



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA  
CAMPUS CAJAZEIRAS

**José Iarly da Silva Maciel**

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA  
DE MONITORAMENTO BASEADO EM  
INTERNET DAS COISAS**

Cajazeiras - PB

2023

JOSÉ IARLY DA SILVA MACIEL

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO  
BASEADO EM INTERNET DAS COISAS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba Campus Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Tecnólogo em Automação Industrial, sob Orientação do Prof. Emanuel Raimundo Queiroz Chaves Júnior.

**Cajazeiras - PB**

**2023**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

JOSÉ IARLY DA SILVA MACIEL

IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO BASEADO EM INTERNET DAS COISAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Título de **Tecnólogo em Automação Industrial**, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - Campus Cajazeiras.

Aprovado em 24 de março de 2023.

**Membros da Banca Examinadora:**

Emanoel Raimundo Queiroz Chaves Junior (Orientador)

IFPB - Unidade Acadêmica de Industria

Abinadabe Andrade Silva (Membro)

IFPB - Unidade Acadêmica de Industria

Gemerson Valois da Mota Candido (Membro)

IFPB - Unidade Acadêmica de Industria

Documento assinado eletronicamente por:

- **Emanoel Raimundo Queiroz Chaves Junior**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/12/2023 20:34:14.
- **Gemerson Valois da Mota Candido**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/12/2023 20:39:12.
- **Abinadabe Silva Andrade**, DIRETOR(A) GERAL - CD2 - DG-CZ, em 15/12/2023 11:34:26.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 17/08/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código 462808  
Verificador: 6dd64bab37  
Código de Autenticação:



Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis, CAJAZEIRAS / PB, CEP 58.900-000  
<http://ifpb.edu.br> - (83) 3532-4100

IFPB / Campus Cajazeiras  
Coordenação de Biblioteca  
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva  
Catalogação na fonte: Cícero Luciano Félix CRB-15/750

M152i	<p>Maciel, José Iarly da Silva. Implementação de um sistema de monitoramento baseado em internet das coisas / José Iarly da Silva Maciel.– 2023.</p> <p>21f. : il.</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Automação Industrial) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2023.</p> <p>Orientador(a): Prof. Dr. Emanuel Raimundo Queiroz Chaves Junior.</p> <p>1. Automação industrial. 2. Sistema de monitoramento. 3. Internet das coisas. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título.</p>
-------	--

IFPB/CZ

CDU: 681.5(043.2)

Dedico este trabalho aos meus pais em especial, pela dedicação e apoio em todos os momentos difíceis.

# Agradecimentos

Ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB), *Campus* Cajazeiras pela oportunidade de realização de trabalhos na área de pesquisa.

Ao Professor Dr. Emanuel Raimundo Queiroz Chaves Júnior por ter me ajudado com a pesquisa e a elaboração desta monografia para mim. Isso é algo fundamental para ter uma contribuição minha no repositório da instituição.

Aos meus pais, familiares e a Deus.



# Resumo

Resumo na língua vernácula é apresentação concisa dos pontos relevantes de um texto, fornecendo uma visão rápida e clara do conteúdo e das conclusões do trabalho (NBR 14724). Deve seguir a norma NBR 6028. Nesse elemento deve-se descrever de maneira sucinta o tema do trabalho, ressaltando as finalidades, a metodologia, os resultados obtidos e as conclusões. O importante é que alguém possa compreender de que trata o trabalho pela leitura deste resumo. Trata-se de um texto com frases concisas, sem enumeração de tópicos, em um único parágrafo de 150 a 500 palavras, com verbo na voz ativa e na terceira pessoa do singular, convém evitar citações, símbolos fórmulas, equações, diagramas, etc.

**Palavras-chave:** Escreva aqui três ou quatro palavras representativas do documento que descrevam a área de seu trabalho, com separação por ponto e vírgula entre elas, grafadas com as iniciais em letras minúsculas, exceto substantivos próprios e nomes científicos.



# Abstract

Resumo na língua vernácula é apresentação concisa dos pontos relevantes de um texto, Resumo em língua estrangeira é a versão do resumo para idioma de divulgação internacional (NBR 14724). Describe the theme of the work in a brief way, explaining what motivated you to accomplish it and about what it will treat. The important is that someone can understand about what the work treats, simply by reading this abstract.

**Keywords:** Write here three or four keywords to describe the area of this work.

# Sumário

<b>Sumário</b>	10
<b>Lista de ilustrações</b>	10
<b>Lista de tabelas</b>	10
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	11
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	13
<b>3 MODELO PROPOSTO</b>	17
<b>3.1 Raspberry Pi como Controlador Central</b>	17
<b>4 CONCLUSÃO</b>	19
<b>REFERÊNCIAS</b>	21
<b>Referências</b>	21

## Lista de ilustrações

## Lista de tabelas

# 1 Introdução

A convergência da Internet das Coisas (IoT), Raspberry Pi, Arduino e Node-RED representa um marco significativo na interseção entre a computação física e o mundo digital. Este capítulo introdutório oferece uma visão abrangente dessas tecnologias inovadoras e explora a maneira como sua interação tem implicações transformadoras em diversas áreas da sociedade moderna.

## Contextualização da Internet das Coisas (IoT)

A Internet das Coisas (IoT) emerge como uma revolução tecnológica que conecta dispositivos físicos à internet, capacitando-os a coletar, transmitir e trocar dados de maneira eficiente e autônoma. Essa interconexão cria ecossistemas inteligentes, possibilitando a automação e o monitoramento em tempo real de uma variedade de processos, desde residências inteligentes até indústrias complexas.

## A Revolução dos Dispositivos de Baixo Custo: Raspberry Pi e Arduino

No âmbito da computação física, dois protagonistas desempenham papéis cruciais: o Raspberry Pi e o Arduino. O Raspberry Pi, um minicomputador de baixo custo, oferece uma plataforma versátil para desenvolvimento de projetos, enquanto o Arduino, com sua simplicidade e foco em eletrônica, se destaca como a escolha ideal para prototipagem rápida.

## Integração de Plataformas com Node-RED

A integração harmoniosa dessas tecnologias é facilitada pelo Node-RED, uma ferramenta de programação visual que permite a criação de fluxos de dados entre dispositivos de maneira intuitiva. Com uma interface gráfica amigável, o Node-RED simplifica a criação de aplicações complexas, promovendo a interoperabilidade entre dispositivos IoT, Raspberry Pi e Arduino.

## Objetivos e Justificativa da Pesquisa

Esta monografia tem como objetivo principal explorar a interação sinérgica entre IoT, Raspberry Pi, Arduino e Node-RED, destacando seu potencial transformador em setores como automação residencial, indústria 4.0, saúde e agricultura inteligente. A pesquisa visa não apenas descrever essas tecnologias, mas também demonstrar seu impacto prático por meio da implementação de casos de estudo e projetos práticos.

## Estrutura da Monografia

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma: o Capítulo 2 oferece uma revisão bibliográfica abrangente sobre IoT, Raspberry Pi, Arduino e Node-RED; o Capítulo 3 detalha a metodologia empregada na pesquisa, incluindo a seleção de casos de estudo e o desenvolvimento de projetos práticos; o Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos e as análises pertinentes; e, finalmente, o Capítulo 5 conclui a monografia, destacando descobertas significativas, desafios enfrentados e sugestões para pesquisas futuras.

Ao explorar a interseção destas tecnologias inovadoras, esta monografia busca contribuir para a compreensão e aplicação prática dessas ferramentas em um contexto cada vez mais digitalizado e interconectado.

## 2 Referencial Teórico

No presente capítulo são apresentadas os métodos, ferramentas e dispositivos utilizados para a implementação do método proposto

### Protocolo MQTT

O protocolo MQTT, abreviação para Message Queuing Telemetry Transport, é um protocolo de comunicação leve e eficiente projetado para facilitar a troca de mensagens entre dispositivos em redes de Internet das Coisas (IoT). Ele foi desenvolvido por Andy Stanford-Clark e Arlen Nipper e é amplamente utilizado em aplicações onde a economia de largura de banda e a eficiência são cruciais. O MQTT é detalhadamente explorado no livro "MQTT Essentials - A Lightweight IoT Protocol", escrito por Gastón C. Hillar e Víctor Román.

Uma das características marcantes do MQTT é seu modelo de publicação e assinatura, que permite que os dispositivos publiquem mensagens em tópicos específicos e que outros dispositivos assinem esses tópicos para receber as mensagens relevantes. Esse modelo de comunicação é abordado em profundidade no livro "Building the Web of Things: With Examples in Node.js and Raspberry Pi" de Dominique D. Guinard e Vlad M. Trifa.

Outra vantagem do MQTT é sua capacidade de suportar QoS (Quality of Service), o que significa que os níveis de garantia de entrega das mensagens podem ser configurados de acordo com os requisitos da aplicação. A discussão sobre os níveis de QoS e como implementá-los pode ser encontrada no livro "IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things" de David Hanes, Gonzalo Salgueiro e Patrick Grossetete.

Em resumo, o protocolo MQTT é uma ferramenta crucial para a comunicação eficiente em sistemas IoT, permitindo que dispositivos distribuídos troquem informações de forma confiável e escalável. Seu funcionamento e implementação são discutidos em diversos livros especializados, tornando-o um componente fundamental no campo em constante expansão da Internet das Coisas.

### Node-RED

Node-RED é uma plataforma de código aberto que oferece uma maneira visual e intuitiva de conectar dispositivos e serviços IoT (Internet das Coisas), automatizar tarefas e criar fluxos de trabalho de forma eficiente. Inspirado pelo livro "IoT: Building Arduino-Based Projects" de Adeel Javed, Node-RED simplifica o desenvolvimento de aplicações IoT, permitindo que os usuários criem fluxos de dados e processamento sem a necessidade de

codificação complexa. Com uma interface gráfica baseada em nós, os usuários podem arrastar e soltar elementos para criar conexões entre dispositivos, sensores, APIs e serviços em nuvem, facilitando a integração de sistemas heterogêneos.

A flexibilidade do Node-RED é semelhante à abordagem apresentada no livro "Node.js Design Patterns" de Mario Casciaro, onde os padrões de design são explorados para simplificar o desenvolvimento em Node.js. Node-RED permite que os desenvolvedores criem seus próprios nós personalizados, expandindo ainda mais suas capacidades. Essa adaptabilidade é especialmente valiosa em aplicações industriais, como automação de fábricas, onde a eficiência é fundamental.

O ecossistema Node-RED também se beneficia da vasta biblioteca de nós predefinidos e extensões disponíveis, que podem ser comparados à biblioteca de componentes em "React Up and Running" de Stoyan Stefanov, tornando o desenvolvimento mais rápido e eficaz. A comunidade ativa de desenvolvedores em torno do Node-RED compartilha conhecimento e criação de novos nós, tornando a plataforma sempre atualizada e relevante.

Em resumo, Node-RED é uma poderosa ferramenta para desenvolvimento IoT e automação, inspirada por conceitos de design de software e colaboração da comunidade de desenvolvedores. Se você busca simplificar a integração de dispositivos e serviços IoT em seu projeto ou empresa, o Node-RED pode ser a escolha ideal, permitindo que você coloque em prática as melhores práticas de desenvolvimento de IoT e acelere sua jornada tecnológica.

## Vue.js

Vue.js é um framework JavaScript progressivo de código aberto utilizado para desenvolver interfaces de usuário (UI) interativas e dinâmicas. Ele foi criado por Evan You e ganhou popularidade rapidamente devido à sua simplicidade e flexibilidade. Um dos livros fundamentais para compreender Vue.js é "Vue.js 2 Design Patterns and Best Practices", escrito por Paul Halliday. Este livro explora padrões de design e práticas recomendadas para criar aplicativos Vue.js robustos e escaláveis.

Outra referência valiosa é o livro "Mastering Vue.js" de Oleksandr Kocherhin. Ele aprofunda os conceitos avançados do Vue.js, incluindo gerenciamento de estado com Vuex e roteamento com Vue Router. Além disso, aborda tópicos como testes e implantação de aplicativos Vue.js em produção. O livro "Vue.js Up and Running" de Callum Macrae é uma excelente introdução ao Vue.js para iniciantes, cobrindo desde os fundamentos até tópicos avançados, como componentes reativos e transições.

Para aqueles que desejam entender a integração do Vue.js com outras tecnologias, "Full-Stack Vue.js 2 and Laravel 5" de Anthony Gore é uma leitura recomendada. Ele demonstra como construir aplicativos completos usando o Vue.js no front-end e o Laravel no back-end. Em resumo, Vue.js é uma ferramenta poderosa para o desenvolvimento web, e esses livros

forneem uma base s3lida para dominar esse framework e criar aplica33es web modernas e eficientes.

## Raspberry Pi

O Raspberry Pi 3 3 um computador de placa 3nica (SBC) altamente vers3til e acess3vel que ganhou destaque na comunidade de eletr3nica e computa33o DIY desde o seu lan3amento. Introduzido por Eben Upton e seus colegas no livro "Raspberry Pi User Guide" de Eben Upton e Gareth Halfacree, este SBC 3 alimentado por um processador ARM, semelhante aos encontrados em dispositivos m3veis. A s3rie Raspberry Pi oferece v3rias vers3es, como o Raspberry Pi 4, que apresenta at3 8 GB de RAM, permitindo maior capacidade de processamento.

O Raspberry Pi 3 conhecido por sua portabilidade, tamanho compacto e baixo consumo de energia, tornando-o ideal para uma ampla variedade de projetos, desde sistemas de automa33o residencial at3 servidores de baixo custo. O livro "Raspberry Pi Cookbook" de Simon Monk 3 uma excelente refer3ncia para explorar suas capacidades, incluindo GPIO (General Purpose Input/Output), que permite a conex3o a sensores e atuadores para criar projetos interativos.

Outro livro valioso, "Exploring Raspberry Pi" de Derek Molloy, abrange aspectos mais avan3ados, incluindo o uso do Raspberry Pi como um sistema embarcado, e explora em detalhes as interfaces de hardware dispon3veis. Al3m disso, o Raspberry Pi 3 suportado por uma vasta comunidade de desenvolvedores, e seu sistema operacional, o Raspbian (ou Raspberry Pi OS), 3 bem documentado no livro "Raspberry Pi For Dummies" de Sean McManus e Mike Cook, facilitando a aprendizagem para iniciantes.

Em resumo, o Raspberry Pi 3 uma plataforma SBC de baixo custo com uma ampla gama de aplica33es, apoiada por uma comunidade ativa e recursos de aprendizado acess3veis por meio de livros como "Raspberry Pi User Guide", "Raspberry Pi Cookbook", "Exploring Raspberry Pi" e "Raspberry Pi For Dummies". Sua flexibilidade e capacidade de adapta33o a projetos de eletr3nica e computa33o o tornam uma escolha popular para entusiastas, educadores e profissionais em todo o mundo.

## ESP-32 NodeMCU

O ESP32 NodeMCU 3 uma placa de desenvolvimento que se destaca por sua versatilidade e capacidade de conectar dispositivos 3 Internet de forma r3pida e eficiente. Baseado no chip ESP32 da Espressif Systems, este m3dulo 3 amplamente utilizado em projetos de IoT (Internet das Coisas) e oferece uma ampla gama de recursos t3cnicos.

O ESP32 NodeMCU 3 equipado com um processador dual-core Xtensa LX6, que oferece excelente desempenho para aplica33es IoT. Este microcontrolador tamb3m possui conectividade Wi-Fi e Bluetooth integrada, permitindo a comunica33o sem fio com outros

dispositivos e serviços na nuvem. Para desenvolvedores, recursos como GPIOs, ADCs e periféricos de comunicação, como UART, SPI e I2C, estão disponíveis para criar aplicações personalizadas.

Um dos livros essenciais para entender o ESP32 NodeMCU é "Getting Started with ESP32" de Simon Monk. Este livro fornece uma introdução abrangente ao ESP32 e orienta os leitores na configuração do ambiente de desenvolvimento e na criação de projetos práticos. Além disso, "ESP32 for Busy People" de Sergio Carvalho é uma leitura valiosa, oferecendo insights avançados sobre o uso do ESP32 em projetos complexos.

O ESP32 NodeMCU também é amplamente documentado em fontes online, como a documentação oficial da Espressif e fóruns de desenvolvedores. Com sua ampla gama de recursos e acessibilidade, esta placa de desenvolvimento é uma escolha popular para aqueles que desejam explorar e criar aplicações IoT de alto desempenho.

# 3 Modelo Proposto

A Internet das Coisas (IoT) tem desempenhado um papel significativo na transformação digital, conectando dispositivos e permitindo a troca de dados de forma eficiente. Neste capítulo, apresentaremos um modelo de rede IoT que utiliza um Raspberry Pi como controlador central, executando uma instância do Node-RED, e integra dispositivos Arduino e ESP32 para coleta e transmissão de dados.

## 3.1 Raspberry Pi como Controlador Central

O Raspberry Pi é uma plataforma de computação de baixo custo e tamanho reduzido, amplamente utilizada para projetos de IoT devido à sua versatilidade e poder de processamento. Neste modelo, o Raspberry Pi atua como o núcleo da rede, centralizando as operações e facilitando a integração de diferentes dispositivos.

### Node-RED como Ambiente de Desenvolvimento

O Node-RED é uma ferramenta de desenvolvimento visual para programação de fluxo baseada em JavaScript. Ele permite a criação intuitiva de fluxos de dados entre diferentes dispositivos IoT. Ao ser executado no Raspberry Pi, o Node-RED proporciona uma interface amigável para conectar e gerenciar os dispositivos Arduino e ESP32.

### Dispositivos Arduino e ESP32

Os dispositivos Arduino e ESP32 desempenham papéis cruciais na coleta e transmissão de dados na rede IoT. Os Arduinos, com sua simplicidade e versatilidade, são ideais para aplicações de sensores e atuadores. Por outro lado, os módulos ESP32, conhecidos por sua conectividade Wi-Fi e Bluetooth, são utilizados para comunicação sem fio eficiente.

### Comunicação entre Dispositivos

A comunicação entre os dispositivos é realizada por meio de protocolos padrão, como MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) e HTTP. O Node-RED no Raspberry Pi atua como um intermediário, recebendo dados dos dispositivos Arduino e ESP32 e roteando-os para os destinos apropriados.

## Integração de Sensores e Atuadores

Os dispositivos Arduino são equipados com sensores e atuadores para coletar dados do ambiente e realizar ações correspondentes. Esses dispositivos são programados para enviar dados para o Node-RED, onde podem ser processados e, se necessário, acionar ações específicas por meio dos atuadores.

## Visualização e Análise de Dados

O Node-RED facilita a visualização e análise de dados, permitindo a criação de dashboards interativos. Os dados coletados pelos dispositivos Arduino e ESP32 são processados no Raspberry Pi, possibilitando a geração de gráficos, relatórios e alertas em tempo real.

## Considerações Finais

O modelo de rede IoT proposto, baseado em Raspberry Pi, Node-RED, Arduino e ESP32, oferece uma solução robusta e flexível para aplicações IoT. A combinação de hardware e software proporciona uma integração eficiente, permitindo a coleta, processamento e visualização de dados de forma centralizada. Este modelo pode ser adaptado para uma variedade de aplicações, tornando-se uma ferramenta valiosa para a implementação de soluções IoT em diversos contextos.

## 4 Conclusão

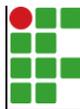
Através deste trabalho, foi possível notar a interoperabilidade do protocolo MQTT, pois foi estabelecida uma comunicação entre diferentes dispositivos; Também foi possível estudar a aplicação da ferramenta Node-Red em um sistema IoT.

Como sugestões para trabalhos futuros temos desenvolvimento de uma *dashboard* para uma determinada aplicação industrial; gestão de alarmes; integração com banco de dados; ajuste de ponto de operação.



# Referências

- [Díaz et al., 2020] Díaz, M., Velásquez, J., and Linares, S. (2020). Implementation of an iot node-red platform for remote monitoring and control of a smart grid in an academic environment. In *2020 IEEE Colombian Conference on Communications and Computing (COLCOM)*, pages 1–6. IEEE.
- [Haller et al., 2018] Haller, S., Karnouskos, S., and Schroth, C. (2018). The internet of things in an enterprise context. In *Architecting the Internet of Things*, pages 17–40. Springer.
- [Nardiello and Buonocunto, 2019] Nardiello, R. and Buonocunto, P. (2019). Raspberry pi and node-red for predictive maintenance: An industrial iot approach. In *2019 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 & IoT*, pages 154–159. IEEE.
- [Ondrejka and Smith, 2018] Ondrejka, C. and Smith, M. (2018). *Node-RED: Flow-based Development for the Internet of Things*. IBM Redbooks.
- [Qian et al., 2018] Qian, Y., Wei, G., and Zhu, J. (2018). A secure internet of things scheme based on raspberry pi and node-red. In *2018 11th International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID)*, volume 1, pages 115–119. IEEE.

	<b>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA</b>
	Campus Cajazeiras - Código INEP: 25008978
	Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis, CEP 58.900-000, Cajazeiras (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0005-07 - Telefone: (83) 3532-4100

## Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

### Versão Final TCC José Iarly Maciel

<b>Assunto:</b>	Versão Final TCC José Iarly Maciel
<b>Assinado por:</b>	Leandro Honorato
<b>Tipo do Documento:</b>	Anexo
<b>Situação:</b>	Finalizado
<b>Nível de Acesso:</b>	Ostensivo (Público)
<b>Tipo do Conferência:</b>	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Leandro Honorato de Souza Silva, COORDENADOR(A) DE CURSOS - FUC1 - UNIND-CZ**, em 26/03/2024 14:11:15.

Este documento foi armazenado no SUAP em 26/03/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1126729

Código de Autenticação: 0dd0fc41ef

