegurando a coerência entre as partes redigidas pelos integrantes e o formato acadêmico exigido pela instituição. Essa fase envolveu a integração entre o conteúdo técnico (circuitos, código e medições) e a narrativa teórica que justificava as decisões de projeto.

3.2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A experiência proporcionou uma visão ampla sobre o ciclo completo de um projeto de engenharia aplicada, desde a formulação teórica até a materialização do protótipo. Embora o grupo tenha enfrentado limitações de tempo e de hardware, a solução desenvolvida conseguiu atingir seus principais objetivos: exibir em tempo real valores simulados de potência, energia e custo, representando fielmente o conceito de monitoramento energético.

Do ponto de vista do conteúdo, percebi como a pesquisa bibliográfica estruturada teve impacto direto nas escolhas técnicas do projeto. Os fundamentos sobre cálculo RMS, potência ativa e integração temporal foram aplicados no código desenvolvido pelos programadores, demonstrando a relação prática entre teoria e implementação. Além disso, compreender a importância do isolamento galvânico dos sensores e das restrições elétricas do Arduino foi essencial para justificar as adaptações adotadas pelo grupo.

Durante o processo, desenvolvi competências em análise de requisitos, escrita técnica e articulação interdisciplinar, aprendendo a traduzir conceitos eletrônicos e computacionais para uma linguagem acessível e bem documentada. A integração entre as áreas de conhecimento, eletrônica, programação e comunicação técnica, foi um dos pontos mais enriquecedores da experiência.

3.2.4. REFLEXÃO APROFUNDADA

Participar deste projeto permitiu compreender que o sucesso de um sistema embarcado não se limita à eficiência do código ou à precisão do hardware, mas também à clareza conceitual e documental que sustenta sua concepção. Como Analista de Conteúdo, percebi que a comunicação científica e a documentação técnica são ferramentas essenciais para garantir a continuidade e a reproduzibilidade de um projeto acadêmico.

Aprendi a importância de apresentar resultados com embasamento, contextualizando cada decisão técnica dentro de uma lógica de pesquisa e extensão. Do ponto de vista pessoal, a vivência contribuiu para o aprimoramento da visão crítica e colaborativa, reforçando a ideia de que um projeto de extensão vai além do aprendizado individual: ele cria impacto social e fomenta a conscientização sobre temas relevantes — neste caso, o uso racional de energia elétrica.

O contato com metodologias de desenvolvimento, a escrita acadêmica e o trabalho em equipe reforçaram minha preparação profissional e despertaram maior interesse pela área de automação e sustentabilidade tecnológica.

3.2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto “Monitor de Consumo de Energia” representou uma oportunidade ímpar de consolidar conhecimentos adquiridos ao longo do curso e de compreender a interdependência entre teoria, prática e impacto social. A experiência proporcionou crescimento técnico e humano, fortalecendo habilidades de pesquisa, análise crítica e comunicação científica.

Como proposta futura, considero que o sistema pode ser aprimorado com a integração de sensores reais e conectividade IoT, permitindo o envio dos dados para um aplicativo móvel ou plataforma web, ampliando sua aplicabilidade no contexto de smart homes e educação energética.

Por fim, acredito que o projeto cumpriu plenamente o propósito extensionista ao unir tecnologia e responsabilidade social, demonstrando que a inovação pode ser

utilizada para promover consciência ambiental e cidadania. Essa vivência consolidou minha formação como estudante e futuro profissional de tecnologia, reafirmando o valor do trabalho coletivo e da ciência aplicada ao bem comum.

3.3. Relato de Experiência Individual

Acadêmico: Eduardo Bandeira dos Santos - 202303565291

3.3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A experiência vivenciada teve como tema o "Monitoramento de Consumo de Energia". O projeto foi desenvolvido com o objetivo de identificar padrões de consumo de energia em uma determinada instalação, com foco na redução de desperdícios e otimização dos recursos energéticos.

Minha participação no projeto foi como responsável pela elaboração da apresentação, na qual meu papel foi organizar e apresentar os dados coletados durante o projeto de maneira clara e acessível ao público-alvo. A apresentação visou informar e conscientizar sobre a importância do monitoramento e gestão eficiente do consumo de energia, além de sugerir soluções baseadas nos resultados observados.

3.3.2. METODOLOGIA

A experiência foi realizada tanto dentro do campus da Faculdade Estácio, como também organizada por meio de ligações online, no período de setembro a novembro. A equipe do projeto era composta por acadêmicos do curso de Ciências da Computação sobre as orientações do professor Douglas Lopes. A minha participação foi no final do processo, quando os dados começaram a ser analisados e uma síntese dos resultados precisava ser apresentada e contextualizada para o público alvo.

A principal etapa se estruturou na elaboração de relatório e apresentação, onde com base nos dados analisados, fui responsável por estruturar uma apresentação que resumisse as descobertas e oferecesse soluções para reduzir o consumo excessivo de energia.

3.3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A expectativa inicial era de que o projeto proporcionaria clareza sobre o comportamento de consumo de energia das residências e empresas , permitindo ações concretas de redução. Durante a implementação, fiquei surpreso com a quantidade de dados interessantes e esclarecimentos que conseguimos extrair, especialmente no que diz respeito a picos de consumo que poderiam ser facilmente evitados com ajustes simples.

Observamos que com a utilização do dispositivo tornaria possível a avaliação de consumo energético em determinado local, viabilizando ajustes gerais de componentes elétricos, visando uma melhor economia para o usuário.

Uma das principais descobertas foi a importância da apresentação clara dos dados. O público-alvo não tem necessariamente o conhecimento técnico para compreender a fundo os números, então uma boa visualização e uma explicação simples são fundamentais. Aprendi que, para a comunicação de dados complexos, as ferramentas gráficas desempenham um papel crucial.

A principal facilidade foi a coleta de dados, que se mostrou precisa e bem organizada. No entanto, as dificuldades surgiram na interpretação de certos dados, principalmente no que diz respeito à comparação de consumo entre dispositivos. Também houve um desafio em traduzir esses dados para uma apresentação acessível e de fácil entendimento para o usuário.

3.3.4. REFLEXÃO APROFUNDADA

A experiência vivida contrastou com muitas das teorias que discutimos em sala de aula sobre gestão de recursos e sustentabilidade. Embora a teoria indicava que a adoção de sistemas mais eficientes de monitoramento e gestão energética traria benefícios financeiros e ambientais significativos, a realidade mostrou que há diversas barreiras práticas, como a resistência a investimentos iniciais e a complexidade das soluções sugeridas.

3.3.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto revelou-se uma excelente oportunidade de aprendizado, especialmente no que diz respeito à integração de tecnologia, dados e comunicação. No futuro, seria interessante expandir o trabalho com a implementação de soluções automatizadas de monitoramento em tempo real, o que permitiria um controle contínuo e uma resposta imediata a qualquer anomalia no consumo de energia.

Além disso, seria relevante explorar mais profundamente as tecnologias de inteligência artificial para prever o consumo e ajustar automaticamente os sistemas, como a climatização e iluminação, de acordo com os padrões de uso.

3.4. Relato de Experiência Individual

Acadêmico: Felipe Silva Carvalho - 202302399711

3.4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A experiência se deu no âmbito do projeto de extensão "Monitor de Consumo de Energia", da disciplina de Microcontroladores do curso de Ciências da Computação. O objetivo era desenvolver um protótipo capaz de fornecer *feedback* imediato sobre o consumo elétrico doméstico.

Minha participação, junto com Carlos Wagner de Sousa Campos Neto, foi como programador focado nos códigos por trás do protótipo. Minhas atividades foram a criação da lógica de simulação de consumo, o desenvolvimento do algoritmo de cálculo de energia e custo em C/C++, e a programação da interface do Display LCD para exibir os dados.

O projeto se mostrou um desafio considerável desde o início, dada a minha pouca experiência prévia com microcontroladores e a plataforma Arduino. Essa lacuna inicial, contudo, foi transformada em um motor de aprendizado. Para garantir a entrega de um código eficaz e funcional, foi necessário um estudo aprofundado, que incluiu extensas pesquisas em projetos semelhantes e a análise detalhada da documentação técnica dos componentes utilizados no projeto.

3.4.2. METODOLOGIA

A vivência do projeto foi estruturada em um regime de trabalho híbrido. As tomadas de decisão e o refinamento lógico ocorreram por meio de reuniões e *calls* online, enquanto a fase de construção e validação do protótipo foi executada no Laboratório de Eletrônica da instituição e na plataforma de simulação Tinkercad .

A fase inicial foi marcada por obstáculos que exigiram flexibilidade. O principal entrave inicial foi a restrição da simulação no Tinkercad, que não suportava a modelagem fiel dos sensores de tensão e corrente. Confrontados com essa limitação, e priorizando a segurança para evitar a sobrecarga da placa Arduino (que

opera em 5V), o grupo tomou a decisão estratégica de abandonar a medição física real.

Essa adaptação exigiu reescrever e ajustar os cálculos de custo e potência: substituímos a leitura de sensores pela utilização de valores de consumo pré-definidos, simulando a potência dos eletrodomésticos. Apesar dessa adaptação, o processo contribuiu diretamente para o amadurecimento técnico da equipe sobre gestão de riscos e a aplicação pragmática de sistemas embarcados, o grupo conseguiu atingir os objetivos propostos. O sistema final, embora simulado, demonstrou ser um monitor de energia funcional que exibia de forma prática e acessível o consumo acumulado (Wh) e o custo estimado (R\$) no display LCD.

3.4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Minha expectativa inicial seria a dificuldade do cálculo RMS e os ruídos elétricos, ou seja, focar na medição real da eletricidade. O vivido, no entanto, foi uma lição de pragmatismo: a principal dificuldade foi contra as limitações de *hardware* e de tempo, que nos forçaram a migrar para a simulação.

Após essa mudança tive que procurar projetos semelhantes como forma de inspiração e informação , embora a medição real não tenha sido cumprida, o código não se tornou mais fácil. Pelo contrário: a pouca experiência inicial me obrigou a realizar um estudo aprofundado e a buscar feedback constante de colegas e do professor orientador para entender a lógica de timing e o gerenciamento de estados.

Na prática descobri que o código pode ser mais simples que o *hardware*; minha curva de aprendizado acelerou muito mais na compreensão de como funciona o circuito e os componentes do que na escrita do C/C++ algo que já tinha uma pequena facilidade.

A possibilidade de acender luzes, ativar ruídos no *buzzer* e criar circuitos inteligentes foi o que, inicialmente, motivou minha escolha por esta disciplina. Ver a lógica que eu escrevi se materializar em uma ação física – a luz acendendo ou o consumo sendo somado na tela – foi a parte mais gratificante do projeto. Senti-me plenamente realizado ao conseguir entregar um código funcional que movimentava todos esses componentes.

3.4.4. REFLEXÃO APROFUNDADA

Particularmente, este projeto foi muito desafiador. Foi meu primeiro contato real com a Programação Embarcada, e a necessidade de lidar com as limitações físicas do Arduino foi um problema inicial. Eu já esperava que calcular os valores em tempo real fosse ser uma parte complexa do código. No começo, a sensação era de estar perdido entre tutoriais e documentação, lutando para entender como otimizar o C/C++ e transformar um chip simples em algo com grande impacto social.

A principal frustração técnica veio daí: ficou evidente que o potencial de medição individualizada de carga era maior que o *hardware* de baixo custo que tínhamos. Tivemos que nos render aos valores fixos de consumo. Essa adaptação colocou em xeque a ideia ambiciosa de identificar cada aparelho na tomada, mas forçou a equipe a ser criativa.

Apesar dos obstáculos, o aprendizado foi imenso. Conseguí, finalmente, enxergar a conexão mágica entre a otimização do código e a eletrônica de sensoriamento. O mais gratificante foi perceber que o nosso trabalho, mesmo com a simulação, atingiu o objetivo da Extensão Universitária . Foi a prova de que algo tão técnico pode ter um impacto social direto: transformar um algoritmo em uma ferramenta que ajuda as pessoas a economizar energia de verdade.

3.4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto do Monitor de Consumo de Energia, apesar de ter sido finalizado com uma simulação inteligente, estabeleceu uma plataforma sólida com vasto potencial de crescimento, tanto para o ambiente acadêmico quanto para o usuário final, como por exemplo :

- **Transformação em Casa Conectada (IoT):** O próximo grande passo seria levar o monitor para a internet. Essa evolução permitiria que o sistema enviasse os dados de consumo para a nuvem. Com isso, o usuário poderia acessar o consumo em tempo real pelo celular, de qualquer lugar, gerando relatórios gráficos e recebendo alertas de gasto excessivo.

Embora o resultado não tenha sido completo como esperávamos, devido à decisão de simular em vez de medir a corrente real, o sucesso do protótipo em demonstrar o conceito de monitoramento foi satisfatório. Esse sentimento de realização validou todo o esforço e a dificuldade vivenciada durante esse projeto.

3.5. Relato de Experiência Individual

Acadêmico: Francisco das Chagas Sales Neto - 202303502346

3.5.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O monitoramento do consumo de energia elétrica constitui, em minha visão, uma estratégia essencial para o uso consciente e a otimização dos recursos energéticos. Diante da crescente demanda por soluções sustentáveis e inteligentes, considero que os sistemas embarcados baseados em microcontroladores se destacam pela versatilidade, baixo custo e facilidade de integração com sensores de medição.

No projeto coletivo que desenvolvi junto à equipe, o objetivo central foi criar um Monitor de Consumo de Energia (MCE) utilizando um microcontrolador como unidade principal de processamento. O sistema foi projetado para adquirir dados de corrente e tensão elétrica, processar essas informações e apresentar o consumo em tempo real. Dentro do contexto do projeto, fiquei responsável pela etapa de Teste e Validação do protótipo, garantindo a confiabilidade, a precisão e a acurácia das medições realizadas.

3.5.2. METODOLOGIA

A etapa de teste e validação, sob minha coordenação, foi iniciada após a conclusão da montagem e da programação do MCE. Meu principal objetivo foi mensurar o desempenho, a precisão e a estabilidade do monitor em diferentes condições operacionais. A metodologia que adotei foi estruturada nas seguintes etapas:

1. Preparação e Referência

Preparei o ambiente de testes instalando cargas elétricas resistivas e indutivas controladas (como lâmpadas incandescentes e LEDs). Utilizei um wattímetro digital de precisão, com certificado de calibração, como instrumento de referência para comparação das medições.

2. Execução e Aquisição de Dados

Realizei a conexão do MCE às cargas para o monitoramento em tempo real. Coletei e registrei os dados de consumo simultaneamente a partir da interface de display do protótipo e pela porta de comunicação serial. Efetuei a comparação direta entre as leituras obtidas pelo microcontrolador e os valores de referência fornecidos pelo wattímetro.

3. Análise e Validação Quantitativa

Calculei a margem de erro percentual entre o MCE e o equipamento de referência para cada tipo de carga testada. Analisei a estabilidade e a repetibilidade das leituras, verificando possíveis flutuações e ruídos nos sinais de saída. Avaliei o comportamento do sistema em diferentes faixas de corrente e tensão (range de medição). Além disso, realizei procedimentos de ajuste fino e calibração dos sensores, bem como otimizações no código-fonte, buscando minimizar discrepâncias e aprimorar o processamento e a leitura dos sinais analógicos.

3.5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios de validação que conduzi demonstraram que o Monitor de Consumo de Energia apresentou desempenho consistente, com margem de erro controlada entre 3% e 6%, variando de acordo com a natureza da carga testada. Observei uma alta estabilidade nas medições de cargas resistivas, como lâmpadas incandescentes e LEDs. O processo de validação evidenciou que o MCE é funcionalmente confiável e adequado tanto para aplicações residenciais quanto para contextos educacionais e didáticos.

A comunicação serial assíncrona (UART) mostrou-se bastante eficaz na aquisição contínua de dados (data logging), e a interface de display proporcionou uma visualização clara e imediata das medições. De modo geral, os resultados confirmaram que o projeto atingiu seu objetivo principal: oferecer uma solução de monitoramento acessível, funcional e educativa, consolidando meu aprendizado prático em sistemas embarcados e reforçando o conceito de eficiência energética.

3.5.4. REFLEXÃO APROFUNDADA

A responsabilidade pela etapa de teste e validação proporcionou-me um aprendizado técnico profundo, abrangendo desde o domínio das medições elétricas até o uso de técnicas de calibração de sensores e análise estatística de dados experimentais. Compreendi, na prática, a importância de um protocolo de testes sistemático e controlado, o que me permitiu desenvolver uma postura crítica em relação à confiabilidade, precisão e acurácia dos resultados obtidos.

Durante o processo, percebi que pequenas inconsistências no hardware — como conexões de baixa qualidade ou a presença de ruído eletromagnético (EMI) — afetam diretamente a qualidade das leituras analógicas. Essa constatação reforçou em mim a necessidade de meticulosidade e atenção aos detalhes em todas as fases do projeto. De forma mais ampla, essa experiência contribuiu significativamente para o meu amadurecimento técnico, demonstrando que a testagem é a etapa fundamental que transforma um protótipo funcional em um produto robusto e confiável.

3.5.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A etapa de teste e validação que realizei foi essencial para certificar a funcionalidade e a acurácia do Monitor de Consumo de Energia. O sistema apresentou resultados dentro da margem de erro aceitável para aplicações didáticas e domésticas, validando o uso do microcontrolador como uma plataforma eficiente e de baixo custo para medições elétricas. Esse trabalho me permitiu aprimorar habilidades práticas em medições de precisão, análise de desvios e calibração de sensores. Como melhorias futuras, proponho:

- A substituição dos sensores por modelos com maior classe de precisão e linearidade;
- A inclusão da medição do Fator de Potência (FP) para avaliação de cargas indutivas;

- A integração de módulos de comunicação sem fio (Wi-Fi), possibilitando o registro e a visualização remota dos dados dentro de um contexto de Internet das Coisas (IoT).

Em conclusão, considero que o projeto não apenas cumpriu seus objetivos iniciais, mas também se consolidou como uma experiência de excelência na aplicação prática de eletrônica embarcada, programação e validação experimental, fortalecendo meu desenvolvimento técnico e acadêmico.

3.6. Relato de Experiência Individual

Acadêmico: José Henrique de Araújo Picoli - 202304004421

3.6.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O projeto “Monitor de Consumo de Energia” teve como objetivo principal o desenvolvimento de um sistema embarcado capaz de simular a medição e exibir, em tempo real, o consumo energético de aparelhos domésticos, promovendo o uso consciente e eficiente da eletricidade.

As atividades foram realizadas entre os meses de setembro e novembro de 2025, no laboratório de informática e em ambientes de estudo do campus, sob orientação do professor Douglas Lopes. O grupo foi composto por oito integrantes, cada um com responsabilidades específicas nas etapas de concepção, desenvolvimento e documentação do projeto.

Minha participação concentrou-se principalmente na simulação do protótipo no Tinkercad, no desenvolvimento do código em Arduino C++ e no apoio à elaboração do relatório técnico. Além disso, contribuí de forma significativa na criação dos gráficos de análise de consumo, utilizando a linguagem Python e a biblioteca Matplotlib, com base nos dados CSV gerados pelo protótipo. Para essa etapa, utilizei a plataforma Google Colab, o que possibilitou a visualização e interpretação dos resultados obtidos, validando o funcionamento lógico do sistema e fortalecendo a análise técnica do projeto.

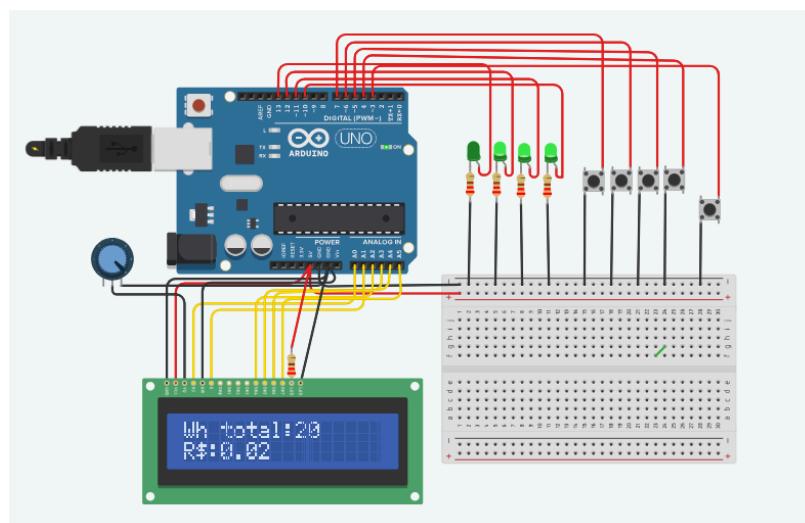


Figura 12 - Primeira versão do protótipo desenvolvido no tinkercad

3.6.2. METODOLOGIA

A experiência foi vivenciada nos laboratórios e salas de estudo da Faculdade Estácio Teresina, no período entre setembro e novembro de 2025. O grupo foi composto por oito integrantes, que atuaram de forma colaborativa em todas as etapas do desenvolvimento. No meu caso, concentrei as atividades nas seguintes fases:

- **Desenvolvimento e simulação:**

Contribuí diretamente na montagem virtual do circuito no Tinkercad, testando a integração entre o Arduino Uno, LEDs, buzzer, botões e display LCD 16x2. Desenvolvi o código responsável pelos cálculos de potência, consumo e custo, além da exibição das informações no display.

Devido às limitações da simulação e aos riscos de sobrecarga no Arduino físico, optamos por utilizar valores simulados de potência para representar o consumo dos eletrodomésticos, mantendo o foco didático do projeto.

- **Análise e visualização dos resultados:**

Após a geração dos arquivos CSV pelo protótipo, gerei os gráficos de análise do consumo e custo de energia utilizando Python e Matplotlib no Google Colab, o que permitiu observar a variação dos valores ao longo do tempo e facilitar a interpretação dos dados durante a apresentação.

3.6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Meus principais objetivos eram aprimorar meus conhecimentos em microcontroladores e programação embarcada, mas o projeto acabou indo além, permitindo aplicar também noções de análise de dados com Python. Ver o protótipo funcional exibindo valores em tempo real foi uma das partes mais gratificantes do processo.

Durante o desenvolvimento, enfrentamos desafios como limitações da simulação no Tinkercad, que impossibilitaram o uso de sensores reais, e ajustes de código necessários para corrigir medições inconsistentes. Também houve necessidade de adaptar fórmulas e controlar o tempo de atualização do display para garantir resultados estáveis.

A criação dos gráficos com Python foi uma etapa que consolidou o aprendizado, permitindo transformar os dados numéricos em representações visuais claras e precisas, uma habilidade essencial para análise de resultados em projetos de engenharia.

Essa experiência me proporcionou diversas aprendizagens:

- Entendimento prático dos conceitos de potência (W), energia (Wh) e custo por kWh;
- Maior domínio da linguagem C++ para Arduino;
- Familiaridade com bibliotecas de visualização de dados (Matplotlib);
- Noções de organização de código e depuração.

3.6.4. REFLEXÃO APROFUNDADA

A prática reforçou a teoria estudada na disciplina. Conceitos antes abstratos como, watt, watt-hora e cálculos de custo por kWh, se tornaram concretos por meio da implementação no projeto, percebi, na prática, que o aprendizado vai além da codificação. envolve entender as limitações do hardware e o comportamento elétrico dos componentes, essa vivência mostrou que, mesmo em um ambiente de simulação, é necessário aplicar o raciocínio lógico e o conhecimento teórico de eletrônica para interpretar resultados, corrigir erros e otimizar o desempenho do projeto. Além disso, compreendi melhor a relação entre eficiência energética e tecnologia, percebendo como pequenas variações na potência ou no tempo de uso podem impactar significativamente o consumo total e o custo final da energia.

Além disso, a etapa de geração dos gráficos com Python permitiu observar como o cruzamento entre sistemas embarcados e análise de dados amplia o entendimento sobre eficiência energética e comportamento de consumo. Essa integração entre áreas reforçou minha visão interdisciplinar e despertou ainda mais interesse em automação e ciência de dados aplicadas à tecnologia.

3.6.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução do projeto foi uma experiência muito valiosa, tanto técnica quanto pessoal. Ele proporcionou aprendizado prático sobre eletrônica, programação embarcada e visualização de dados, fortalecendo minha base para projetos futuros.

Como perspectivas de aprimoramento, considero que o sistema pode evoluir com a integração de sensores reais (SCT-013 e ZMPT101B), armazenamento em nuvem e interface web ou mobile, transformando o protótipo em uma ferramenta de Internet das Coisas (IoT) para monitoramento residencial.

Por fim, acredito que o projeto cumpriu plenamente seu papel educativo, unindo aprendizado técnico, trabalho em equipe e responsabilidade social. Participar do desenvolvimento do código, da simulação e da análise de dados foi uma oportunidade marcante, que reforçou meu interesse por essas áreas.

3.7. Relato de Experiência Individual

Acadêmico: Lyan Kaleu Meneses de Sousa - 202303596511

3.7.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O presente relato refere-se à experiência vivenciada no desenvolvimento do projeto “Monitor de Consumo de Energia”, integrante da disciplina de Programação de Microcontroladores, turma 1002, do curso de Ciência da Computação da Faculdade Estácio. O projeto teve como propósito a criação de um sistema capaz de simular o monitoramento de consumo elétrico doméstico, exibindo dados em tempo real como potência, custo e consumo acumulado, a fim de promover a conscientização sobre o uso racional de energia.

As atividades foram desenvolvidas no laboratório de informática e em ambiente de estudo do campus, com a participação de oito integrantes do grupo, sob orientação do professor Douglas. Cada membro assumiu responsabilidades específicas, como montagem do circuito, programação do Arduino, registro de dados e documentação técnica.

Minha função no projeto foi de líder e redator do relatório técnico, atuando desde o planejamento até a entrega final. Entre minhas responsabilidades destacam-se: gerenciar o cronograma do projeto, coordenar as reuniões e a comunicação entre os membros, distribuir tarefas, assegurar o cumprimento dos prazos e supervisionar o progresso de cada etapa. Também fui responsável por redigir, revisar e formatar o relatório técnico final, garantindo o alinhamento com as normas da ABNT e a coesão textual das contribuições coletivas.

3.7.2. METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido ao longo do semestre letivo, entre agosto e novembro de 2025, combinando atividades presenciais no laboratório de informática e reuniões remotas para acompanhamento de prazos e revisões. A equipe contou com o apoio do professor orientador e utilizou materiais básicos de eletrônica, como

Arduino Uno, protoboard, LEDs, buzzer, resistores, botões e display LCD 16x2. O processo foi dividido em três etapas principais:

1. Planejamento:

Nesta fase, definimos o tema e os objetivos, estabelecendo o cronograma e as responsabilidades de cada integrante. Buscamos referências técnicas sobre medições elétricas e funcionamento de sensores de corrente e tensão, além de simular o circuito no Tinkercad para validar a lógica inicial.

2. Execução:

Durante a montagem física, realizamos ajustes e substituímos os sensores reais por valores pré-definidos de consumo, devido a limitações de simulação e segurança no uso do Arduino. O sistema foi programado em C++ (Arduino IDE) para alternar entre dispositivos simulados (LEDs e buzzer) e exibir no display LCD informações como potência (W), consumo (Wh) e custo em R\$, com base em uma tarifa residencial local.

3. Avaliação e Documentação:

Ao final, testamos o funcionamento do protótipo, registramos fotos e vídeos para o relatório e validamos a confiabilidade dos resultados. Também foram gerados arquivos CSV com os dados de consumo e custo, servindo como base para análise e registro técnico.

O trabalho foi conduzido de forma colaborativa, mas sob coordenação centralizada, garantindo a coerência entre o desenvolvimento técnico e a elaboração do relatório.

3.7.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Minhas expectativas iniciais envolviam compreender melhor o funcionamento de microcontroladores e circuitos eletrônicos aplicados em contextos reais, e posso afirmar que a experiência superou o esperado. Foi extremamente satisfatório

acompanhar o progresso desde a montagem inicial até o funcionamento completo do circuito — observar o display exibindo dados em tempo real e os LEDs e buzzer reagindo conforme o código foi uma conquista gratificante.

Contudo, o processo não esteve livre de desafios. Um dos principais obstáculos foi lidar com prazos curtos e a gestão do grupo, especialmente diante de tarefas que exigiam maior coordenação e ajustes simultâneos no circuito e no código. Além disso, houve dificuldade na implementação dos sensores de corrente e tensão no Tinkercad, o que nos levou a optar por valores simulados para não arriscar danos ao Arduino físico (limitado a 5V).

Essas adaptações exigiram revisões no código e nos cálculos de consumo e custo, mas, ao mesmo tempo, reforçaram o aprendizado coletivo e a capacidade de resolver problemas sob pressão. O resultado final foi um protótipo funcional, esteticamente organizado na protoboard, capaz de demonstrar com clareza os princípios de monitoramento energético doméstico.

Entre as principais aprendizagens, destaco a importância do planejamento e da comunicação entre os membros, além do ganho técnico em programação de microcontroladores, organização de circuitos e depuração de código. Essa experiência também me permitiu desenvolver habilidades de liderança, especialmente na mediação de conflitos, controle de prazos e padronização do relatório técnico.

3.7.4. REFLEXÃO APROFUNDADA

A experiência prática vivenciada neste projeto se conectou diretamente aos conteúdos teóricos abordados na disciplina de Programação de Microcontroladores, especialmente no que se refere à interface entre hardware e software, controle de dispositivos e processamento de sinais digitais. A aplicação dos conceitos estudados em sala — como o uso de portas digitais, leitura de botões, estrutura de loops e cálculo de potência — consolidou de forma efetiva o aprendizado.

Comparando teoria e prática, percebi que compreender o funcionamento lógico de um microcontrolador é apenas o ponto de partida; o verdadeiro aprendizado vem da experimentação física e do enfrentamento de erros reais, como ruídos elétricos, falhas de leitura e erros de temporização no código. Essa vivência

também reforçou meu interesse pela área de hardware, robótica e automação, despertando uma motivação pessoal para seguir explorando projetos com Arduino e sensores diversos.

Além do ganho técnico, a experiência contribuiu significativamente para meu crescimento profissional, ao me proporcionar vivência em liderança de equipe, escrita técnica e gestão de projetos, competências essenciais na atuação em engenharia de software e tecnologia aplicada.

3.7.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste projeto representou uma experiência acadêmica e pessoal extremamente enriquecedora. Além de consolidar conhecimentos técnicos em eletrônica e programação embarcada, a atividade me ensinou sobre a importância da organização, colaboração e resiliência diante de desafios práticos.

Como perspectiva futura, acredito que o projeto pode ser expandido para incluir sensores reais de corrente e tensão, integração com plataformas IoT e aplicativos móveis, ampliando sua aplicabilidade no monitoramento de energia residencial. Essas melhorias transformariam o protótipo em uma ferramenta ainda mais eficaz de conscientização e gestão energética.

Por fim, ressalto que, apesar das limitações enfrentadas, o projeto cumpriu plenamente seu papel educativo, unindo aprendizado técnico, trabalho em equipe e responsabilidade social. Foi uma experiência inspiradora e motivadora, reafirmando meu interesse pela área de automação e sistemas embarcados e reforçando a satisfação de ver um projeto físico funcionar de forma tangível após tanto esforço e dedicação.

3.8. Relato de Experiência Individual

Acadêmico: Rodrigo Henrique Saraiva dos Reis Araújo- 202303572867

3.8.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A concepção inicial do projeto surgiu da necessidade de criar uma forma prática de consultar e monitorar o consumo de energia elétrica em residências, promovendo uma melhor compreensão e controle dos gastos energéticos.

No decorrer do projeto, as tarefas foram distribuídas entre os oito integrantes do grupo, abrangendo desde a parte de programação até o desenvolvimento e a montagem do produto final. O trabalho foi orientado pelo professor Douglas, na disciplina de Programação de Microcontroladores, vinculada à Faculdade Estácio de Sá.

Minha contribuição individual no projeto “Monitor de Consumo de Energia” concentrou-se no desenvolvimento do hardware e na disponibilização dos componentes utilizados, como os jumpers, o display LCD e a placa Arduino UNO, assegurando o funcionamento adequado da estrutura física do sistema.

3.8.2. METODOLOGIA

A experiência foi conduzida nos laboratórios e salas de estudo da Faculdade Estácio Teresina, entre os meses de setembro e novembro de 2025. O grupo, composto por oito integrantes, atuou de forma colaborativa e organizada em todas as fases do projeto, desde o planejamento inicial até a análise dos resultados obtidos.

Minha função principal concentrou-se na projeção do hardware, sendo responsável pela concepção, desenvolvimento e testes dos componentes físicos do sistema, garantindo o bom desempenho e a execução adequada de suas funções essenciais, além de assegurar a correta integração com o site.

Contribuí também para a elaboração do layout, criando esboços e diagramas de circuito com o auxílio do programa Tinkercad. Participei da seleção dos componentes mais adequados, considerando suas características e compatibilidade

com o projeto. Além disso, realizei a construção de protótipos utilizados nos testes iniciais, o que permitiu validar, na prática, o funcionamento do hardware desenvolvido.

3.8.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado final do projeto foi extremamente motivador, reforçando ainda mais meu interesse nessa área. Durante o processo, adquiri novos conhecimentos e me diverti bastante na parte prática da montagem, explorando diversas funcionalidades do Arduino Uno e tendo meu primeiro contato com o Tinkercad.

Entre os pontos que merecem destaque, ressalto o aprendizado em relação ao uso e à organização da protoboard em conjunto com outros componentes, algo que representou uma nova experiência para mim, já que normalmente atuo mais na parte técnica.

Fiquei muito satisfeito com o desempenho da equipe, que demonstrou grande comprometimento e colaboração na superação dos desafios enfrentados, especialmente aqueles relacionados ao funcionamento do display LCD, os quais foram resolvidos de forma eficiente graças ao esforço conjunto de todos.

3.8.4. REFLEXÃO APROFUNDADA

Durante o desenvolvimento do projeto, foi possível estabelecer uma forte conexão entre a prática e os conceitos teóricos estudados na disciplina de Programação de Microcontroladores. A experiência envolveu diretamente a integração entre hardware e software, o controle de componentes eletrônicos e o tratamento de sinais digitais, permitindo aplicar de forma concreta conteúdos como o uso de portas de entrada e saída, a leitura de sensores e botões, a criação de estruturas de repetição e o cálculo de potência elétrica.

Essa vivência ampliou meu interesse pelas áreas de hardware, automação e robótica, incentivando o aprofundamento em projetos relacionados. Além disso, contribuiu para o aprimoramento do meu domínio técnico e crescimento profissional, fortalecendo significativamente meu raciocínio e pensamento técnico na área.

3.8.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como consideração final, eu gostaria de enaltecer a importância da projeção de hardware envolvida no projeto, a qual se conectou diretamente com meu estilo projetivo. O projeto em questão foi uma experiência desafiadora, porém recompensadora. A partir dele, percebi o quanto a ferramenta Arduino é completa e como, com dedicação e boas estratégias, é possível desenvolver diversos tipos de sistemas bastante úteis, que influenciam e contribuem para o meu desenvolvimento acadêmico.

Por fim, gostaria de expressar minha satisfação com o projeto, que, mesmo com suas limitações, mostrou-se uma ideia promissora e interessante. Foi um trabalho que, apesar dos desafios, superou exponencialmente minhas expectativas.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. Documentação oficial da plataforma Arduino. Arduino, 2025. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: 25 set. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. Brasília: MMA, 2018.

GANSSLE, Jack. ***The Art of Designing Embedded Systems***. 2. ed. Burlington: Newnes, 2008.

POULARIKAS, Alexander D. ***The Handbook of Formulas and Tables for Signal Processing***. Boca Raton: CRC Press, 1999.

STERN, Paul C.; DIETZ, Thomas. ***The New Environmental Paradigm: Toward an Operationalization of the New Ecological Paradigm Scale***. Journal of Social Issues, v.56, n.3, p. 407–424, 2000.