



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS

Bacharelado em Ciência da Computação

Bruno Braga Guimarães Alves  
João Victor Filardi Souza Pinto

## **Desafios na Engenharia de Software IoT**

Belo Horizonte

2024

Bruno Braga Guimarães Alves  
João Victor Filardi Souza Pinto

## **Desafios na Engenharia de Software IoT**

Projeto de Pesquisa apresentado na disciplina Trabalho Interdisciplinar III - Pesquisa Aplicada do curso de Ciência da Computação da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

Belo Horizonte

2024

## RESUMO

A Engenharia da Internet das Coisas (IoT) emerge em um cenário de crescente conectividade e interação entre dispositivos e sistemas, sendo essencial adotar uma abordagem sistêmica para projetar, desenvolver e administrar esses sistemas interligados. O aumento de dispositivos inteligentes exige uma análise detalhada sobre como assegurar a eficiência, segurança e integridade desses sistemas. Este estudo investiga a Engenharia de Sistemas de Software para IoT, explorando metodologias, desafios e soluções emergentes, motivado pela relevância do tema e pela necessidade de uma abordagem multidisciplinar.

O problema central abordado é a identificação das preocupações relativas ao desenvolvimento de sistemas de software para IoT e a avaliação da adequação das tecnologias existentes para esse fim. Além de enfrentar desafios técnicos, a IoT também levanta questões éticas e legais relacionadas à privacidade e proteção de dados.

O objetivo geral do projeto é investigar e propor soluções para garantir a eficiência, segurança e confiabilidade dos sistemas IoT. Os objetivos específicos incluem identificar os principais desafios na operação desses sistemas, propor e avaliar soluções para superar esses desafios, e considerar as necessidades específicas de diferentes domínios de aplicação da IoT, como saúde, transporte e indústria.

A importância de resolver esses problemas é múltipla: garantir a eficiência e confiabilidade dos sistemas IoT, proteger a segurança e privacidade dos dados, promover a inovação tecnológica, facilitar a adoção e escalabilidade da IoT, e maximizar os impactos sociais e econômicos positivos.

A fundamentação teórica aborda os princípios da Engenharia de Sistemas de Software para IoT, destacando a complexidade dos sistemas IoT e os desafios de interoperabilidade, segurança e escalabilidade. A discussão sobre trabalhos relacionados revela diversas abordagens arquiteturais, técnicas de segurança e gerenciamento de dados que são relevantes para o desenvolvimento de sistemas IoT.

A metodologia adotada é qualitativa, exploratória e descritiva, incluindo revisão da literatura, estudos de caso e análise de casos práticos, e proposição e avaliação de soluções. O projeto é dividido em três etapas: levantamento bibliográfico, estudo de caso e análise de casos práticos, e proposição de soluções e avaliação.

Os resultados esperados incluem a redução significativa de vulnerabilidades, aumento da confiança dos usuários, e a criação de um ciclo de melhoria contínua que assegure a adaptação às novas ameaças, promovendo a segurança e adoção mais ampla das tecnologias IoT.

Palavras-chave: .

Internet das Coisas, Engenharia de Sistemas de Software, Segurança de Sistemas IoT, Interoperabilidade, Privacidade de Dados, Computação em Nuvem, Edge Computing.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>25</b>
1.1	Objetivos .....	25
1.1.1	<i>Objetivos específicos</i> .....	26
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>27</b>
2.1	Fundamentação teórica .....	27
2.2	Trabalhos relacionados .....	28
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>29</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Engenharia da Internet das Coisas (IoT) surge em um cenário complexo e em constante mudança, onde a conectividade e a interação entre dispositivos e sistemas têm um papel essencial.

Com o aumento de dispositivos inteligentes em nosso dia a dia, que vão desde aparelhos domésticos até infraestruturas urbanas, torna-se necessário adotar uma abordagem sistêmica para projetar, desenvolver e administrar esses sistemas interligados. Nesse contexto, surge a questão de como assegurar a eficiência, segurança e integridade dos sistemas IoT em meio a um ambiente tão diversificado e suscetível (MOTTA; OLIVEIRA; TRAVASSOS, 2019).

A justificativa para a investigação nesta área é clara: a IoT promete revolucionar a forma como interagimos com o mundo ao nosso redor, mas também apresenta desafios significativos em termos de privacidade, segurança e interoperabilidade (SILVA et al., 2022). Para abordar essa questão, este texto propõe uma análise da Engenharia IoT, explorando sua metodologia, desafios e soluções emergentes.

Nossa pesquisa na Internet das Coisas (IoT) é motivada pela sua relevância e pela necessidade de uma abordagem multidisciplinar no desenvolvimento de soluções de software para esse paradigma. Há uma demanda por habilidades técnicas diversas e uma falta de metodologias específicas de engenharia de software para a IoT. Alguns desafios incluem a interação entre humanos e objetos, essencial para o estabelecimento do paradigma (PETER et al., 2023).

### 1.1 Objetivos

Este projeto tem como objetivo geral investigar e propor soluções para os desafios encontrados na engenharia de sistemas de software IoT, visando garantir a eficiência, segurança e confiabilidade desses sistemas em um ambiente cada vez mais conectado e complexo.

### ***1.1.1 Objetivos específicos***

Os objetivos específicos deste projeto são:

1. Identificar os principais desafios enfrentados no desenvolvimento e operação de sistemas de software para IoT, incluindo questões de segurança e interoperabilidade (MOTTA; OLIVEIRA; TRAVASSOS, 2019).
2. Propor e avaliar soluções para superar os desafios identificados, considerando as necessidades específicas de diferentes domínios de aplicação da IoT, como saúde, transporte e indústria (SILVA et al., 2022).

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Engenharia de Sistemas de Software para a Internet das Coisas (IoT) está no epicentro da revolução tecnológica contemporânea, caracterizada pela interconexão de dispositivos físicos dotados de sensores, atuadores e capacidades de comunicação. Esses dispositivos coletam, processam e compartilham dados para realizar tarefas específicas, resultando em um cenário de grande complexidade e diversificação tecnológica.

### 2.1 Fundamentação teórica

A Engenharia de Sistemas de Software para Internet das Coisas (IoT) está no centro da revolução tecnológica contemporânea, impulsionada pela proliferação de dispositivos inteligentes interconectados em diversos domínios, como saúde, transporte, indústria e residências inteligentes (FAHMIDEH; AL., 2021). Para compreender os desafios enfrentados nesse contexto, é essencial estabelecer uma fundamentação teórica sólida. A IoT é caracterizada pela interconexão de dispositivos físicos, equipados com sensores, atuadores e capacidades de comunicação, que coletam, processam e compartilham dados para realizar tarefas específicas. A complexidade desses sistemas reside na diversidade de dispositivos, protocolos de comunicação e ambientes operacionais, que apresentam desafios únicos em termos de interoperabilidade, segurança e escalabilidade (MOTTA; OLIVEIRA; TRAVASSOS, 2023). Na concepção de sistemas de software para IoT, é fundamental adotar abordagens de engenharia que permitam a integração de componentes heterogêneos, garantindo a interoperabilidade entre dispositivos e plataformas. Além disso, a segurança é uma preocupação central, uma vez que a exposição de dispositivos IoT a ameaças cibernéticas pode comprometer a privacidade e a integridade dos dados. A escalabilidade é outro aspecto crítico, considerando o crescimento exponencial do número de dispositivos IoT e a necessidade de gerenciar grandes volumes de dados de forma eficiente. Nesse contexto, técnicas como computação em nuvem, edge computing e redes de sensores sem fio desempenham um papel fundamental na distribuição e processamento de dados em tempo real. Em resumo, a fundamentação teórica deste projeto aborda os princípios fundamentais da Engenharia de Sistemas de Software para IoT, destacando os desafios inerentes à concepção e operação de sistemas IoT e delineando as principais áreas de pesquisa e

desenvolvimento nesta área.

## 2.2 Trabalhos relacionados

Uma revisão da literatura revela uma ampla gama de trabalhos relacionados à Engenharia de Sistemas de Software para IoT, abordando diversos aspectos, desde arquiteturas de sistemas até técnicas de segurança e gerenciamento de dados. Dentre os trabalhos mais relevantes, destacam-se: Arquiteturas para IoT: Diversos estudos propõem arquiteturas de referência e modelos de design para sistemas IoT, visando facilitar o desenvolvimento e a integração de dispositivos e serviços. Exemplos incluem arquiteturas baseadas em padrões como MQTT e CoAP, bem como abordagens orientadas a microsserviços e computação em nuvem. Segurança em IoT: A segurança é uma preocupação central na IoT, dada a natureza distribuída e heterogênea desses sistemas. Pesquisas recentes abordam temas como autenticação de dispositivos, criptografia de dados, detecção de intrusões e privacidade do usuário, explorando técnicas como blockchain e machine learning para mitigar ameaças cibernéticas. Gerenciamento de Dados: O volume e a variedade de dados gerados por dispositivos IoT requerem soluções eficientes de gerenciamento e análise de dados. Estudos nesta área exploram técnicas de processamento de eventos, streaming de dados e análise em tempo real, bem como estratégias de armazenamento distribuído e recuperação de informações. Em suma, a discussão sobre trabalhos relacionados destaca a diversidade e a relevância das pesquisas realizadas na área de Engenharia de Sistemas de Software para IoT, fornecendo insights valiosos para a condução deste projeto e identificando lacunas e oportunidades para futuras investigações.



### 3 METODOLOGIA

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva para investigar os desafios na Engenharia de Sistemas de Software para Internet das Coisas (IoT). A escolha por uma abordagem qualitativa permite uma compreensão aprofundada dos problemas enfrentados na concepção, desenvolvimento e operação de sistemas IoT, enquanto a natureza exploratória do estudo permite a exploração de novas ideias, conceitos e soluções emergentes. Além disso, a abordagem descritiva visa descrever e analisar os fenômenos observados no contexto da Engenharia de Sistemas de Software para IoT, fornecendo insights significativos para a comunidade acadêmica e profissional.

**Pesquisa e Análise:** Conduzir uma revisão extensa da literatura para identificar as principais vulnerabilidades e desafios de segurança em sistemas IoT. Realizar estudos de caso e análises comparativas de diferentes abordagens de segurança.

**Desenvolvimento de Protótipos:** Criar protótipos de soluções de segurança e testá-los em ambientes controlados. Iterar sobre os protótipos com base no feedback e nos resultados dos testes.

**Implementação Piloto:** Implementar as soluções em projetos piloto para avaliar seu desempenho em cenários reais. Coletar dados de desempenho e feedback dos usuários para refinar as soluções.

**Avaliação e Melhoria Contínua:** Monitorar continuamente a eficácia das soluções implementadas. Realizar auditorias de segurança periódicas e atualizar as soluções conforme necessário.

**O projeto será conduzido em três etapas principais:** Levantamento Bibliográfico: Nesta etapa, será realizado um extenso levantamento bibliográfico para identificar e revisar as principais contribuições acadêmicas e profissionais relacionadas à Engenharia de Sistemas de Software para IoT. Serão revisados artigos científicos, livros, relatórios técnicos e outros recursos relevantes para estabelecer uma base teórica sólida e compreender o estado da arte nesta área.

Estudo de Caso e Análise de Casos Práticos: A segunda etapa envolverá a realização de estudos de caso em ambientes reais de implementação de sistemas IoT. Serão

selecionados casos práticos representativos de diferentes domínios de aplicação da IoT, como saúde, transporte e indústria, para investigar os desafios enfrentados na prática. Serão coletados dados por meio de entrevistas, observações e análise de documentos, com o objetivo de identificar padrões, tendências e lições aprendidas relevantes para a Engenharia de Sistemas de Software para IoT.

**Proposição de Soluções e Avaliação:** Na última etapa, com base nos resultados do levantamento bibliográfico e dos estudos de caso, serão propostas soluções para os desafios identificados na Engenharia de Sistemas de Software para IoT. As soluções propostas serão avaliadas quanto à sua viabilidade, eficácia e aplicabilidade em diferentes contextos, por meio de simulações, prototipagem e validação experimental. A avaliação das soluções propostas permitirá validar sua eficácia na abordagem dos desafios enfrentados na Engenharia de Sistemas de Software para IoT e fornecer insights para pesquisas futuras nesta área.

**Resultados Esperados** Redução Significativa de Vulnerabilidades: Uma diminuição substancial no número e na gravidade das vulnerabilidades de segurança em sistemas IoT. Aumento da Confiança dos Usuários: Maior confiança dos usuários na segurança e proteção dos seus dispositivos IoT. Melhoria Contínua: Um ciclo de melhoria contínua que garante a adaptação às novas ameaças e a manutenção de um ambiente IoT seguro e acolhedor. Com essa abordagem detalhada, é possível não apenas resolver os problemas de segurança em sistemas IoT, mas também criar um ambiente onde os usuários se sintam seguros e protegidos, promovendo a adoção mais ampla e confiante dessas tecnologias.

## REFERÊNCIAS

FAHMIDEH, M.; AL. et. Software engineering for internet of things: The practitioner's perspective. ARXIV PREPRINT, 2021. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2102.10708>>.

MOTTA, R. C.; OLIVEIRA, K. M. de; TRAVASSOS, G. H. On challenges in engineering iot software systems. JOURNAL OF SOFTWARE ENGINEERING RESEARCH AND DEVELOPMENT, v. 7, p. 5:1–5:20, 2019. Disponível em: <<https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/jserd/article/view/15>>.

MOTTA, R. C.; OLIVEIRA, K. M. de; TRAVASSOS, G. H. An evidence-based roadmap for iot software systems engineering. ARXIV PREPRINT, 2023. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2303.07862>>.

PETER, C. S. et al. An approach to remote update embedded systems in the internet of things. JOURNAL OF INTERNET SERVICES AND APPLICATIONS, v. 14, n. 1, p. 151–159, 2023. Disponível em: <<https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/jisa/article/view/3078>>.

SILVA, J. V. da et al. Building a space for the human in iot: Contributions of a design process. JOURNAL OF THE BRAZILIAN COMPUTER SOCIETY, v. 28, n. 1, p. 80–95, 2022. Disponível em: <<https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/jbcs/article/view/2958>>.