



ConBRepro

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



IA nas Engenharias

29 nov. a 01
de dezembro 2023

SISTEMA DE MONITORAMENTO DE USO DE ENERGIA PARA O CAMPUS UNIVERSITÁRIO UFAM-ICET UTILIZANDO INTERNET DAS COISAS.

Rubervan Medeiros dos Anjos

Graduação - UFAM -ICET

Thalya da Silva Rodrigues de Lima

Graduação - UFAM -ICET

Tamires Garcia Ramos

Graduação - UFAM -ICET

Emerson Marcos Pereira

Graduação - UFAM -ICET

Davi da Silva Ribeiro Castro

Professor - UFAM -ICET

Resumo: O avanço da tecnologia tem proporcionado inúmeras possibilidades de otimização de processos e melhorias significativas em diversos setores. No âmbito acadêmico, um dos aspectos que demanda atenção é o consumo de energia nas instituições de ensino, principalmente nas universidades, que contam com uma grande quantidade de salas e laboratórios. Diante desse contexto, surge a necessidade de implantar um sistema de monitoramento de consumo de energia nas salas, utilizando as novas tecnologias como Internet das Coisas (IoT - internet of things). Essa tecnologia possibilita o desenvolvimento de soluções inteligentes e interativas, capazes de coletar dados em tempo real e proporcionar informações precisas sobre o consumo de energia em cada ambiente. A metodologia será dividida em cinco fases, sendo a primeira Revisão bibliográfica, definição de materiais e métodos, arquitetura para implementação, interface de monitoramento e resultados qualitativos e quantitativos. Neste trabalho, será apresentado o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de consumo de energia das salas da UFAM-ICET, utilizando IoT. Serão abordados os fundamentos teóricos das tecnologias envolvidas, e conceitos fundamentais que embasam essa pesquisa tais como eficiência energética, internet das coisas, protocolos de comunicação entre outros.

Palavras-chave: Internet of Things, Energy Efficiency, Communication Protocols.

ENERGY USE MONITORING SYSTEM FOR THE UFAM-ICET UNIVERSITY CAMPUS USING THE INTERNET OF THINGS.

Abstract: Advances in technology have provided countless possibilities for optimizing processes and making significant improvements in various sectors. In the academic sphere, one of the aspects that requires attention is energy consumption in educational institutions, especially universities, which have a large number of classrooms and laboratories. In this context, there is a need to

implement a system for monitoring energy consumption in classrooms, using new technologies such as the Internet of Things (IoT). This technology makes it possible to develop intelligent, interactive solutions capable of collecting data in real time and providing accurate information on energy consumption in each environment. The methodology will be divided into five phases, the first being a literature review, definition of materials and methods, implementation architecture, monitoring interface and qualitative and quantitative results. This work will present the development of a system for monitoring energy consumption in UFAM-ICET rooms, using IoT. The theoretical foundations of the technologies involved will be covered, as will the fundamental concepts that underpin this research, such as energy efficiency, the internet of things, communication protocols and others.

Keywords: internet das coisas, indústria 4.0, otimização de energia.

1. Introdução

O avanço da tecnologia tem proporcionado inúmeras possibilidades de otimização de processos e melhorias significativas em diversos setores. No âmbito acadêmico, um dos aspectos que demanda atenção é o consumo de energia nas instituições de ensino, principalmente nas universidades, que contam com uma grande quantidade de salas e laboratórios. A Universidade Federal do Amazonas (UFAM), em seu Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET), possui uma extensa infraestrutura, com um elevado consumo de energia elétrica. Esses gastos tendem a crescer ano após ano, afetando não só o orçamento da instituição, mas também contribuindo para o impacto ambiental.

Diante desse contexto, surge a necessidade de implantar um sistema de monitoramento de consumo de energia nas salas, utilizando as novas tecnologias como Internet das Coisas (IoT - internet of things). Essa tecnologia possibilita o desenvolvimento de soluções inteligentes e interativas, capazes de coletar dados em tempo real e proporcionar informações precisas sobre o consumo de energia em cada ambiente.

De acordo com o relatório "Sustentabilidade nas Universidades", publicado pela Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (Andifes), as universidades brasileiras são responsáveis por um grande percentual do consumo de energia elétrica do país. Estima-se que cerca de 70% do consumo de energia nas universidades ocorra em salas de aula, laboratórios e outros espaços acadêmicos.

Segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a energia elétrica representa uma das principais despesas das universidades, representando em média 5% dos custos operacionais. Além disso, um relatório do Ministério da Educação (MEC) aponta que o consumo de energia nas instituições de ensino superior tem crescido cerca de 7% ao ano.

Diante desses números alarmantes, é imprescindível a adoção de medidas que visem a conscientização e o controle do consumo de energia. A aplicação de tecnologias como IoT no monitoramento do consumo de energia nas salas do ICET surge como uma solução promissora, capaz de contribuir para a redução desses gastos e para a conscientização da comunidade acadêmica sobre a importância da sustentabilidade.

A metodologia será dividida em cinco fases, sendo a primeira Revisão bibliográfica, definição de materiais e métodos, arquitetura para implementação, interface de monitoramento e resultados qualitativos e quantitativos. Neste trabalho, será apresentado o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de consumo de energia das salas da UFAM-ICET, utilizando IoT. Serão abordados os fundamentos teóricos das tecnologias envolvidas, e conceitos fundamentais que embasam essa pesquisa tais como eficiência energética, internet das coisas, protocolos de comunicação entre outros.

Neste trabalho, será apresentado o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de consumo de energia das salas da UFAM-ICET, utilizando IoT. Serão abordados os fundamentos teóricos das tecnologias envolvidas, a metodologia de desenvolvimento do sistema, além de estudos de artigos e resultados obtidos.

2. Metodologia

Revisão Bibliográfica

Para a realização da revisão bibliográfica foram realizadas pesquisas por artigos científicos: Utilizando bases de dados acadêmicas, Google Scholar, ENEGEP, SIMPEP, ABEPRO e IEEE, para buscar artigos científicos relevantes ao tema. palavras-chave como "monitoramento de consumo de energia com IoT", "sistemas de medição de energia", "tecnologias para redução de consumo", entre outros. No qual identificou-se os principais benefícios da implantação de um sistema de monitoramento de consumo de energia bem como sua viabilidade econômica.

Foi analisado os artigos selecionados com os principais pontos abordados por cada um. Identificou-se os conceitos-chave tais como: metodologias, resultados e conclusões dos artigos, no qual foi avaliado a qualidade e a consistência dos estudos, assim foram selecionados tanto artigos bases e a gerais para a construção da revisão. Na tabela 1 a seguir foram selecionados três artigos que serviram como base para o estudo

Tabela 1: Enquadramento metodológico

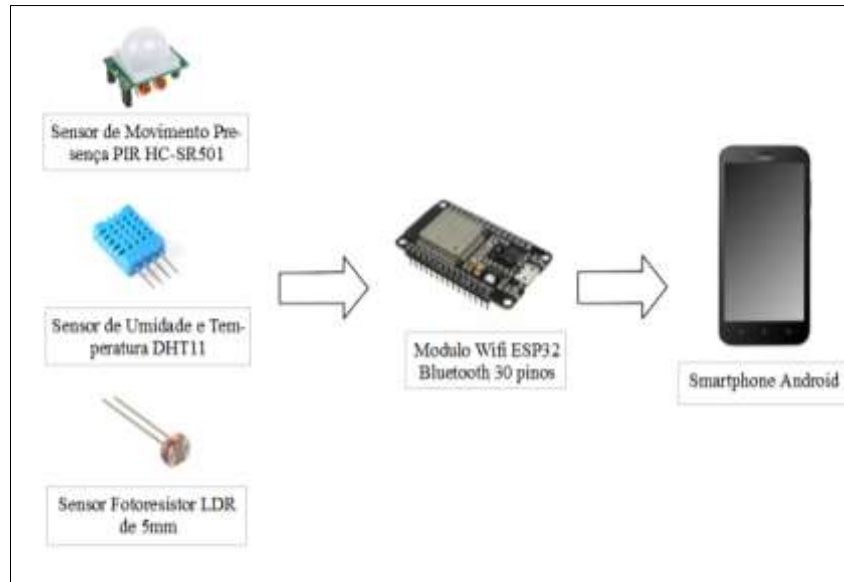
Artigo	Objetivo	Sensores	Controlador
Pavezz e Alcântara (2020)	Propor um projeto para realizar o monitoramento do uso adequado do ar-condicionado em salas da Faculdade de Ciência e Tecnologia.	sensor de temperatura do tipo DHT11. O sensor de obstáculos reflexivo infravermelho.	microcontrolador arduino UNO. módulo wifi ESP8266
Pereira et al (2019)	Potótipo de um sistema sem fio não invasivo para automatizar uma sala de aula e monitorar seu consumo elétrico utilizando sensores, atuadores e banco de dados em rede, a fim de proporcionar um ambiente cômodo e energeticamente eficiente.	O sensor de tensão (4N25 optoacoplador). o sensor de corrente (ACS712 30A)	SoC ESP8266 (ESP8266EX, 2018).
Silva et al (2021)	Despertar no usuário a consciência dos seus gastos, por intermédio da visualização de valores monetários calculados. Dessa forma, espera-se melhorar a eficiência energética ao eliminar desperdícios, mediante o rastreamento dos aparelhos que possam estar contribuindo para um elevado consumo de energia em determinada residência.	SCT013 50A/1V não invasivo	(NodeMCU)

Fonte: autor

Definição de Materiais e métodos

Para a realização do sistema de monitoramento de consumo de energia nas salas de aula do campus do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas, serão necessários os seguintes componentes ilustrados na figura 1.

Figura 1 - Hardwares para sistema de monitoramento de consumo de energia



Fonte: Autor

Em relação aos componentes utilizados, os sensores escolhidos para atuação compreendem o sensor de movimento e presença PIR HC-SR501 que é um dispositivo infravermelho que pode detectar objetos em raio de até 7 metros através de seus pinos de alerta. Além disso será utilizado um sensor de temperatura do tipo DHT11, que mede temperaturas na faixa de 0 e 50°C, e o sensor de obstáculos reflexivo infravermelho, que possui as mesmas funções de um sensor de movimento, porém mais sensíveis e ideal na detecção de ocupação de locais com baixa movimentação. Para medir a intensidade da luz ambiente será utilizado o sensor Fotorresistor LDR de 5 mm.

Para configurar a conectividade do sistema, será utilizado um módulo wifi ESP32 Bluetooth 30 pinos, por ter uma alta performance e baixo consumo de energia e maior poder de processamento a placa possui o chip ESP 32 com antena embutida, uma interface usb-serial e regulador de tensão 3.3V.

Para a criação do software, será utilizada a plataforma Unity 3D que são utilizados diversos tipos de linguagem de programação, principalmente as linguagens C++ e C#, de uso geral, que oferece a integração de dispositivos IoT, com uma vasta biblioteca de recursos no qual será utilizado o protocolo de comunicação MQTT.

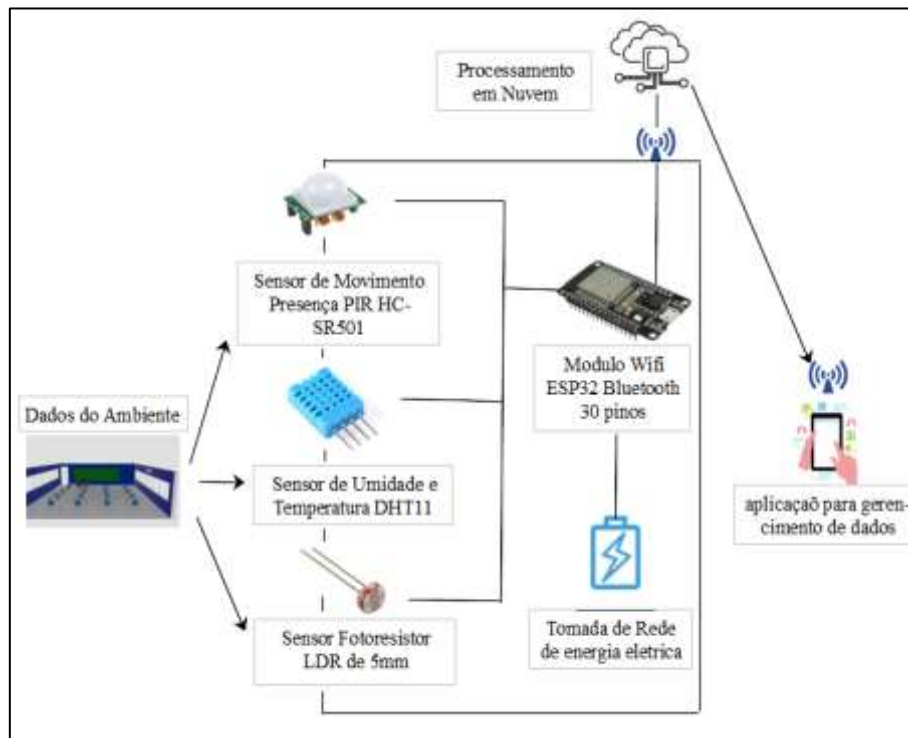
Por fim, para a visualização da interface no aplicativo criado no Unity 3D será utilizado um smartphone Android.

Arquitetura para Implementação

A arquitetura física acima representa a projeção e construção do sistema de monitoramento de consumo de energia nas salas de aula do campus ICET. O sistema possui um mecanismo de monitoramento inteligente com a coleta de dados do ambiente através de sensores de movimento e presença, sensor de umidade e temperatura e sensor de luminosidade. Na modelagem foram inseridos os principais componentes presentes. Na figura 2, é possível visualizar a modelagem do sistema e a representação dos elementos utilizados.

Para coletar dados dos sensores, será construído um sistema de coleta de dados usando o módulo wifi ESP32 Bluetooth. O módulo é conectado aos componentes dos sensores. O módulo wifi ESP32 Bluetooth possibilita o envio das informações de consumo de energia das salas de aula em tempo real, através do protocolo MQTT que por sua vez é leve, eficiente e gasta pouca energia em uma comunicação sem fio. Uma vez que os dados gerados são capturados e processados em nuvem, eles são disponibilizados para uma aplicação móvel conectada à nuvem que apresenta os dados de maneira significativa.

Figura 2 - Arquitetura do sistema de monitoramento.



Fonte: autor

Interface de monitoramento

Para que o usuário possa receber os status de consumo de energia das salas da UFAM, será desenvolvido no software Unity3D uma interface gráfica para smartphone Android. Esta interface contará com notificações em caso de consumo de energia em ambientes que estiverem ociosos, sendo possível definir o recebimento de alertas via Telegram. Ao executar o aplicativo, o usuário terá acesso aos dados de consumo de cada sala e seus respectivos blocos, assim como, o histórico de avisos em caso de consumo inadequado. O design da interface foi idealizado e demonstrado na figura 3.

Figura 3 - Design da interface gráfica



Fonte: autor

Conclusão

A implementação de um sistema de monitoramento de consumo de energia nas salas da UFAM-ICET usando a Internet das Coisas (IoT) é uma iniciativa que demonstra claramente o potencial da tecnologia para melhorar a eficiência energética em instituições acadêmicas. Este trabalho abordou de maneira abrangente a importância de controlar e otimizar o consumo de energia, especialmente em um ambiente de ensino com várias salas e laboratórios.

O uso de sensores e dispositivos IoT para coletar dados em tempo real, juntamente com a implementação de um sistema de monitoramento inteligente, oferece a capacidade de conscientizar a comunidade acadêmica sobre o consumo de energia e, ao mesmo tempo, identificar oportunidades para economia.

A pesquisa apresentou a revisão bibliográfica, os materiais e métodos utilizados, a arquitetura do sistema e a interface de monitoramento, fornecendo uma visão abrangente do processo de desenvolvimento. Esse sistema não apenas oferece a oportunidade de economizar recursos financeiros significativos para a UFAM, mas também contribui para a sustentabilidade ambiental, reduzindo o impacto ambiental decorrente do consumo excessivo de energia. À medida que a conscientização sobre a importância da eficiência energética continua a crescer e as tecnologias IoT se tornam mais acessíveis e difundidas, iniciativas como esta se tornarão cada vez mais relevantes.

O sistema apresentado neste trabalho é um passo importante em direção a um campus universitário mais inteligente e sustentável. Portanto, este projeto não apenas representa uma solução valiosa para a UFAM-ICET, mas também oferece um exemplo inspirador de como a tecnologia pode ser aplicada para abordar questões ambientais e econômicas em ambientes acadêmicos. À medida que avançamos, é fundamental que iniciativas como essa

se espalhem e inspirem outras instituições a adotar soluções semelhantes para um futuro mais sustentável e eficiente em termos energéticos.

Referências

Amin, R., Rahman, M. F., Han, S., & An, M. (2018). **Avaliação de desempenho de protocolos MQTT para Internet das Coisas (IoT)**. 2018 Conferência Internacional de Informação Networking (ICOIN), Chiang Mai, Tailândia, pp. 298-303.

Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (ANDIFES). Disponível em: <<http://www.andifes.org.br>>. Acesso em: 10 de agosto de 2023.

ANEEL. (s.d.). Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>> . Acesso em 10 de agosto de 2023.

Amin, M., Pirbhulal, S., Sohail, A., Huh, E. N., & Chung, T. (2018). **Infraestrutura IoT baseada em MQTT para sistema de monitoramento de ambiente agrícola. sensores**, 18(5), 1691. DOI:10.3390/s18051691.

Baker, E. (2017). Unity in Action: Desenvolvimento de jogos multiplataforma em C#. Manning Publicações.

Battle, E. A. O. Palacio, J. C. E., Lora E. E. S., Reyes, A. M. M., Moreno, M. M., & Morejón, M. B. (2020). **Uma metodologia para estimar o uso de energia de base e quantificar a economia no consumo de energia elétrica em edifícios de instituições de ensino superior**: Estudo de caso, Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Revista de Produção Mais Limpa, 244(1), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118551>.

BRUNO, GUSTAVO PEREIRA et al. **Automação de uma sala de aula: um projeto de baixo custo**. In: Congresso Brasileiro de Automática-CBA. 2019.

Chen, S., Xu, S., Yang, S., & Xu, L. (2021). **Internet das Coisas na Medição e Controle de Energia Elétrica nos Sistemas Estacionários de Armazenamento**. Transações IEEE em Smart Grid, 12(2), 1272-1283.

Eurostat. (2021). Estatísticas das energias renováveis. Consultado a 27 de agosto de 2023. Disponível em:http://europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/pt.ps://ec.e

Fakhruddin, R., Alam, S. M. R., Karim, A., & Bhuyan, M. S. (2020). **Análise de desempenho do LaRaWAN para implantação de Internet das Coisas**. Comunicações Pessoais sem fio, 111, 1739-1760.

Fakhruddin, M. H., Islam, M. R., Ahmed, S., Alazab, M., Islam, R. (2020). **Explorando as características e aplicações do LaRaWAN**. Revista Internacional de Redes de Computadores e Aplicações, 7(2), 34-45.

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). **Internet das Coisas (IoT): uma visão, elementos arquitetônicos e direções futuras**. Sistemas computacionais de geração futura, 29(7), 1645-1660.

Huang, Y., & Li, J. (2021). **Esquema de Análise e Melhoria de Protocolo de Comunicação IoT. Série de Conferências do IOP: Ciências da Terra e do Meio Ambiente**, 393(5), 052057.

Huang, J., & Li, Y. (2021). **Uso do protocolo HTTP na IoT: Benefícios e limitações**. Revista de Estudos em Internet das Coisas, 10(2), 45-56.

Li, X., Thadeu, R., Nunes, E., Zeadally, S. (2021). **Protegendo a Internet das Coisas: desafios, ameaças e soluções**. IEEE

Mastro, E. (2020). **Desenvolvimento de aplicações IoT com Unity e IBM Watson**. Packt Editora Ltda.

PAVEZZI, Camila Cumani; ALCÂNTARA, Amanda Falcão. **Monitoramento e controle de temperatura de ar-condicionado utilizando microcontroladores arduino—um estudo de caso na Universidade Federal de Goiás (UFG)**.

SILVA, Cleso Costa et al. **Uso da tecnologia Internet das coisas para gerenciamento do consumo de energia elétrica residencial**. 2021.

SILVA, H. (2018). Unity 2018 Cookbook: Mais de 160 receitas para levar seu desenvolvimento de jogos 2D e 3D para o próximo nível, 3ª Edição. Editora Packt.

Ventura, B., Almeida, A., Ruiz, P., Chen, L., Augusto, J. C. (2020). **Monitoramento remoto de pacientes usando IoT e sistemas baseados em sensores vestíveis: uma pesquisa**. Sensores, 20(12), 3465.

ANEXO

```
const int pinoRele = 2;
const int pinoBotao =
7;
const int pinoPIR = 12;
const int pinoLED =
4;
int ldr = A5;
int valorldr = 0;
int statusLamp = 0;
int cont=0;

void setup()
{

digitalWrite(pinoRele, HIGH);
pinMode(pinoRele, OUTPUT);
pinMode(pinoBotao, INPUT_PULLUP);
pinMode(pinoPIR, INPUT);
pinMode(ldr, INPUT);
Serial.begin(9600);
```



```

}

void loop()
{
    if(Serial.available()>0)
    {
        int caracter = Serial.read();
        if (caracter=='1')
        {
            digitalWrite(pinoRele,LOW);
            Serial.println("Botao Acionado");
            Serial.println("Lampada Ligada");
        }

        if (caracter== '0')
        {
            digitalWrite(pinoRele,HIGH);
        }
    }

    if(digitalRead(pinoPIR) == HIGH)
    {
        digitalWrite(pinoLED, HIGH);
        Serial.println("Presença detectada");
    }
    else
    {
        digitalWrite(pinoLED, LOW);
    }

    valorldr=analogRead(ldr);
    Serial.print("Luz: ");
    Serial.println(valorldr);
    delay(1000);

    if((digitalRead(pinoBotao) == LOW) && (statusLamp == 0))
    {
        digitalWrite(pinoRele,
LOW);
        statusLamp = 1;
        delay(200);

        Serial.println("Botao Acionado");
        Serial.println("Lampada Ligada");

        while (analogRead(ldr)>750)
        {

            Serial.println("Lampada Ligada");

```

```

Serial.println("Contagem de Gasto");
delay(1000);

cont=0;
while (digitalRead(pinoPIR)==LOW)
{
  cont=cont+1;
  delay(1000);
  Serial.print("Tempo Sem Movimentos:");
  Serial.println(cont);

  if(cont>20)
  {
    Serial.println("Economia de energia");
    delay(2000);
    digitalWrite(pinoRele, HIGH);
    statusLamp = 0;
    break;
  }
}

if(analogRead(ldr)<750)
{
  break;
}

}

}

```