

# Análise sobre Design de Usabilidade em IoT para Casas Inteligentes

Luis Fernando dos Santos Pires<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Campo Limpo Paulista (UNIFACCAMP)

Campo Limpo Paulista – SP – Brazil

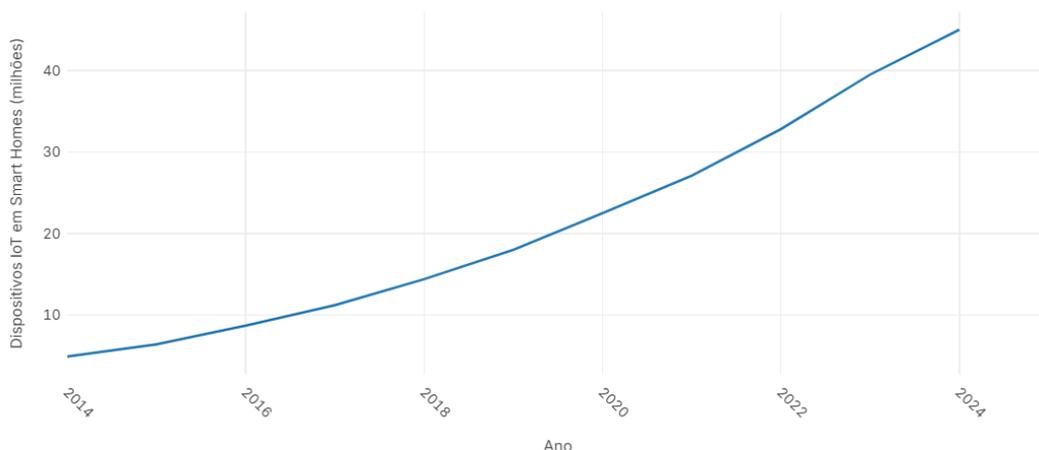
luis.spires@outlook.com

**Abstract.** *The growing proliferation of Internet of Things (IoT) devices in home environments has expanded the possibilities for automation and intelligent control. However, the effectiveness of these devices heavily depends on the usability of their interfaces. This article reviews existing literature on the application of usability design in IoT devices, focusing on Smart Home environments. It observes the usability design principles applied to IoT, challenges for IoT device interfaces, and associated app analysis. This article contributes by presenting evidence that highlights the importance of usability in the adoption and satisfaction of users with IoT devices.*

**Resumo.** *A crescente proliferação de dispositivos da Internet das Coisas (IoT) em ambientes domésticos expandiu as possibilidades de automação e controle inteligente. No entanto, a eficácia desses dispositivos depende fortemente da usabilidade de suas interfaces. Este artigo revisa a literatura existente sobre a aplicação do design de usabilidade em dispositivos IoT, com foco em ambientes de casas inteligentes. Ele observa os princípios de design de usabilidade aplicados ao IoT, os desafios para as interfaces dos dispositivos IoT e a análise dos aplicativos associados. Este artigo contribui ao apresentar evidências que destacam a importância da usabilidade na adoção e satisfação dos usuários com dispositivos IoT.*

## 1. Introdução

Com o avanço da tecnologia e a crescente popularização dos dispositivos de Internet das Coisas (IoT), a integração de dispositivos em ambientes domésticos tem se tornado uma tendência predominante. Esses dispositivos, que variam desde sensores simples até sistemas complexos de automação, estão transformando a maneira como interagimos com nossos lares. Segundo Atzori et al. (2010), o conceito de Smart Home é amplamente suportado por dispositivos IoT que permitem a automação e o controle inteligente de diversos aspectos do ambiente doméstico, como iluminação, temperatura, segurança e entretenimento. A conectividade desses dispositivos possibilita uma experiência integrada e personalizada, onde os usuários podem monitorar e controlar suas casas remotamente através de smartphones ou assistentes virtuais. Segundo a Forbes Tech (2024), o crescimento de dispositivos IoT em Smart Homes tem sido de aproximadamente 25% ao ano, com previsão de alcançar um aumento de 27 bilhões de dispositivos conectados até 2025, refletindo a rápida adoção e a confiança dos consumidores nessas tecnologias inovadoras. A Figura 1 apresenta o crescimento de equipamentos Smart Home nos últimos anos.



**Figura 1 – Crescimento do IoT no Brasil (Adaptado pelo Autor)**

O gráfico demonstra o crescimento exponencial de dispositivos Smart Home em bilhões por ano, evidenciando a rápida adoção e expansão dessa tecnologia nas residências ao longo da última década. No entanto, a eficácia desses dispositivos depende fortemente da qualidade de suas interfaces de usuário (UI), um aspecto frequentemente negligenciado em diversos projetos. O design de usabilidade é um campo crucial para a implementação bem-sucedida de interfaces de dispositivos IoT.

Usabilidade refere-se à facilidade com que um usuário pode interagir com um sistema para atingir seus objetivos. Em dispositivos IoT, isso envolve considerar a interação entre os dispositivos e os aplicativos que os controlam, além das características dos dispositivos em si. Nielsen (1994), destaca que a usabilidade deve ser central na concepção de interfaces para garantir que os sistemas sejam intuitivos e eficazes. Norman (2013) argumenta que o design centrado no usuário é fundamental para melhorar a experiência e a satisfação do usuário. Todavia, o design de usabilidade enfrenta desafios específicos quando aplicado a dispositivos IoT devido à variedade de dispositivos e suas diferentes funções. Weiser (1991) observa que a integração de múltiplos dispositivos em um ambiente coeso requer uma abordagem de design que considere a interação entre eles. A complexidade adicional introduzida pela interconexão de dispositivos podem impactar negativamente a experiência do usuário se não for cuidadosamente gerenciada. Dix et. al. (2004) destacam que a avaliação da usabilidade deve considerar tanto a interface do dispositivo quanto os aplicativos que o manipulam, uma vez que a interação entre estes componentes é essencial para uma experiência de usuário coesa.

Este artigo visa responder: Como o design de usabilidade influencia a eficácia e aceitação de dispositivos IoT em ambientes domésticos? Foi proposto uma revisão sobre as práticas atuais e desafios na aplicação de design de usabilidade para dispositivos IoT em Smart Home. Os resultados apresentam que o design de usabilidade é fundamental para a adoção e satisfação dos usuários com dispositivos IoT, evidenciando a importância de interfaces intuitivas e de fácil interação, tanto para os dispositivos em si quanto para os aplicativos que os controlam. Este artigo está organizado da seguinte forma: A Seção 2 descreve a metodologia utilizada para realizar a revisão sistemática da literatura. na Seção 3, são apresentados os trabalhos selecionados e revisões de literatura relevantes para o estudo. A Seção 4 traz uma discussão detalhada sobre os resultados obtidos, com foco nos aspectos de usabilidade de dispositivos IoT e seus aplicativos associados. Por fim, a Seção 5 apresenta as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

## 2. Metodologia de Pesquisa

A revisão sistemática 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 o design de usabilidade influencia a eficácia e aceitação de dispositivos IoT em ambientes domésticos?” 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. A seguinte *string* de busca foi utilizada (adaptada à sintaxe de cada base): “(IoT OR “Internet of Things”) AND (“Usability Design”) AND (“Smart Home”) AND (“UX OR “User experience”)”. 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 primeiros artigos por ordem de relevância. Assim, a busca inicial obteve um total de 307 artigos, sendo 87 artigos de Springer Link, 20 de IEEE Xplore e 200 de Science Direct. 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 1. Foram 44 artigos 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. 36 artigos foram categorizados como trabalhos com de aderência ao tema da pesquisa e posteriormente 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. O Apêndice 2 (Tabela 6) apresenta uma síntese dos 22 trabalhos analisados.

**Tabela 1 - Critérios de Inclusão e Exclusão**

Tipo	Sigla	Critério
Inclusão	I1	Pesquisas sobre IoT ou Smart Home
	I2	Pesquisas sobre Design de Usabilidade
	I3	Estudos que apresentam preocupação com objetos IoT
	I4	Estudos que apresentam preocupação Interfaces de Sistemas IoT
Exclusão	E1	Artigos escritos em idiomas diferentes do Inglês e português
	E2	Artigos que não estejam relacionados com usabilidade em IoT
	E3	Artigos que não tenham abordagem computacional ou multidisciplinar completa
	E4	Textos que não sejam publicações científicas

## 3. Trabalhos Selecionados

Ao todo, 5 trabalhos foram identificadas no decorrer da análise dos estudos coletados. O Apêndice 1 (Tabela 5) apresenta uma síntese dos trabalhos selecionados; os trabalhos foram enquadrados de acordo com seus objetivos e aplicações.

Ystgaard et al. (2023) realizam uma revisão sistemática sobre o design do IoT centrado no ser humano, destacando que, apesar do crescimento de estudos nessa área, o conceito de “centrado no ser humano” ainda é usado de forma superficial, sem promover mudanças práticas significativas. Não há um entendimento compartilhado sobre o que o termo realmente implica, nem um consenso sobre os princípios que

devem guiar o desenvolvimento do IoT com foco no ser humano. A análise também revela a predominância de abordagens tecnológicas tradicionais, com pouca participação de outras disciplinas, sugerindo a necessidade de pesquisas futuras que aprofundem a abordagem humanizada no desenvolvimento da IoT.

Chibaudel et al. (2018) reforçam essa perspectiva, enfatizando que a IoT, descrita como um “sistema de sistemas”, precisa de uma abordagem mais holística, considerando fatores sociais, culturais e comportamentais para melhorar a integração e a acessibilidade dos dispositivos no ambiente doméstico.

Geetha et al. (2017) oferecem uma visão abrangente da IoT como um ambiente inteligente, onde objetos se comunicam de forma autônoma entre si e com humanos, destacando avanços em tecnologias como RFID e sensores que possibilitam essa interação.

Ahmid, Kazar e Barka (2024) abordam a evolução da IoT, sua arquitetura e desafios, enfatizando a necessidade de superar obstáculos técnicos e não técnicos para uma adoção mais ampla. Já Bergman et al. (2018) exploram os desafios enfrentados por empresas de IoT em relação à experiência do usuário (UX), identificando uma lacuna no uso de metodologias orientadas a dados. O estudo aponta que, embora muitas empresas coletem grandes volumes de dados, elas ainda enfrentam dificuldades em utilizá-los de forma eficaz, especialmente dentro do contexto mais amplo da IoT, sugerindo áreas de melhoria para pesquisas futuras. Este estudo se diferencia ao adotar uma abordagem prática e integrada para avaliar a usabilidade de dispositivos IoT em ambientes de Smart Home. Enquanto outros estudos analisam teorias, princípios de design centrado no ser humano e os desafios de integração tecnológica, esta pesquisa foca na aplicação de diretrizes de usabilidade de forma holística, considerando tanto a interação com os dispositivos quanto os aplicativos associados.

## **4. Discussão**

A seção 4.1 discutirá a importância do design de usabilidade para dispositivos IoT, com foco em Objetos Smart Home. Em seguida, a seção 4.2 explorará a relevância do design de usabilidade em aplicativos associados a esses dispositivos. Serão analisados aspectos como a interação e navegação eficazes, e a adaptação a diferentes plataformas, garantindo uma experiência de usuário otimizada e acessível.

### **4.1. Design de Usabilidade em Objetos IoT (Smart Home)**

Hollan et al. (2000), Kjeldskov & Skov (2014), Nielsen e Molich (1990), Carroll et al. (2009) e Gao et al. (2017) destacam a usabilidade como um aspecto essencial no design de dispositivos IoT, especialmente em ambientes de Smart Home, onde a interação dos usuários é fundamental para sua eficiência. A simplicidade no design, conforme Hollan et al. (2000), reduz a carga cognitiva e melhora a eficiência, sendo crucial para usuários com diferentes níveis de familiaridade tecnológica. O feedback imediato, como enfatizam Kjeldskov e Skov (2014), é vital para informar o usuário sobre o estado dos dispositivos, aumentando sua confiança. Nielsen e Molich (1990) defendem a consistência no design, facilitando a aprendizagem e transferência de conhecimento entre dispositivos. A personalização, segundo Carroll et al. (2009), melhora a satisfação ao permitir ajustes conforme as preferências do usuário. Já Gao et al. (2017) apontam a importância da integração eficaz entre dispositivos, ressaltando os

desafios de interoperabilidade que impactam a experiência de uso. A tabela 2 apresenta uma síntese sobre a relevância do design de usabilidade em objetos IoT.

**Tabela 2 – Síntese sobre a Relevância do Design de Usabilidade em Objeto (IoT)**

Fator de Usabilidade	Descrição	Autor(es)
Simplicidade e Intuitividade da Interface	Interfaces simples reduzem a carga cognitiva e melhoram a eficiência da interação.	Hollan <i>et. al.</i> (2000)
Feedback e Visibilidade	Feedback claro e visível ajuda a prevenir erros e aumenta a confiança do usuário.	Kjeldskov e Skov (2014)
Consistência e Padrões	Interfaces consistentes ajudam na aprendizagem e reduzem a curva de treinamento.	Nielsen e Molich (1990)
Adaptabilidade e Personalização	Capacidade de ajustar configurações de acordo com as necessidades individuais melhora a satisfação do usuário.	Carroll <i>et. al.</i> (2009)
Integração e Interoperabilidade	Interfaces que facilitam a integração e configuração de múltiplos dispositivos são essenciais para uma experiência fluida.	Gao <i>et. al.</i> (2017)

#### 4.2. Relevância do Design de Usabilidade em Aplicativos Associados a IoT

Dillon e Morris (1996), Lundberg e Schell (2015), Marcotte (2010), Weber (2010) e Lazar, Feng e Hochheiser (2017) destacam a usabilidade como um elemento essencial no design de aplicativos para dispositivos IoT, que permitem controlar e monitorar esses dispositivos. A interação intuitiva e navegação fácil são cruciais para uma experiência satisfatória, como observam Dillon e Morris (1996), que ressaltam a importância de um design de navegação claro. Lundberg e Schell (2015) enfatizam que notificações devem ser claras e não intrusivas para manter os usuários informados sem sobrecarregá-los. Marcotte (2010) defende a importância de um design responsivo que funcione bem em diferentes plataformas, garantindo acessibilidade e uma experiência uniforme em diversos dispositivos. Weber (2010) destaca que a segurança deve ser integrada ao design de usabilidade, assegurando proteção de dados e privacidade. Além disso, Lazar, Feng e Hochheiser (2017) apontam que a acessibilidade é fundamental para permitir que todos os usuários, incluindo aqueles com deficiências, interajam com os aplicativos sem barreiras. A tabela 3 apresenta uma síntese sobre a relevância do design de usabilidade em aplicativos associados.

**Tabela 3 – Síntese sobre Design de Usabilidade em Aplicativos Associados**

Aspecto	Descrição	Referência
Interação e Navegação	Design de navegação claro e intuitivo para facilitar a realização de tarefas.	Dillon & Morris (1996)
Gerenciamento de Alertas	Notificações claras, acionáveis e não intrusivas.	Lundberg & Schell (2015)
Design Responsivo	Design adaptável que funciona bem em diversas plataformas.	Marcotte (2010)
Segurança e Privacidade	Funcionalidades que garantam a proteção de dados e privacidade do usuário.	Weber (2010)
Acessibilidade e Inclusividade	Seguir diretrizes de acessibilidade para garantir interação sem barreiras.	Lazar, Feng & Hochheiser (2017)

A tabela 4 apresenta os principais pontos de discussão e aspectos em comum nas abordagens apresentadas anteriormente.

**Tabela 4 – Comparação de Usabilidade em Dispositivos IoT e em Aplicativos Associados**

Aspecto	Dispositivos IoT	Aplicativos Associados
Simplicidade	Reduz a carga cognitiva e melhora a eficiência da interação.	Facilita a navegação e o uso das funcionalidades principais.
Feedback Imediato	Aumenta a confiança do usuário ao informar sobre o estado do dispositivo.	Notificações claras e acionáveis mantêm os usuários informados.
Consistência	Facilita a transferência de conhecimento entre diferentes dispositivos.	Garante uma experiência uniforme em diversas plataformas e dispositivos.
Personalização	Melhora a satisfação do usuário ao permitir ajustes conforme preferências individuais.	Permite configurações personalizáveis e perfis de usuário.
Integração Eficaz	Garante uma experiência de usuário fluida e coesa entre múltiplos dispositivos.	Facilita a integração com outros dispositivos e serviços, melhorando a usabilidade geral.
Segurança e Privacidade	Protege contra ameaças cibernéticas e garante a integridade dos dados.	Incorpora funcionalidades que garantem a proteção de dados e privacidade do usuário.
Acessibilidade	Inclui design acessível com opções como controle por voz e feedback tátil.	Garante que todos os usuários possam interagir com o aplicativo sem barreiras.

## 5. Considerações Finais

Hollan et al. (2000), Kjeldskov e Skov (2014), Nielsen e Molich (1990), Carroll et al. (2009) e Gao et al. (2017) ressaltam a importância da usabilidade no design de dispositivos IoT, especialmente em casas inteligentes, destacando que a simplicidade no design reduz a carga cognitiva, enquanto o feedback imediato aumenta a confiança do usuário. A consistência facilita a transferência de conhecimento entre dispositivos, e a personalização melhora a satisfação. A integração eficaz é crucial para uma experiência de usuário fluida. Dillon e Morris (1996), Lundberg e Schell (2015), Marcotte (2010), Weber (2010) e Lazar, Feng e Hochheiser (2017) focam na usabilidade de aplicativos para IoT, enfatizando navegação intuitiva, notificações claras, design responsivo, além de segurança, privacidade e acessibilidade. Conclui-se que a usabilidade é essencial para a interação satisfatória com dispositivos IoT e seus aplicativos, promovendo uma experiência integrada e inclusiva. Futuras pesquisas devem explorar métodos de avaliação de requisitos de usabilidade e personalização em dispositivos IoT.

## 6. Referências Bibliográficas

- Ahmid, M., Kazar, O., Barka, E. (2024). Internet of Things Overview: Architecture, Technologies, Application, and Challenges. In: Boulila, W., Ahmad, J., Koubaa, A., Driss, M., Farah, I.R. (eds) Decision Making and Security Risk Management for IoT Environments. *Advances in Information Security*, vol 106. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-47590-0\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-031-47590-0_13).
- Atzori, L., Iera, A., Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805. DOI: 10.1016/j.comnet.2010.05.010.
- Bergman, J., Olsson, T., Johansson, I., Rasmus-Gröhn, K. (2018). An Exploratory Study on How Internet of Things Developing Companies Handle User Experience Requirements. In: Kamsties, E., Horkoff, J., Dalpiaz, F. (eds) Requirements Engineering: Foundation for Software Quality. REFSQ 2018. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 10753. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-77243-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-77243-1_2).

- Carroll, J.M., Rosson, M.B., Convertino, G., Ganoë, C.H. (2009). Frameworks for adaptive collaboration. In: Proceedings of the 2009 International Conference on Supporting Group Work (GROUP '09), 243-252. DOI: 10.1145/1531674.1531708.
- Chibaudel, Q., Joaquim, B., Véronique, L.N., Mounir, M. (2018). Human Centered Design Conception Applied to the Internet of Things: Contribution and Interest. In: Mokhtari, M., Abdulrazak, B., Aloulou, H. (eds) Smart Homes and Health Telematics, Designing a Better Future: Urban Assisted Living. ICOST 2018. Lecture Notes in Computer Science, vol 10898. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-94523-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-94523-1_2).
- Choma, J., Zaina, L. (2023). UX evaluation of IoT-based applications for Smart Cities: a rapid systematic review. In: 27th Iberoamerican Conference on Software Engineering (CIBSE 2024), Curitiba, Brazil, May 6-10, 2024. DOI: 10.5753/CIBSE.2024.28444.
- Dillon, A., Morris, M.G. (1996). User acceptance of new information technology: theories and models. *Annual Review of Information Science and Technology*, 31, 3-32. DOI: 10.1002/aris.1440310102.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G.D., Beale, R. (2004). *Human-Computer Interaction* (3rd ed.). Harlow, England: Pearson Education. DOI: 10.1007/978-1-4471-2991-3.
- Forbes Tech (2024). IoT: até 2025, mais de 27 bilhões de dispositivos estarão conectados. *Forbes Brasil*, 2022. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-tech/2022/08/iot-ate-2025-mais-de-27-bilhoes-de-dispositivos-estarao-conectados/>. [Acesso em: 18-Aug-2024].
- Gao, L., Zhai, Y., Liu, X. (2017). A review of usability evaluation methods for academic digital libraries. *Journal of Academic Librarianship*, 43(1), 23-30. DOI: 10.1016/j.acalib.2016.11.001.
- Geetha, A., Kalaiselvi Geetha, M. (2017). An Appraisal on Human-Centered Internet of Things. In: Acharjya, D., Geetha, M. (eds) *Internet of Things: Novel Advances and Envisioned Applications*. Studies in Big Data, vol 25. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-53472-5\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-53472-5_13).
- Hollan, J.D., Hutchins, E.L., Kirsh, D.A. (2000). Distributed cognition: Toward a new foundation for human-computer interaction research. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 7(2), 174-196. DOI: 10.1145/353485.353487.
- Kjeldskov, J., Skov, M.B. (2014). Was it worth the hassle? Ten years of mobile HCI research discussions on lab and field evaluations. In: Proceedings of the 16th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices & Services (MobileHCI '14), 43-52. DOI: 10.1145/2628363.2628398.
- Lazar, J., Feng, J.H., Hochheiser, H. (2017). *Research Methods in Human-Computer Interaction*. Morgan Kaufmann. DOI: 10.1016/B978-0-12-805390-4.00001-4.
- Lundberg, J., Schell, B.H. (2015). *Designing Usable Systems: A Structured Approach*. CRC Press. DOI: 10.1201/b18152.
- Marcotte, E. (2010). *Responsive Web Design. A Book Apart*. DOI: 10.1145/2502069.2502071.
- Nielsen, J. (1994). *Usability Engineering*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann. DOI: 10.1016/B978-0-08-052029-2.50005-0.
- Nielsen, J., Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '90), 249-256. DOI: 10.1145/97243.97281.
- Norman, D.A. (2013). *The Design of Everyday Things (Revised and Expanded Edition)*. New York, NY: Basic Books. DOI: 10.1145/2556288.2557316.

- Weber, R.H. (2010). Internet of Things – New security and privacy challenges. *Computer Law & Security Review*, 26(1), 23-30. DOI: 10.1016/j.clsr.2009.11.008.
- Weiser, M. (1991). The Computer for the 21st Century. *Scientific American*, 265(3), 94-104. DOI: 10.1038/scientificamerican0991-94.
- Ystgaard, K.F., Atzori, L., Palma, D. et al. (2023). Review of the theory, principles, and design requirements of human-centric Internet of Things (IoT). *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14, 2827–2859. <https://doi.org/10.1007/s12652-023-04539-3>.

**Apêndice 1 - Tabela 5 – Síntese dos Trabalhos Selecionados**

<i>Referências</i>	F	O	A	U	I	P	E	S	C
Chibaudel <i>et. al.</i> (2018)	X		X		X				X
Geetha <i>et. al.</i> (2017)		X		X		X			
Ahmid <i>et. al.</i> (2024)	X		X			X	X		
Bergman <i>et. al.</i> (2018)		X		X	X	X			
Ystgaard <i>et. al.</i> (2023)	X			X			X		X
<i>Este Artigo</i>		X	X	X	X	X	X	X	

**Legenda:** Objetivos: (F) Framework (O) Objetos (A) Aplicativos. Aplicações: (U) Usabilidade (I) Interoperabilidade (P) Privacidade (E) Escalabilidade (S) Sustentabilidade (C) Custo-Benefício.

**Apêndice 2 – Tabela 6 - Síntese dos Trabalhos Analisados**

<i>Referências</i>	F	O	A	U	I	P	E	S	C
Ahmid <i>et. al.</i> (2024)	X		X	X	X	X		X	
Atzori <i>et. al.</i> (2010)	X	X		X	X		X		
Bergman <i>et. al.</i> (2018)			X	X				X	X
Carroll <i>et. al.</i> (2009)	X			X				X	X
Chibaudel <i>et. al.</i> (2018)	X		X				X	X	
Choma & Zaina (2023)			X	X			X	X	
Dillon & Morris (1996)	X			X			X	X	
Dix <i>et. al.</i> (2004)	X			X			X	X	
Gao <i>et. al.</i> (2017)				X			X	X	X
Geetha & Geetha (2017)			X		X	X	X	X	
Hollan <i>et. al.</i> (2000)	X			X	X		X		
Kjeldskov & Skov (2014)				X			X	X	X
Lazar <i>et. al.</i> (2017)	X			X			X	X	
Lundberg & Schell (2015)	X			X			X	X	
Marcotte (2010)			X				X	X	X
Nielsen (1994)	X			X			X	X	
Nielsen & Molich (1990)	X			X			X	X	
Norman (2013)	X			X			X	X	
Weber (2010)				X		X	X	X	
Weiser (1991)	X			X			X	X	
Ystgaard <i>et. al.</i> (2023)	X			X	X		X	X	X

**Legenda:** Objetivos: (F) Framework (O) Objetos (A) Aplicativos. Aplicações: (U) Usabilidade (I) Interoperabilidade (P) Privacidade (E) Escalabilidade (S) Sustentabilidade (C) Custo-Benefício.