

**Faculdade Estácio
CAMPUS Teresina**

MONITORAMENTO DE CONSUMO DE ENERGIA

Discente(s): Isaléo Araújo Borba Guimarães

Kaio Alixandre Teixeira Resplandes

João Felipe Santos Bacelar

Orientador: Helldânio Barros

2024

Teresina/Piauí

I- DIAGNÓSTICO E TEORIZAÇÃO

1. Identificação das partes envolvidas e parceiros

No semestre 2024.2, o professor responsável pela disciplina de Internet das Coisas (IoT) propôs o desenvolvimento de um projeto de automação utilizando tecnologias da Indústria 4.0. Essa iniciativa tem como objetivo aprofundar o aprendizado dos alunos e demonstrar aplicações práticas da IoT para o público em geral.

O projeto conta com a participação dos alunos do grupo orientado pelo professor Helldânio Barros, sendo destinado a um público amplo que poderá se beneficiar das funcionalidades oferecidas pelas soluções de IoT.

2. Problemática e/ou problemas identificados

O alto consumo de energia gera problemas tanto ambientais quanto na economia doméstica gerando impactos negativos em diversas vertentes, indo desde problemas na economia doméstica e degradação ambiental responsável pelos métodos de produção de energia até emissão de gases do efeito estufa.

3. Demanda sociocomunitária e justificativa acadêmica

Considerando o Plano Nacional de Educação (PNE) 2014–2024, a extensão no ensino superior é definida como um processo interdisciplinar que integra aspectos políticos, educacionais, culturais, científicos e tecnológicos, promovendo uma interação transformadora entre as Instituições de Ensino Superior (IES) e as diversas camadas da sociedade. Esse processo é caracterizado pela produção e aplicação do conhecimento em uma articulação constante com o ensino e a pesquisa, envolvendo toda a comunidade acadêmica, incluindo docentes, discentes e o corpo técnico-administrativo.

Diante dessa perspectiva, surge a necessidade de implementar medidas para o controle e monitoramento do consumo de energia. Nesse contexto, um sistema de monitoramento energético pode ter um impacto significativo, facilitando o acesso à informação e contribuindo para a solução do problema identificado.

Além disso, do ponto de vista acadêmico, o projeto oferece uma experiência prática em áreas diretamente relacionadas à série curricular do curso e à disciplina em que foi proposta. A dinâmica de trabalho em grupo também estimula o desenvolvimento de metodologias colaborativas, preparando os alunos para desafios futuros no mercado de trabalho.

4. Objetivos a serem alcançados

Dentre os objetivos é válido citar o aprimoramento de habilidades com microcontroladores, computação em nuvem e um certo nível de C++ (para as configurações do Arduino). Trabalhar em grupo também proporcionou a oportunidade de por em prática metodologias de desenvolvimento.

Tendo como objetivo principal confeccionar um item inteligente para demonstrar o funcionamento do Arduino para captura e transmissão de informações para uma interface legível para o usuário onde ele poderá consultar a quantidade de energia gasta e o valor em Real.

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

Nesse projeto foram utilizadas diversas tecnologias variando desde linguagens de programação a utilização de microcontroladores e softwares de programação em nuvem

Para o Desenvolvimento deste projeto foram implementadas as seguintes tecnologias:

- *Linguagem Python*: Linguagem de programação criada na década de 90 por Guido Van Rossum, hoje é mantida pela *Python Software Foundation*, linguagem utilizada amplamente na área de dados.
- *Visual Studio Code (VScode)*: É um editor de código-fonte que também pode ser considerado uma IDE completa, estável, de funcionalidades avançadas, gratuita e de código aberto, desenvolvida pela Microsoft, que oferece suporte para várias linguagens de programação.
- *Amazon Web Service (AWS)*: Plataforma de serviços de computação em nuvem oferecida pela Amazon lançada em 2006, AWS oferece diversos serviços para websites ou aplicações cliente e servidor baseado nas nuvens.
- *Arduíno*: Placa de desenvolvimento de microcontrolador de código aberto é uma placa bastante utilizada em projetos de sistemas digitais e sistemas embarcados. Arduino UNO é uma placa entry-level e de custo acessível

6. Metas, critérios ou indicadores de avaliação do projeto

O objetivo do projeto era desenvolver um sistema inteligente conectado à rede elétrica, capaz de medir a tensão, calcular o consumo em quilowatt-hora (kWh) e exibir esses dados, juntamente com um valor aproximado em Reais. Essa iniciativa permitiu aos alunos aplicarem na prática os conceitos de IoT e computação em nuvem aprendidos em sala de aula, por meio da configuração da nuvem, da programação da placa Arduino e da montagem do sistema físico.

II- PLANEJAMENTO PARA DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

1. Identificação do público beneficiado (opcional)

O experimento é voltado para o público geral em ambientes residenciais, com o objetivo de auxiliar no gerenciamento das despesas domésticas por meio do produto desenvolvido no projeto. A proposta busca oferecer uma experiência amigável e intuitiva, garantindo que os usuários tenham maior controle sobre seus gastos com energia, promovendo economia e consciência.

2. Plano de ação no modelo 5W2H ou CANVAS ou DESIGN THINKING (ou outras ferramentas de planejamento de preferência do docente)

O quê (What?)	Quem? (Who?)	Quando? (When)	Onde? (Where?)	Como? (How?)	Por quê? (Why?)
Adquirir os materiais	Isaleo Guimarães	14/09/2024	Loja PIAUINO	Comprando os materiais	Reunir os materiais necessários para o projeto
Montar o sistema da placa Arduino	Isaleo Guimarães e Kaio Alixandre	19/09/2024	Laboratório Estácio	Conectando os módulos a placa	Montagem da parte física do projeto
Preparar a nuvem	João Felipe Santos Bacelar	24/09/2024	Amazon AWS	Configurando o ambiente	Preparar a plataforma para conexão com Arduino e aplicação com a Alexa
Montagem do site	Kaio Alixandre	26/09/2024	Ambiente Web	Montando uma página web	Exibir as informações geradas pela placa
Revisão de erros	Isaleo Guimarães	04/10/2024	Campus da Estácio	Corrigindo erros	Correção dos erros apresentados nos primeiros testes

Armazenar as informações	Isaleo Guimarães	14/10/2024	Arquivo XML	Extraindo arquivo do cartão SD presente na placa	Criar uma base de dados baseada no uso da placa
--------------------------	------------------	------------	-------------	--	---

3. Descrição da forma de participação do público participante na formulação do projeto, seu desenvolvimento e avaliação.

Para obter um feedback mais ágil durante o período de desenvolvimento, contamos com as opiniões de familiares e pessoas próximas. Essas contribuições foram essenciais para aprimorar a apresentação das informações criadas pela interface do usuário e para tornar as formas de interação com o sistema mais simples e simples de compreender.

4. Cronograma do projeto

Título da Etapa	Período (data de início e fim)	Descrição
Elaboração do projeto de pesquisa	09/09 a 12/09	Levantamento de requisitos do projeto
Reunir materiais	14/09 a 17/09	Compra dos materiais necessários para o projeto
Implementação da placa	19/09 a 22/09	Aplicação dos módulos a placa Arduino
Implementação dos ambientes na nuvem e Web	24/09 a 30/09	Criação e configuração dos ambientes da nuvem da AWS e página Web
Validação e teste	04/10 a 12/10	Período de testes e correções no projeto
Apresentação	04/11	Apresentação do projeto de monitoramento de energia

5. Equipe de trabalho (descrição da responsabilidade de cada membro)

O trabalho em equipe foi essencial para o desenvolvimento do projeto. Através de reuniões tanto presenciais, quanto virtuais (por chamada de grupo) foram divididas as funções de cada membro da equipe, visando desenvolver o projeto de maneira rápida e dinâmica. As funções ficaram divididas dessa maneira:

- Isaléo Araújo Borba Guimarães: responsável pela manipulação e configuração da placa Arduino e implementação da assistente de voz Alexa.
- Kaio Alixandre Teixeira Resplandes: foi designado para a produção da página web e pela produção da apresentação.
- João Felipe Santos Bacelar: Ficou responsável pela configuração da nuvem da AWS e pela documentação do projeto.

6. Recursos previstos

Neste projeto os recursos materiais consistem principalmente de:

- Placa Arduino Uno: Placa de prototipagem eletrônica de código aberto (open-source) e hardware livre. Ele é composto por um microcontrolador Atmel, circuitos de entrada e saída e programação via IDE.
- Fonte de alimentação 3.3v: Placa desenvolvida para rápida instalação, bastando conectá-la a protoboard. Seu funcionamento é facilitado pois possui entrada alimentação por plug P4 e USB, bastando conectar o cabo com tensão de 6,5 a 12VDC ou cabo USB para a protoboard fornecer aos seus pontos de contatos tensão de saída ajustável de 3.3v e/ou 5v.
- Módulo ESP8266-01: O módulo foi projetado para ser ligado a outros microcontroladores para acrescentar a funcionalidade de conexão Wi-Fi de maneira rápida e eficiente.
- Ethernet Shield: Conecta o Arduino a internet ou rede local de forma fácil e rápida, possibilitando o uso do Arduino em projetos IoT.
- Relé 5v: Modelo SRD-5VDC-LC-C, é projetado para operar com uma tensão de 5v e uma corrente nominal de 71,4 mA. Suporta uma variedade de tensões de saída, incluindo 28VDC a 10A, 250VAC a 10A e 125VAC a 15A.
- Sensor SCT-013: Um sensor de corrente não invasivo, é uma solução eficaz para medição de corrente alternada (AC) em uma faixa de 0 a 100A. Sua saída de corrente de 50mA proporcional ao sinal de entrada permite uma leitura precisa, com uma precisão de $\pm 3\%$.

III- ENCERRAMENTO DO PROJETO: sistematização das aprendizagens e relato de experiência

1. Entrega coletiva (podendo ser oral e escrita ou apenas escrita)

1.1. Introdução

O sistema é conectado a dispositivos eletrônicos para capturar parâmetros críticos, como potência, corrente e consumo de energia. Utilizando tecnologias de IoT e computação em nuvem, ele monitora a atividade do usuário e gera relatórios detalhados sobre o consumo de energia. Os dados processados são apresentados de forma acessível em uma página web para o usuário final.

Além disso, o sistema pode ser integrado à assistente de voz Alexa, da Amazon, permitindo controle por comandos de voz. Com essa funcionalidade, o usuário pode ligar ou desligar o dispositivo conectado de maneira prática e intuitiva.

1.2. Funcionamento

Neste projeto, diferentes módulos foram integrados à placa Arduino para selecionar funções específicas:

- Módulo ESP8266-01: Responsável por estabelecer a comunicação com a AWS e com a assistente Alexa, permitindo o controle do sistema por comandos de voz e pelo aplicativo da Alexa.
- Relé 5V: Encaixe para ligar e desligar o dispositivo conectado ao sistema.
- Ethernet Shield e Sensor SCT-013: Esses componentes capturam as interrupções energéticas, como corrente e potência, e estabelecem a conexão com a internet, possibilitando o monitoramento em tempo real.

1.3. Resultado

O projeto de monitoramento de energia com IoT e computação em nuvem foi desenvolvido com o objetivo de simplificar o controle das despesas relacionadas ao consumo de energia em ambientes residenciais. O sistema foi implementado conforme os requisitos definidos no início do projeto, incorporando todas as funcionalidades essenciais e oferecendo uma interface gráfica web de fácil compilação.

Medidor de gasto de Energia em tempo real

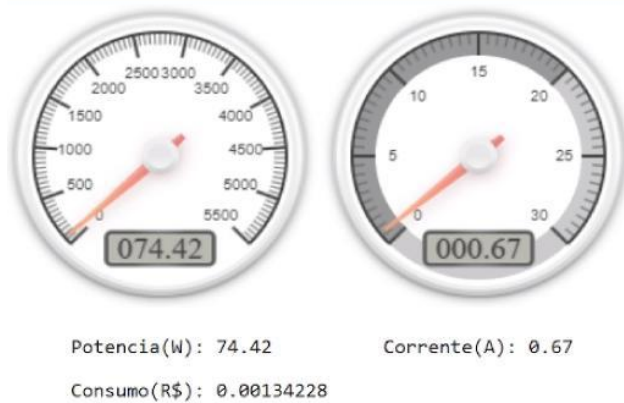


Figura -1 Página Web

Na figura 1 é mostrado a página web exibindo os parâmetros da potência de energia, corrente e também o consumo de energia já em Reais

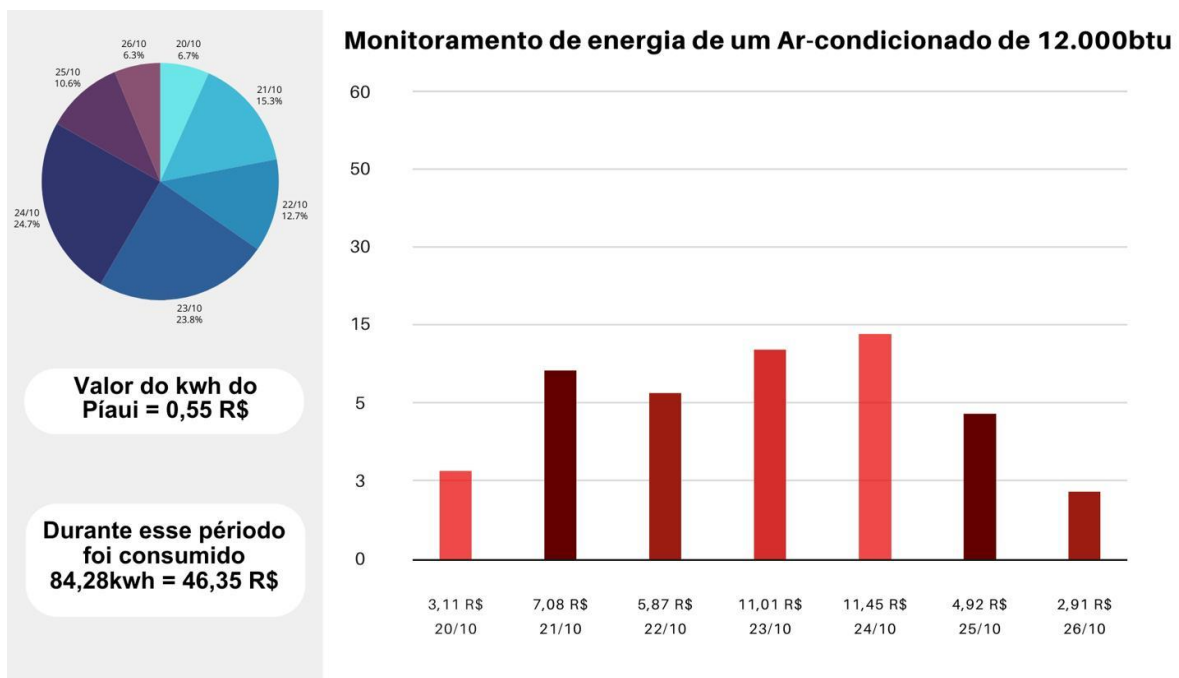


Figura – 2: relatório de consumo

Na figura 2 é mostrado um relatório gerado a partir de um arquivo XML que capturou os dados da atividade dos últimos 7 dias e exibe o quanto de energia foi consumido em Reais baseado no valor do kWh.

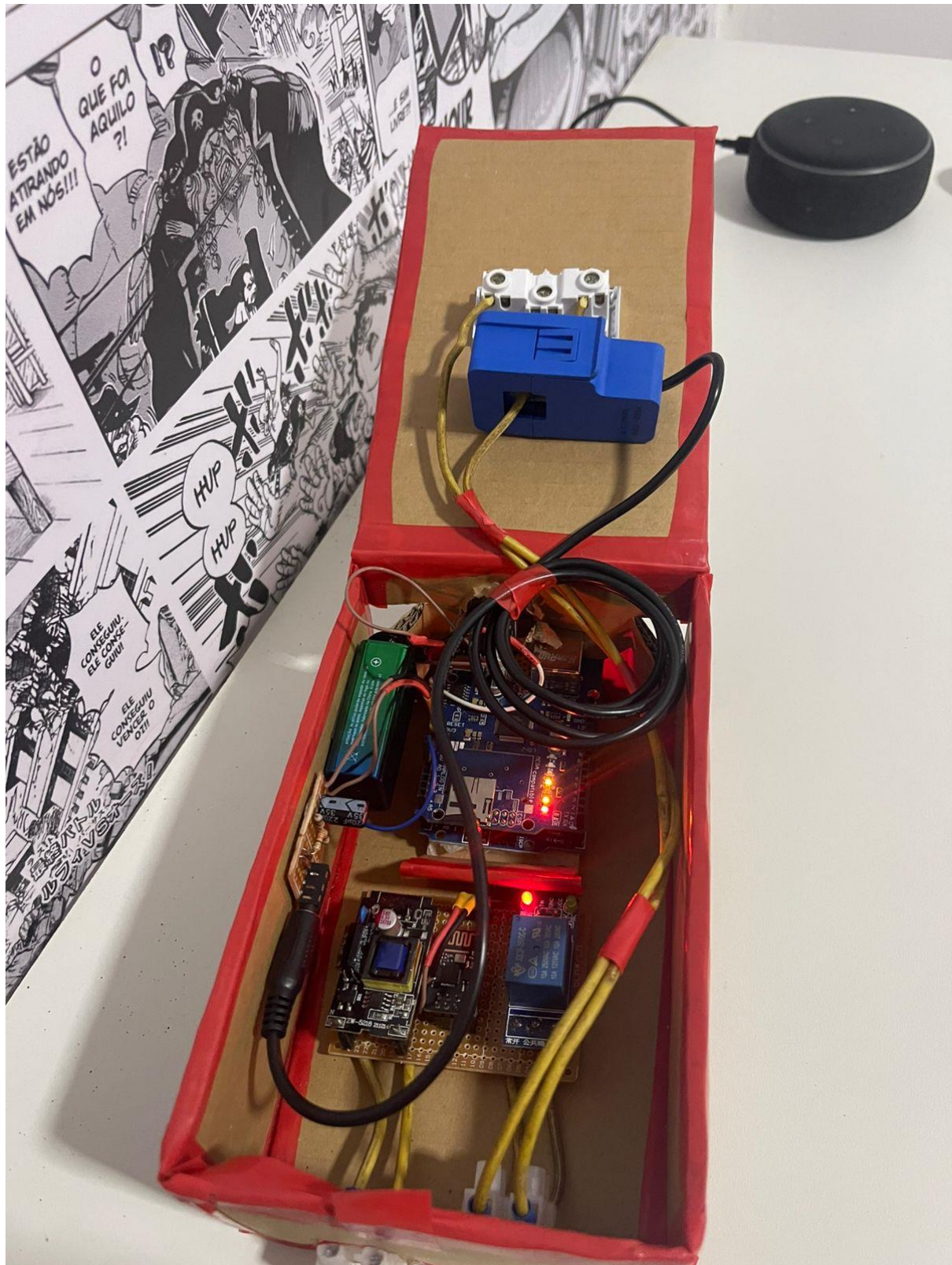


Figura – 3: Sistema físico

Na figura 3 é mostrado o projeto já montado e funcional com os módulos aplicados



```
medidor_de_energias

    Serial.println(F("ERRO - Arquivo index.htm não encontrado!"));
    return; // Se não encontrar o arquivo index.html
}
Serial.println(F("SUCESSO - Arquivo index.htm encontrado."));

Ethernet.begin(mac, ip); // Inicializa o Shield Ethernet
server.begin();          // Inicia e aguarda conexão de cliente
SCT013.current(pinSCT, 6.0607); // Inicializa o sensor, calibrado com resistor de 330 Ohms
}

void loop() {
    EthernetClient client = server.available(); // Tenta obter cliente

    if (client) { // Se obteve cliente,
        handleClient(client); // Gerencia a conexão do cliente
    }

    // Cálculos de energia
    double Irms = SCT013.calcIrms(1480); // Calcula o valor da Corrente

    // Verifica se o sensor está conectado
    if (Irms > 0.02) {
        potencia = Irms * tensao; // Cálculo da potência
    } else {
        Serial.println(F("Sensor desconectado ou leitura baixa."));
        potencia = 0; // Se o sensor não está conectado, potencia é 0
    }

    delay(1000); // Espera 1 segundo
    float x = (potencia / 1000) * Valor; // Calcula e guarda em x o valor do consumo em reais
    y += x; // Soma e guarda em y o valor de x

    // Grava dados no cartão SD (pode ser colocado em um intervalo específico)
    logData(Irms, potencia, y);
}

// Função para gerenciar a conexão do cliente
void handleClient(EthernetClient client) {
    boolean currentLineIsBlank = true;
    while (client.connected()) {
        if (client.available()) {
            char c = client.read(); // Lê 1 byte (caractere) do cliente
            // ...
        }
    }
}
```

Figura – 4 fragmentos da configuração do Arduino



```
medidor_de_energias

}
delay(1); // Dá tempo ao navegador da Web para receber os dados
client.stop(); // Encerra a conexão
}

// Envia a resposta ao cliente
void sendResponse(EthernetClient &client) {
    client.println("HTTP/1.1 200 OK");
    // Verifica se a solicitação contém "ajax_inputs"
    if (StrContains(HTTP_req, "ajax_inputs")) {
        client.println("Content-Type: text/xml");
        client.println("Connection: keep-alive");
        client.println();
        XML_response(client); // Envia arquivo XML contendo estados de entrada
    } else { // Se houver a solicitação de página da web
        client.println("Content-Type: text/html");
        client.println("Connection: keep-alive");
        client.println();
        webFile = SD.open("index.htm"); // Abre o arquivo index.html do SD card
        if (webFile) {
            while (webFile.available()) {
                client.write(webFile.read()); // Envia a página para o cliente
            }
            webFile.close();
        }
    }
    Serial.print(HTTP_req); // Exibe a solicitação HTTP recebida na porta serial
    req_index = 0; // Redefine o índice do buffer
    StrClear(HTTP_req, REQ_BUF_SZ); // Limpa o buffer de solicitação
}

// Envia o arquivo XML contendo os valores das variáveis para a web page
void XML_response(EthernetClient &cl) {
    cl.print("<?xml version = \"1.0\" ?>");
    cl.print("<inputs>");

    double Irms = SCT013.calcIrms(1480); // Calcula o valor da Corrente
    if (Irms < 0.02) {
        Irms = 0;
        potencia = 0;
        Serial.println(F("Sensor desconectado ou leitura baixa. ")); // Log de erro
    }
}
```

Figura – 5 configuração da conexão com o site

Nas figuras 4 e 5 são apresentados fragmentos das configurações da placa Arduino feitas através da linguagem C, a figura 4 a conexão com o objeto é estabelecida e os cálculos dos parâmetros são iniciados e gravados no cartão SD. Na figura 5 são realizados os envios dos dados contidos no arquivo XML gerado pelo cartão SD para a página web

1.4. Conclusão

O desenvolvimento deste projeto foi uma experiência desafiadora e enriquecedora, marcada pela aplicação prática dos conhecimentos adquiridos na sala de aula e pela colaboração entre os membros do grupo. Ao longo do semestre, enfrentamos diversos desafios durante as etapas de criação e implementação do sistema.

Ao final, o projeto não atendeu apenas aos objetivos propostos, mas também se destacou por suas funcionalidades, como a capacidade de importância de comandos de voz por meio da integração com um assistente virtual. As conexões com a nuvem e a página web desempenharam papéis fundamentais para o funcionamento geral do sistema.

O aprofundamento no estudo e pesquisa sobre os componentes e aplicações envolvidos desde o início foi essencial para construir uma base sólida de conhecimento. Essa preparação foi crucial para superar os obstáculos enfrentados durante o desenvolvimento.

Em resumo, o projeto do sistema de monitoramento de energia não apenas consolidou o aprendizado técnico, mas também destacou a importância da colaboração, da aplicação prática dos conceitos e do foco na experiência do usuário. A integração entre teoria e prática, aliada ao uso eficiente de ferramentas e tecnologias, desenvolvida em um sistema funcional e bem-sucedido. Além de uma realização técnica, este projeto trouxe lições valiosas sobre o trabalho em um ambiente de desenvolvimento real.



Figura – 6 Registro de apresentação do projeto

2. Entrega individual (podendo ser oral e escrita ou apenas escrita)

2.1. Contextualização

A experiência deste projeto foi desafiadora e ao mesmo tempo enriquecedora, abrangendo desde o estudo da computação em nuvem até a aplicação do uso da Alexa. Durante o desenvolvimento, fui responsável por configurar e preparar o ambiente na nuvem da AWS, o que foi fundado.

2.2. Objetivos

Durante o período de desenvolvimento, meu objetivo foi preparar uma plataforma na nuvem para ser utilizada na aplicação e conectar a placa Arduino aos pontos necessários. Isso visava facilitar as atividades dos colegas, que eu precisava da plataforma definida para avançar com o desenvolvimento do projeto.

2.3. Metodologias

A preparação do ambiente na nuvem foi uma etapa crucial no desenvolvimento rápido do projeto. Esse processo pode ser dividido nas seguintes fases:

1. **Escolha da plataforma:** A escolha da plataforma entre as três opções em sala (AWS, Google Cloud e Microsoft Azure) foi uma das primeiras decisões. No final, optou pela AWS devido à possibilidade de integrar os recursos da Alexa no produto.
2. **Preparação do ambiente:** Esta fase envolve a criação do ambiente no AWS IoT Core e a configuração do tópico MQTT, que foi essencial para gerenciar os dados provenientes do dispositivo.
3. **Aplicação ao dispositivo:** Esta etapa se refere à integração do dispositivo ao ambiente da nuvem e ao processamento dos dados gerados.

Essas três fases definem a contribuição da nuvem para o projeto e o meu papel no desenvolvimento, garantindo que uma infraestrutura estivesse preparada para apoiar as funcionalidades do sistema.

2.4. Resultados e Discussão

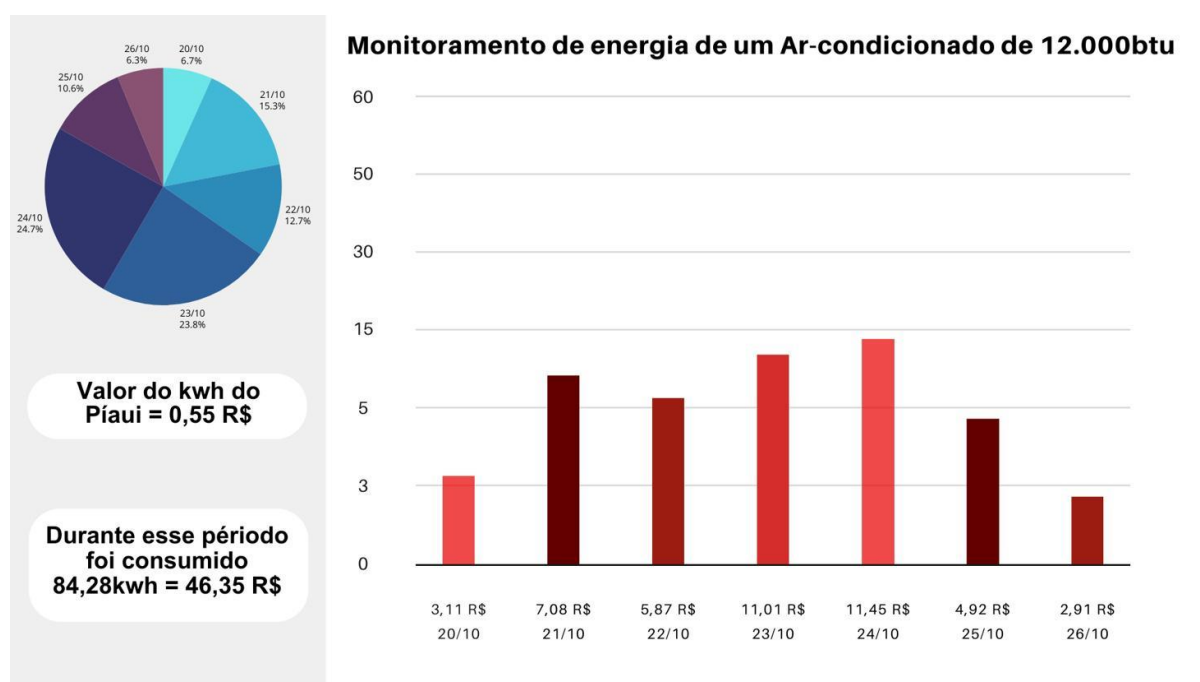


Figura 7 – gráfico gerado a partir dos dados coletados do dispositivo assim como citado em metodologia 2ª fase

No fim o resultado do projeto se provou satisfatório ao final do período de desenvolvimento com a plataforma em nuvem funcionando perfeitamente na implementação final

2.5. Reflexão aprofundada

O programa de extensão proporcionou a imersão em um ambiente de desenvolvimento cooperativo, permitindo uma rápida evolução tanto em aspectos teóricos quanto práticos relacionados a IoT, microcontroladores, computação em nuvem e, até certo ponto, ao desenvolvimento web, áreas presentes no projeto. Essa experiência abriu um novo leque de habilidades, que pode ser crucial na busca por oportunidades no mercado de trabalho. O ambiente criado ao longo deste período, como parte da proposta de extensão, também tornou necessário adotar práticas para garantir um desenvolvimento saudável, algo que até então era abordado de maneira teórica no curso.