

Análise sobre Engenharia de Requisitos e Qualidade de Software para Sistemas IoT: Uma Revisão da Literatura

Luis Fernando dos Santos Pires¹,

¹Centro Universitário Campo Limpo Paulista (UNIFACCAMP)
Campo Limpo Paulista – SP – Brazil

luis.spire@outlook.com

Abstract. *The Internet of Things (IoT) is a technology that transforms human interaction with the digital environment by connecting everyday devices to the global network. However, the diversity and complexity of IoT devices also present significant challenges. In this context, this study conducted a literature review, focusing on the analysis of requirements engineering and software quality in IoT systems, aiming to discover dimensions for improving these devices. The findings of this review reveal concern in metrics, requirements elicitation in IoT, and the measurement of the quality of these systems.*

Resumo. *A Internet das Coisas (IoT) é uma tecnologia que transforma a interação humana com o ambiente digital ao conectar dispositivos cotidianos à rede global. No entanto, a diversidade e complexidade dos dispositivos IoT também apresentam desafios significativos. Nesse contexto, este estudo realizou uma revisão da literatura, focando na análise da engenharia de requisitos e qualidade de software em sistemas IoT visando descobrir dimensões para melhoria destes dispositivos. Os achados dessa revisão revelam a preocupação nas métricas, elicitação de requisitos em IoT e na mensuração da qualidade destes sistemas.*

1. Introdução

A Internet das Coisas (IoT) está transformando o cotidiano ao conectar o mundo físico ao virtual. Segundo Aaqib, M. et al. (2023), a IoT é uma das tecnologias de crescimento mais rápido, com mais de um bilhão de dispositivos previstos até 2030. B. Costa et al. (2016) afirmam que a IoT visa melhorar a qualidade de vida e otimizar processos industriais. L. Médini et al. (2017) destacam que a IoT impacta todos os aspectos da vida, mas traz desafios que precisam ser superados para seu uso responsável e eficiente. P. P. Ray et al. (2018) enfatizam a importância de garantir a qualidade das soluções IoT. A. Noorzadeh et al. (2024) apontam a complexidade da engenharia de requisitos (ER) para sistemas IoT devido às suas características inerentes. A. P. Plageras et al. (2018) ressaltam que, sem qualidade, os dados da IoT perdem valor. S. Kaleem et al. (2019) destacam a necessidade de focar no ciclo de vida de desenvolvimento de software (SDLC) para garantir a qualidade necessária. Este estudo tem como principal objetivo responder à seguinte questão de pesquisa: “Como a engenharia de requisitos e a qualidade de software podem promover melhorias em sistemas IoT?”. Além de analisar e classificar os estudos de acordo com as abordagens técnicas empregadas, este artigo também discute os fundamentos em IoT e seu impacto na sociedade. O objetivo principal é identificar técnicas, teorias, aspectos positivos e limitações relacionados à qualidade da IoT. Os pontos fortes e contribuições dos estudos são identificados, bem como suas limitações metodológicas e de generalização. Além disso, o objetivo é destacar os desafios atuais e futuros para a pesquisa na área da qualidade da IoT. O restante deste artigo está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 descreve a metodologia empregada

para realizar a revisão e análise dos artigos; a Seção 3 detalha os resultados obtidos categorizados pelas técnicas utilizadas; a Seção 4 apresenta uma discussão sobre os resultados obtidos e as conclusões deste estudo.

2. Metodologia da Revisão

A revisão da literatura apresentada neste artigo teve como base metodológica o guia apresentado por Kitchenham (2004). Este estudo tem como principal objetivo responder à seguinte questão de pesquisa: “Como a engenharia de requisitos e a qualidade de software podem promover melhorias em sistemas IoT?” Uma pesquisa exploratória preliminar baseada na questão de pesquisa foi realizada com o objetivo de levantar insumos necessários à pesquisa, resultando na definição dos parâmetros da pesquisa, no período de abrangência da busca, nas bases científicas e palavras-chave a serem utilizadas, e na área de busca nos artigos. O período de busca (2014 a 2024) se deve ao fato de ser um tema relativamente recente, bem como se espera relatar os avanços nos últimos anos. A seguinte string de busca foi utilizada (adaptada à sintaxe de cada base): “(IoT OR “Internet of Things”) AND (“Requirement Engineering”) AND (Quality OR “Software Quality”)”. A execução da busca nas bases científicas considerou todos os artigos retornados, com exceção da base Google Scholar, em função da abrangência desta base (indexadora de outras bases). Foram considerados os 100 primeiros artigos por ordem de relevância. Assim, a busca inicial obteve um total de 4088 artigos, sendo 140 artigos de Springer Link, 454 de IEEE Xplore, 75 de Science Direct e 3419 de ACM Digital Library. Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos em um processo iterativo de leitura de artigos (na busca exploratória). Os critérios estão detalhados na Tabela 5 (Apêndice I). 35 artigos foram excluídos por duplicidade nos resultados das bases científicas. Os artigos remanescentes foram submetidos aos critérios de inclusão e exclusão. A primeira avaliação considerou o título, resumo e palavras-chave. Os 27 artigos categorizados como trabalhos com de aderência ao tema da pesquisa foram avaliados em sua totalidade perante os critérios. Durante essa avaliação, 22 estudos foram identificados aderentes aos critérios de discussão e 5 trabalhos são revisões de literatura relacionadas ao tema e foram descritos na Seção 2.

3. Resultados da Revisão

Esta seção apresenta uma análise sintética dos estudos selecionados. Na Subseção 3.1, realizamos uma análise detalhada dos estudos relacionados à engenharia de requisitos aplicada a sistemas de IoT. Investigamos as abordagens específicas para lidar com os desafios apresentados pela natureza distribuída e heterogênea dos dispositivos IoT. A Subseção 3.2 concentra-se na avaliação da qualidade do software em contextos de IoT. Investigamos métricas e critérios relevantes para medir a confiabilidade, segurança, escalabilidade e eficiência dos sistemas IoT. A Tabela 6 (Apêndice II), resume os principais resultados e conclusões dos trabalhos analisados, fornecendo uma visão geral concisa das principais descobertas em relação à engenharia de requisitos e à qualidade de software no contexto da Internet das Coisas.

3.1 Análise sobre engenharia de requisito em IoT

Os autores B. Costa et al. (2017), S. Kaleem et al. (2019), E. M. Almeida et al. (2022), T. Nakajima & T. Komiyama (2019), Wyatt Lindquist et al. (2022), M. Ge et al. (2018), Shital, B et al. (2023), C. Stergiou et al. (2018), P. V. Paul et. al. (2017), R. Perez-Castillo et al. (2018) e T. Banerjee & A. Sheth, (2017). abordam dimensões sobre os requisitos em IoT. Destes, podemos destacar: (1) Funcionalidade, Segurança e Experiência do Usuário; (2) Conflitos e Influências em Diferentes Camadas dos

Sistemas de IoT; (3) Desafios na Engenharia de Requisitos para Sistemas IoT; (4) Importância das Estruturas de Requisitos de Qualidade; (5) Impacto dos Requisitos na Qualidade dos Dispositivos IoT. Os requisitos desempenham um papel fundamental na qualidade dos dispositivos IoT. Compreender e abordar os desafios associados à engenharia de requisitos é essencial para o sucesso desses sistemas inovadores. Em síntese, os autores apresentam qualidade de software em IoT apresentando dimensões bem claras sobre o que deve ser observado. A Tabela 2 apresenta uma síntese das dimensões de Engenharia de Requisitos para IoT.

Tabela 2 – Síntese sobre dimensões da Engenharia de Requisitos para IoT

Categoria	Abordagens	Descrição
<i>Funcionalidade, Segurança e Experiência do Usuário</i>	<i>Requisitos para o Sucesso</i>	Dispositivos IoT devem atender a funções básicas, garantir segurança e proporcionar boa experiência ao usuário. (S. Kaleem et al.2019) & (R. Perez-Castillo et al., 2018)
	<i>Abordagens para Elicitação e Especificação</i>	Modelo para elicitar requisitos de stakeholders em IoT, considerando diferentes níveis de granularidade. (B. Costa et al., 2016)
<i>Conflitos e Influências em Diferentes Camadas</i>	<i>Desafios de Múltiplas Camadas</i>	Sistemas IoT possuem diversas camadas com requisitos específicos que podem entrar em conflito. (P. V. Paul et. al., 2017)
	<i>Mitigação de Conflitos</i>	Métodos para mitigar conflitos entre requisitos em diferentes camadas. (T. Nakajima & T. Komiyama, 2019)
<i>Desafios na Engenharia de Requisitos para IoT</i>	<i>Características Únicas da IoT</i>	Elicitação, análise e especificação de requisitos em IoT apresentam desafios específicos devido à heterogeneidade dos dispositivos, distribuição geográfica e natureza dinâmica dos sistemas. (T. Banerjee & A. Sheth., 2017)
	<i>Abordagens para Superar os Desafios</i>	Framework para elicitar requisitos em sistemas IoT, considerando as características únicas dessa tecnologia. (E. M. Almeida et al., 2022)
<i>Importância das Estruturas de Requisitos de Qualidade</i>	<i>Padronização da Qualidade</i>	Normas como a ISO/IEC 25030 oferecem uma estrutura abrangente para avaliar a qualidade do software, incluindo critérios específicos para IoT. (T. Nakajima & T. Komiyama, 2019)
	<i>Aplicação da ISO/IEC 25030</i>	Utilização da ISO/IEC 25030 para identificar requisitos críticos que impactam diretamente a qualidade dos dispositivos IoT. (T. Nakajima & T. Komiyama, 2019)
<i>Impacto dos Requisitos na Qualidade dos Dispositivos IoT</i>	<i>Requisitos para Dispositivos Confiáveis</i>	Requisitos bem definidos garantem a segurança, privacidade, confiabilidade e precisão dos dispositivos IoT. (Shital, B et. al., 2023 & (Wyatt Lindquist et al., 2022)
	<i>Exemplos de Falhas por Falta de Requisito</i>	Falhas em garantir a segurança, privacidade, confiabilidade e precisão podem levar a ataques cibernéticos, roubo de dados, mau funcionamento e outras consequências. (C. Stergiou et. al., 2018) & (M. Ge et. al., 2018)

3.2 Análise sobre Qualidade de Software em IoT

Tyagi, H et al. (2018), F. Alaba et al. (2018), S. Kaleem et al. (2019), L. Atzori et al. (2010), C. Stergiou et. al. (2018), J. L. Shah et. al. (2021), J. B. Minani et. al. (2024), Ameyed, D. et.al. (2023) e Aimad Karkouch et al. (2016), abordam dimensões para definir qualidade em serviços em IoT. Destas, podemos destacar a (1) confiabilidade, (2) segurança, (3) disponibilidade, (4) desempenho, (5) usabilidade, (6) precisão e (7) utilidade. Os dispositivos devem considerar o contexto do usuário, suas preferências e objetivos para coletar informações pertinentes. Dessa forma, os dados se tornam mais significativos e impactam positivamente a experiência do usuário. Em síntese, os

autores apresentam qualidade de software em IoT, com dimensões bem claras sobre o que deve ser observado. A Tabela 3 apresenta uma síntese das dimensões de Engenharia de Requisitos para IoT.

Tabela 3 – Síntese sobre dimensões da qualidade para IoT

Atributo	Descrição
<i>Confiabilidade</i>	Capacidade do sistema de operar sem falhas frequentes, garantindo a coleta, processamento e transmissão confiável de dados. (Tyagi H et al., 2018) & (L. Atzori et. al., 2010)
<i>Segurança</i>	Proteção dos dispositivos IoT contra ameaças cibernéticas, garantindo a confidencialidade, integridade e disponibilidade dos dados. (F. Alaba et al., 2018) & (C. Stergiou et. al., 2018)
<i>Disponibilidade</i>	Capacidade do sistema de estar sempre disponível e operacional, permitindo a coleta de dados e o controle de processos em tempo real. (S. Kaleem et al., 2019) & (J. L. Shah et. al., 2021)
<i>Desempenho</i>	Capacidade do sistema de responder rapidamente aos comandos e eventos, garantindo a eficiência na coleta e processamento de dados. (Tyagi, H et al., 201); (J. B. Minani et. al., 2024;) & (Ameyed, D. et.al., 2023)
<i>Usabilidade</i>	Facilidade de uso e compreensão das interfaces dos dispositivos IoT, permitindo que os usuários interajam com o sistema de forma intuitiva. (F. Alaba et al., 2018) & (Aimad Karkouch et al., 2016)
<i>Precisão</i>	Exatidão dos dados coletados pelos dispositivos IoT, garantindo que as informações sejam confiáveis e representativas da realidade. (S. Kaleem et al., 2019)
<i>Utilidade</i>	Capacidade dos dados de fornecer insights acionáveis e informações práticas, permitindo que os usuários tomem decisões mais informadas. (Tyagi et al., 2018)

3.3 Trabalhos Relacionados

Ao todo, 5 revisões foram identificadas no decorrer da análise dos estudos coletados. A Tabela 1 apresenta uma síntese dos trabalhos relacionados; os trabalhos foram enquadrados de acordo com seus objetivos e aplicações.

Tabela 1 – Síntese dos Trabalhos Relacionados

Referência	Objetivo			Aplicações						
	F	Q	R	1	2	3	4	5	6	7
A. Noorzadeh & A. Amini (2024)	X	X			X	X		X	X	
B. S. Ahmed et al. (2018)		X			X		X	X		X
C. Perera et al. (2014)	X	X	X		X	X		X		X
Khanna, A & Kaur, S (2020)	X		X	X		X	X	X		X
S. Kaleem et. al. (2019)		X	X	X		X	X		X	X
Este Artigo	X	X		X	X	X	X	X	X	X

Legenda: Objetivos: (F) Framework; (Q) Qualidade; (R) Requisitos. Aplicações: (1) Disponibilidade (2) Desempenho (3) Usabilidade (4) Interoperabilidade (5) Segurança. (6) Precisão (7) Utilidade.

Uma análise sintética desses trabalhos é apresentada a seguir. S. Kaleem et al. (2019) revisam o ciclo de vida de software para IoT, destacando a importância de abordagens adaptáveis e robustas para lidar com as características únicas dos dispositivos IoT. B. S. Ahmed et al. (2018) analisam a qualidade da IoT em diversos segmentos, enfatizando a Garantia de Qualidade (QA) como essencial para evitar falhas que podem resultar em perda de dados ou vidas. C. Perera et al. (2014) investigam a Qualidade do Contexto (QoC) na IoT, abordando questões de segurança, privacidade e verificação de qualidade. A. Noorzadeh & A. Amini (2024) destacam que métodos tradicionais de engenharia de requisitos não são suficientes para a IoT, necessitando de abordagens mais adaptáveis. Khanna & Kaur (2020) oferecem uma visão detalhada das

tendências na IoT, destacando a importância da confiança e reputação entre as entidades de IoT. O presente estudo revisa e compara métodos introduzidos no estado da arte, focando em engenharia de requisitos e qualidade de software. Os resultados indicam que a maioria dos métodos se concentra na elicitação de requisitos, com uma preocupação em entregar soluções com qualidade e rapidez. A revisão apresentada neste artigo se diferencia das demais revisões nos seguintes aspectos: (1) o foco desta revisão está na engenharia de requisitos e qualidade de software para IoT, enquanto as revisões existentes focam IoT como modelo de negócios, tecnologias sendo implementadas em IoT ou fatores de sucesso na implementação de IoT; (2) a maioria das revisões analisadas foca em aspectos técnicos, não abrangendo uma discussão mais ampla sobre fundamentos da qualidade de software e sua relação com IoT; e (3) os estudos analisam indiretamente a relação da engenharia de requisitos associados a qualidade de software para IoT.

4. Discussão e Conclusão

B. Costa et al. (2017), S. Kaleem et al. (2019), E. M. Almeida et al. (2022), T. Nakajima & T. Komiyama (2019), Wyatt Lindquist et al. (2022), M. Ge et al. (2018), Shital, B et al. (2023), C. Stergiou et al. (2018), P. V. Paul et al. (2017), R. Perez-Castillo et al. (2018) e T. Banerjee & A. Sheth (2017) discutem a importância dos requisitos em IoT, destacando aspectos como funcionalidade, segurança e experiência do usuário, além de conflitos e influências em diferentes camadas dos sistemas de IoT. Tyagi, H et al. (2018), F. Alaba et al. (2018), S. Kaleem et al. (2019), L. Atzori et al. (2010), C. Stergiou et al. (2018), J. L. Shah et al. (2021), J. B. Minani et al. (2024), Amedey, D. et al. (2023) e Aimad Karkouch et al. (2016) abordam a qualidade em serviços IoT, destacando confiabilidade, segurança, disponibilidade, desempenho, usabilidade, precisão e utilidade. A análise dos artigos revela que o levantamento de requisitos impacta significativamente a qualidade das soluções IoT. A Tabela 4 apresenta uma síntese dos pontos de melhoria observados na discussão.

Tabela 4 – Síntese sobre melhorias Baseadas em Engenharia de Requisitos e Qualidade de Software

<i>Constatações</i>	<i>Descrição</i>	<i>Citação de Autores</i>
<i>Atender às necessidades dos stakeholders</i>	Garante que as soluções IoT atendam às expectativas de usuários finais, gestores e técnicos.	Maior satisfação do cliente, melhor usabilidade e adoção mais rápida das soluções. (E. M. Almeida et al., 2022)
<i>Reduzir falhas e retrabalho</i>	Evita falhas de design, erros de implementação e retrabalho desnecessário, diminuindo custos e otimizando o tempo de desenvolvimento.	Diminuição de custos e otimização do tempo de desenvolvimento. (S. Kaleem et al., 2019)
<i>Melhorar a segurança e confiabilidade</i>	Define medidas de proteção adequadas para garantir a segurança dos dados e a confiabilidade das soluções IoT.	Maior segurança dos dados e confiabilidade das soluções IoT. (Tyagi, H et al, 2018)
<i>Promover a interoperabilidade</i>	Facilita a integração de soluções IoT com diferentes sistemas e plataformas, promovendo a interoperabilidade e a padronização.	Maior interoperabilidade e padronização das soluções IoT. (F. Alaba et al., 2018)

O artigo apresenta uma revisão da literatura, focando na análise de requisitos e qualidade de software em soluções IoT. A abordagem utilizada permitiu verificar tendências na engenharia de requisitos e qualidade de software no período de 2014 a 2024. Diferenciando-se de outros estudos, este concentra-se especificamente na engenharia de requisitos e qualidade de software aplicadas à melhorias de sistemas IoT.

Os resultados indicam que a maioria dos métodos enfoca a elicitação de requisitos, com ênfase na entrega de soluções com qualidade e rapidez. Além disso, o estudo organiza dimensões relevantes e correlaciona soluções a serem observadas. Como trabalhos futuros, planeja-se desenvolver uma abordagem enriquecida para a especificação de requisitos de IoT, considerando as dimensões deste estudo.

5. Referências

A. Noorzadeh and A. Amini, "Comparison of Requirements Engineering Methods for IoT-based Systems: A Systematic Mapping Study," 2024 10th International Conference on Artificial Intelligence and Robotics (QICAR), Qazvin, Iran, Islamic Republic of, 2024, pp. 74-79, doi: 10.1109/QICAR61538.2024.10496655.

A. P. Plageras, K. E. Psannis, C. Stergiou, H. Wang e B. B. Gupta, "Efficient IoT-based sensor BIG Data collection–processing and analysis in smart buildings," *Future Generation Computer Systems*, vol. 82, pp. 349-357, 2018. DOI: 10.1016/j.future.2017.09.082.

Aaqib, M., Ali, A., Chen, L. et al. IoT trust and reputation: a survey and taxonomy. *J Cloud Comp* 12, 42 (2023). <https://doi.org/10.1186/s13677-023-00416-8>

Aimad Karkouch et al. "Data quality in internet of things: A state-of-the-art survey." *J. Netw. Comput. Appl.*, 73 (2016): 57-81. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2016.08.002>.

Ameyed, D., Jaafar, F., Petrillo, et al. Quality and Security Frameworks for IoT-Architecture Models Evaluation. *SN COMPUT. SCI.* 4, 394 (2023). <https://doi.org/10.1007/s42979-023-01815-z>

B. Costa, P. F. Pires and F. C. Delicato, "Modeling IoT Applications with SysML4IoT," 2016 42th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA), Limassol, Cyprus, 2016, pp. 157-164, doi: 10.1109/SEAA.2016.19.

B. Costa, P. F. Pires and F. C. Delicato, "Specifying Functional Requirements and QoS Parameters for IoT Systems," 2017 IEEE 15th Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, 15th Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, 3rd Intl Conf on Big Data Intelligence and Computing and Cyber Science and Technology Congress (DASC/PiCom/DataCom/CyberSciTech), Orlando, FL, USA, 2017, pp. 407-414, doi: 10.1109/DASC-PiCom-DataCom-CyberSciTec.2017.83.

B. S. Ahmed, M. Bures, K. Frajtak and T. Cerny, "Aspects of Quality in Internet of Things (IoT) Solutions: A Systematic Mapping Study," in *IEEE Access*, vol. 7, pp. 13758-13780, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2893493.

C. Perera, A. Zaslavsky, P. Christen and D. Georgakopoulos, "Context Aware Computing for The Internet of Things: A Survey," in *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 16, no. 1, pp. 414-454, First Quarter 2014, doi: 10.1109/SURV.2013.042313.00197.

C. Stergiou, K. E. Psannis, B.-G. Kim e B. Gupta, "Secure integration of IoT and Cloud Computing," *Future Generation Computer Systems*, vol. 78, parte 3, pp. 964-975, 2018. DOI: 10.1016/j.future.2016.11.031.

de Mendonça, R. R., de Franco Rosa, F., Theophilo Costa, A. C., Bonacin, R., & Jino, M. (2019). *OntoCexp: A Proposal for Conceptual Formalization of Criminal Expressions*. In 16th International Conference on Information Technology-New Generations (ITNG 2019) (pp. 43–48). https://doi.org/10.1007/978-3-030-14070-0_7

E. M. Almeida, L. M. Peres and A. L'Erario, "An Approach to Use Comic Strips To Support IoT Systems Requirements Engineering," 2022 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Uppsala, Sweden, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/FIE56618.2022.9962579.

F. A. Alaba, M. Othman, I. A. T. Hashem e F. Alotaibi, "Internet of Things security: A survey," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 88, pp. 10-28, 2017. DOI: 10.1016/j.jnca.2017.04.002.

ISO/IEC 25030:2019 - Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Quality requirements framework.

- J. B. Minani, F. Sabir, N. Moha and Y. -G. Guéhéneuc, "A Systematic Review of IoT Systems Testing: Objectives, Approaches, Tools, and Challenges," in *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 50, no. 4, pp. 785-815, April 2024, doi: 10.1109/TSE.2024.3363611.
- J. L. Shah, H. F. Bhat e A. I. Khan, "Chapter 6 - Integration of Cloud and IoT for smart e-healthcare," in *Healthcare Paradigms in the Internet of Things Ecosystem*, editado por V. E. Balas e S. Pal, Academic Press, 2021, pp. 101-136. ISBN: 9780128196649. DOI: 10.1016/B978-0-12-819664-9.00006-5.
- Khanna, A., Kaur, S. Internet of Things (IoT), Applications and Challenges: A Comprehensive Review. *Wireless Pers Commun* 114, 1687–1762 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11277-020-07446-4>
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. Keele, UK, Keele University, 33(TR/SE-0401), 28. <https://doi.org/10.1.1.122.3308>
- L. Atzori, A. Iera e G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," *Computer Networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787-2805, 2010. DOI: 10.1016/j.comnet.2010.05.010.
- L. Médini, M. Mriassa, E.-M. Khalfi, M. Terdjimi, N. Le Sommer, P. Capdepuy, J.-P. Jamont, M. Occello e L. Touseau, "Chapter 5 - Building a Web of Things with Avatars: A comprehensive approach for concern management in WoT applications," in *Managing the Web of Things*, editado por Q. Z. Sheng, Y. Qin, L. Yao e B. Benatallah, Morgan Kaufmann, 2017, pp. 151-180. ISBN: 9780128097649. DOI: 10.1016/B978-0-12-809764-9.00007-X.
- M. Ge, H. Bangui e B. Buhnova, "Big Data for Internet of Things: A Survey," *Future Generation Computer Systems*, vol. 87, pp. 601-614, 2018. DOI: 10.1016/j.future.2018.04.053.
- P. P. Ray, "A survey on Internet of Things architectures," *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, vol. 30, no. 3, pp. 291-319, 2018. DOI: 10.1016/j.jksuci.2016.10.003.
- P. V. Paul and R. Saraswathi, "The Internet of Things — A comprehensive survey," 2017 International Conference on Computation of Power, Energy Information and Commuication (ICCPEIC), Melmaruvathur, India, 2017, pp. 421-426, doi: 10.1109/ICCPEIC.2017.8290405.
- R. Perez-Castillo et al., "Data Quality Best Practices in IoT Environments," 2018 11th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC), Coimbra, Portugal, 2018, pp. 272-275, doi: 10.1109/QUATIC.2018.00048.
- S. Kaleem, S. Ahmad, M. Babar, V. Akre, A. Raian and F. Ullah, "A Review on Requirements Engineering for Internet of Things (IoT) Applications," 2019 Sixth HCT Information Technology Trends (ITT), Ras Al Khaimah, United Arab Emirates, 2019, pp. 269-275, doi: 10.1109/ITT48889.2019.9075078.
- T. Banerjee and A. Sheth, ""IoT Quality Control for Data and Application Needs,"" in *IEEE Intelligent Systems*, vol. 32, no. 2, pp. 68-73, Mar.-Apr. 2017, doi: 10.1109/MIS.2017.35.
- T. Nakajima and T. Komiyama. (2019). Applying Quality Requirements Framework to an IoT System and its Evaluation. 12:28-36.
- Tyagi, H., Kumar, R. (2020). Cloud Computing for IoT. In: Alam, M., Shakil, K., Khan, S. (eds) *Internet of Things (IoT)*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37468-6_2
- Wyatt, Lindquist., A., Helal., Ahmed, E., Khaled. (2022). Health-IoT: Requirements for a Healthy Ecosystem. doi: 10.23919/SpliTech55088.2022.9854349
- Y. Qin, Q. Z. Sheng, N. J. G. Falkner, S. Dustdar, H. Wang e A. V. Vasilakos, "When things matter: A survey on data-centric internet of things," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 64, pp. 137-153, 2016. DOI: 10.1016/j.jnca.2015.12.016.

Apêndice I – Tabela 5 – Critérios de inclusão e exclusão de artigos

Tipo	Sigla	Critério
<i>Inclusão</i>	I1	Pesquisas sobre qualidade em IoT
	I2	Pesquisas sobre requisitos para IoT
	I3	Estudos que apresentam preocupação com usuários e stakeholders
	I4	Estudos que apontem a preocupação com segurança e testes
<i>Exclusão</i>	E1	Artigos escritos em idiomas diferentes do Inglês e do Português.
	E2	Artigos que não estejam relacionados com qualidade e requisitos em IoT
	E3	Artigos que não sejam da área de computação ou multidisciplinar com computação.
	E4	Textos que não sejam publicações científicas.

Apêndice II – Tabela 6 – Síntese dos Trabalhos Analisados

Referência	Objetivo				Aplicação						
	F	Q	R	1	2	3	4	5	6	7	
A. Noorzadeh et. al (2024)	X	X			X	X		X	X		
A. P. Plageras et. al (2018)	X	X	X				X	X	X	X	
Aaqib, M et. al. (2023).	X		X	X		X	X		X		
Aimad Karkouch et. al. (2016)	X	X			X			X			
Ameyed, D. et.al. (2023)	X		X	X	X		X	X	X		
B. Costa, et. al. (2016)		X	X		X	X	X	X	X		
B. Costa, et. al. (2017)		X	X	X			X		X	X	
B. S. Ahmed et. al. (2019)		X		X	X		X	X		X	
C.Perera et. al. (2014)	X	X	X		X	X		X		X	
C. Stergiou et. al. (2018)		X		X	X	X	X	X	X	X	
E. M. Almeida et. al. (2022)	X	X		X	X	X	X				
F. A. Alaba, et. al. (2017)			X		X			X	X	X	
J. B. Minani et. al. (2024)	X	X	X		X	X	X		X		
J. L. Shah et. al. (2021)		X	X		X		X	X	X	X	
Khanna, A & Kaur, S (2020)	X		X		X	X	X	X	X		
L. Atzori et. al. (2010)	X	X		X	X				X		
L. Médini et. al. (2017)			X	X		X	X	X	X	X	
M. Ge et. al. (2018)	X	X		X	X	X			X		
P. P. Ray et. al. (2018)	X	X	X		X	X		X	X		
P. V. Paul et. al. (2017)	X				X		X	X	X	X	
R. Perez-Castillo et al (2018)	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
S. Kaleem, et. al. (2019)	X	X			X	X	X		X	X	
Shital, B et. al. (2023)	X		X	X	X		X		X		
T, Nakajima et. al. (2019)				X		X	X	X			
T. Banerjee & A. Sheth, (2017)		X	X	X	X	X		X		X	
Tyagi, H. et. al. (2020).	X	X	X		X	X	X	X			
Wyatt, Lindquist et. al. (2022)			X	X		X	X	X	X		
Y. Qin, et. al. (2016)		X	X	X	X		X	X	X	X	

Legenda: Objetivos: (F) Framework; (Q) Qualidade; (R) Requisitos. Aplicações: (1) Disponibilidade (2) Desempenho (3) Usabilidade (4) Interoperabilidade (5) Segurança. (6) Precisão (7) Utilidade.