

# Mapeamento Sistemático do Estado-da-Arte de Aplicações de Internet das Coisas (IoT) com foco em HealthCare

Mayk Suell da Silva Castro<sup>1</sup>, Erico Meneses Leão<sup>2</sup>

Universidade Federal do Piauí (UFPI)

mayksscastro@gmail.com, ericoleao@ufpi.edu.br

***Resumo.** A Internet das Coisas-IoT oferece soluções a vários campos de inovações para conectar pessoas e dispositivos criando comunicação a qualquer hora em qualquer lugar. Nos cuidados com a saúde [HealthCare], a IoT amplia o acompanhamento de pacientes, a prevenção de problemas de saúde otimizando informações do corpo do paciente. Este trabalho apresenta um Mapeamento Sistemático sobre a relação entre Internet das Coisas e os cuidados com a saúde. Os resultados obtidos mostram que a IoT com foco em HealthCare, apesar de ser utilizado para diversas finalidades, apresenta o maior número de estudos no monitoramento de idosos, para detecção de quedas. Porém a segurança e privacidade é uma das maiores preocupações nos desafios de IoT em HealthCare, por conta de vulnerabilidades, deixando a segurança em um campo ainda pouco explorado.*

## 1. Introdução

O avanço tecnológico sem precedentes ao longo dos anos aumentou consideravelmente as possibilidades da utilização de tecnologias nas mais diversas áreas possibilitando a otimização do tempo, melhor entendimento a respeito de assuntos cada vez mais específicos e a ampliação do alcance de informações que envolvem Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT) no cotidiano, desde atividades simples domésticas, bem-estar e saúde, até complexos como os processos industriais e de gerenciamento [Medeiros et al.,2018].

Neste contexto, a IoT é a grande tendência tecnológica, atual e relevante, pois traz ao campo de inovações, ideias futuristas, potencializações e impacto dessa temática ao capital social global (econômico, ambiental e social). Segundo [Qi et al. 2017; Sobral et al. 2018], a IoT está emergindo como um novo paradigma que possibilita a interconexão de diferentes objetos para criar novos serviços e aplicativos inteligentes que rapidamente vem ganhando espaço como um novo campo de pesquisa.

Assim, a relevância desse estudo é identificar como a IoT pode ser um excelente instrumento de trabalho para os profissionais da saúde e como esse novo caminho está melhorando e ampliando a qualidade de vida de pacientes, cooperando e aproximando o profissional de seu objetivo, além de auxiliar os profissionais na área computacional a descobrir novos campos de desenvolvimento de estudos e trabalhos.

## 2. Metodologia do Mapeamento Sistemático

De acordo com [Kitchenham; Charters, 2007], Mapeamento Sistemático é um método que realiza uma ampla revisão de estudos primários em um tópico, permitindo a obtenção de evidências em uma área de pesquisa para determinar e fornecer uma indi-

cação da quantidade da evidência identificada sobre o mesmo. Neste trabalho foram definidas as etapas de planejamento, execução e sumarização para determinar os periódicos que foram consultados, os procedimentos de pesquisa, a seleção dos artigos e os critérios de exclusão e inclusão.

## 2.1 Planejamento, execução e sumarização

Inicialmente, no planejamento, foram identificadas as principais tecnologias utilizadas em IoT voltada à HealthCare (cuidados com a saúde) como 6LowPAN, Wi-Fi, ZigBee, LTE e BLE, afim de definir o ponto de partida da pesquisa. As *strings* de busca dos campos de interesse foram subdivididas em: Protocolos (roteamento), Comunicação (arquitetura e padrões), Aplicação (o que tem sido implementado e áreas de aplicabilidade), Simulações (estudos e experimentos práticos de tecnologias) e Segurança (privacidade e prevenção a ataques). Ainda nesta mesma fase foram projetados os Critérios de Inclusão (CI) e os Critérios de Exclusão (CE) dos trabalhos obtidos.

Na fase de execução cada tecnologia previamente selecionada foi combinada com cada uma das subcategorias dos campos de interesse para a elaboração de *strings* de busca e realização de pesquisas nas bases de dados científicas. As bases de dados científicas selecionadas foram *IEEEExplore*, *ACM Digital Library*, *Computer Communication (Springer)*, *MPDI Sensors* e *Scopus*. Posteriormente, com os artigos colhidos através das buscas, partiu-se para a fase de sumarização, utilizando a ferramenta *TheEND* [<https://easii.ufpi.br/theend/>].

## 2.2. Questões de Pesquisa

Para nortear a sumarização e filtragem dos artigos, algumas questões de pesquisa (QP) foram formuladas:

- **QP1:** Quais as principais aplicações de IoT em HealthCare?
- **QP2:** Quais os maiores desafios de IoT em HealthCare?
- **QP3:** Quais as tecnologias mais relevantes em aplicações de IoT em HealthCare?

## 3 Resultados e Discussão

### 3.1 Principais Aplicações de IoT em HealthCare

#### 3.1.1. Monitoramento de Idosos

Na literatura revisada, a principal questão tratada no campo de monitoramento de idosos é a detecção de quedas. O desafio na detecção de quedas envolve principalmente a precisão e a confiabilidade dos sistemas. A precisão diz respeito a detectar uma queda quando uma queda realmente acontecer. Já a confiabilidade consiste no sistema não confundir movimentos do dia-a-dia (sentar, levantar, subir e descer escadas etc.) com quedas ou deixar de detectar uma queda quando ela acontecer.

Outro ponto importante no desafio de detecção de quedas é encontrar o equilíbrio entre a eficiência do sistema e o conforto do paciente. Na proposta de Lopes et al [2018], há a preocupação com o conforto do paciente ao utilizar o dispositivo vestível,

sendo este utilizado no tronco (buscando um meio termo entre conforto e viabilidade, apesar das menores taxas de precisão e de confiabilidade). Já a proposta de Yacchirema et. al. [2018] utiliza o dispositivo na cintura (abordagem que mostra melhores resultados de precisão), mas é a mais desconfortável para o uso no dia-a-dia.

### 3.1.2 Aplicações em ambientes hospitalares

Para a área de saúde os maiores ganhos estão direcionados aos hospitais. Meola, [2016] aponta aspectos positivos na efetiva manutenção de equipamentos hospitalares, no acompanhamento da saúde da população em tempo real, no monitorando através de sensores externos e internos ao corpo humano alertando-os de possíveis variações danosas. Com isso, há a redução de gastos na saúde, tanto pública como privada, bem como podem ser reduzidos problemas mais graves através da prevenção monitorada, possibilitando o ganho na qualidade de vida para a sociedade como um todo.

## 3.2. Desafios de IoT em HealthCare

### 3.2.1. Segurança e Privacidade

A segurança em sistemas de IoT pode ser pensada em três níveis: *Body Area Network* (BAN), *Home Area Network* (HAN) e *Wide Area Network* (WAN) [Diba et al., 2018]. BAN refere-se aos dispositivos sensores que são acoplados ao corpo do paciente, enquanto HAN refere-se ao *gateway* que em geral está presente nos sistemas de IoT. Por fim, WAN diz respeito ao servidor de destino, onde os dados são armazenados e analisados por especialistas.

Para minimizar os atrasos na transmissão de dados e assegurá-los a nível de HAN, Diba et al. [2018] propõe uma solução baseada em um sistema que se beneficia da presença de múltiplas tecnologias de acesso por rádio (multi-RATS - *Radio Access Technology*) que combina vários tipos de tecnologia de acesso rádio (5G, NR, UMTS, LTE, Wi-Fi etc) pra prover um serviço, otimizando o tempo de transmissão de dados e informações secretas, dividindo os dados a serem transmitidos proporcionalmente para cada RAT.

A segurança a nível de BAN ainda é um desafio maior para os desenvolvedores e fabricantes de dispositivos. Hale et al., [2015] destaca que quanto ao desenvolvimento de tecnologias vestíveis, a maior parte dos pesquisadores e engenheiros de hardware e software focam em estender a vida útil das baterias, minimizar o custo computacional, diminuir o tamanho e resolver problemas de interação humano-computador. A segurança ainda é um campo pouco explorado.

A nível de WAN, a segurança diz respeito principalmente à proteção dos dados contra vazamentos. Abouzakhar et al. [2017] destaca o crescimento do uso de bancos de dados *NoSQL* (*Not Only SQL*), um modelo de banco de dados pós-relacional que, dentre outras diferenças dos modelos de banco de dados SQL, não utiliza a linguagem SQL para consultas. Esse tipo de banco de dados tem se tornado popular em sistemas de IoT por oferecer alta performance de operações, facilidade de desenvolvimento e alta disponibilidade (um exemplo popular é o *MongoDB*).

### 3.2.2 Monitoramento em áreas remotas

Já existem sensores corporais, que são pequenos dispositivos implantados no corpo humano ou sob a roupa e que são geralmente utilizados para coletar diversos dados relativos aos sinais vitais de quem os utiliza [Yuce 2013]. Esses sensores possuem capacidades de comunicação sem fio, aumentando assim o conforto e a mobilidade do usuário e não impedindo suas atividades normais enquanto o monitoramento é realizado [Sebestyen et al. 2014].

À medida que o número de dispositivos conectados à IoT cresce, surgem novos desafios. Dentre eles está a vida útil das baterias dos dispositivos, muitos dos quais não podem ser conectados a um carregador comum. Há também padrões de IoT no setor de saúde que estão sendo desenvolvidos, mas ainda estão longe da implementação.

### 3.3. Tecnologias em aplicações de IoT em HealthCare

#### 3.3.1. Protocolos

Ao desenvolver uma aplicação de IoT, uma das principais escolhas é dos protocolos que serão utilizados. Um bom protocolo de IoT necessita dar suporte a transmissão de dados com segurança, agilidade e demandar pouco esforço computacional, economizando, assim, energia dos dispositivos. Outros requisitos importantes identificados na literatura são: tolerância a erros (idealmente a taxa de erros precisa ser de zero para evitar erros de diagnóstico), largura de banda (o protocolo precisa ser capaz de operar eficientemente em baixas larguras de banda) e segurança (os dados transmitidos precisam ser protegidos de espionagem e de alteração por terceiros) [Babu et al., 2018].

Um dos motivos para a grande utilização do *6LowPAN* pode ser sua característica de operar com aplicações baseadas em IP [Tabish et al., 2013]. O protocolo foi criado para padronizar os projetos que operam sobre o IEEE 802.15.4, utilizando IPv6 sobre Redes Sem fio de Baixa Energia (*Low Power Wireless Personal Area Networks – LR-WPAN*). Suas características incluem compressão eficiente de cabeçalho, autoconfiguração de rede ao utilizar descoberta de vizinhos, suporte a *unicast*, *multicast* e *broadcast*, fragmentação e suporte a roteamento IP utilizando RPL (*Routing Protocol For Low Power Lossy NetWorks*) [Tabish et al., 2013].

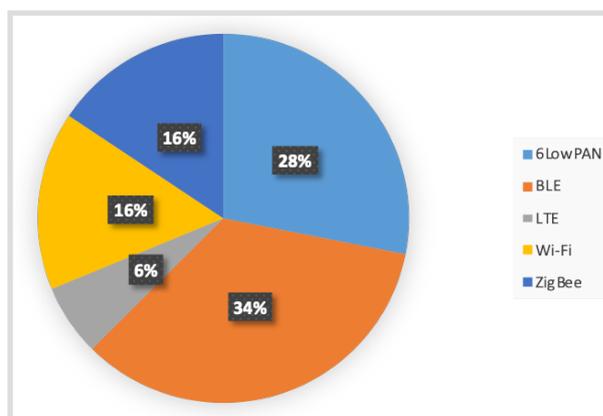


Figura 1: relação de protocolos utilizados por artigos

## 4 Conclusão

Este estudo ressalta que a IOT já está sendo utilizada em rotinas de saúde domiciliar e âmbito hospitalar, principalmente no que tange à duas categorias distintas: saúde do idoso e aprimoramento de dispositivos e de procedimentos em meio hospitalar.

No que tange à saúde do idoso, sugere-se o desenvolvimento de futuros estudos que investiguem a relação de conforto e confiabilidade desses dispositivos na população idosa. Por se tratar de uma população vulnerável, uma vez que os dispositivos não promovam conforto, a adesão ao serviço estaria prejudicada e conseqüentemente a fidedignidade dos dados registrados via IoT podendo acarretar em diagnósticos errôneos e condutas terapêuticas desnecessárias.

Em relação aos protocolos de rede, sugere-se o desenvolvimento de estudos que estabeleçam uma relação de comparação entre os 2 modelos discutidos neste estudo, 6LowPAN e BLE, com relação às características importantes destes para IoT como segurança, consumo de energia, tolerância à falhas.

Dessa forma, este trabalho contribui para o avanço na área da informática, fortalecendo o incentivo a futuros trabalhos na linha de tecnologias computacionais para desenvolvimento, inovações e adaptações das tecnologias já existentes em HealthCare.

## Referências

- Medeiros, Flaviani Souto Bolzan; Colpo, Iliane; Schneider, Vanessa Andréia;Carvalho, Patrícia Stefan de. (2018). **Internet Of Things: uma investigação do conhecimento científico em artigos acadêmicos na última década**. Revista eletrônica de administração e turismo, v. 12, n-7, Julho- Dezembro/2018..b
- Abouzakhar, N. S., Jones, A. and Angeloupoulou, O. (2017) **Internet of Things Security: A Review of Risks and Threats to Healthcare Sector**. 2017 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData)
- Babu, S., Shaji, S. P., Vishwanatham, A., Sundar, K. V. S., Reddy T, A. S., Sanagapati, S. S. S. and Mohanty, S. (2018), **Adapting BLE Protocol For Medical Standard ECG Transmission**. Scopus Access.
- Cantanhede, R. F.; Silva, C. E. (2015). **Uma Proposta de Sistema de IoT para Monitoramento de Ambiente Hospitalar**.
- Diba, R., Yaacoub, E., Al-Husseini, M., Noura, H., Abualsaud, K., Khattab, T. and Guizani, M. (2018) **A Simple Approach for Securing IoT Data Transmitted over Multi-RATs**. IEEE Access, 978-1-5386-270-0/18.
- Hale, M. L., Ellis, D., Gamble, R., Walter, C. and Lin, J. (2015) **SecuWear: An open source, multi-component hardware/software platform for exploring wearable security**. IEEE International Conference on Mobile Services
- He, W., Goodkind, D. and Kowal, P. (2016) **An Aging World : 2015 International Population Reports**. doi:P95/09-1

- Kitchenham, B., Charters S. (2007). **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. Vol 2.3 EBSE Technical Report, EBSE-2007-01, Software Engineering Group, School of Computer Science and Mathematics, Keele University, Keele, UK.
- Lópes, A., Pérez, D., Ferrero, F. J. and Postolache, O. (2018) **A Real-Time Algorithm to Detect Falls in the Elderly**. IEEE Access, 978-1-5386-3392-2/18.
- Mellen, M., (2016) **Cybersecurity Predictions: Ransomware and SaaS Challenges Persist in HealthCare**. Disponível em <[www.researchcenter.paloaltonetworks.com/2016/12/2017-cybersecurity-predictions-ransomware-saas-challenges-persist-health-care/](http://www.researchcenter.paloaltonetworks.com/2016/12/2017-cybersecurity-predictions-ransomware-saas-challenges-persist-health-care/)>
- Meola, A. (2016). **How IoT in education is changing the way we learn**. Disponível em <<http://www.businessinsider.com/internet-of-things-education-2016-9>> Acessado em 13 de junho de 2019.
- Oliveira, José Lucas Sousa de; Silva, Rogério Oliveira da (2017). **A internet das coisas (IOT) com enfoque na saúde**. Tecnologia em Projeção, volume 8, número 1, ano 2017. p. 83.
- Qi, J.; Yang, P.; Min, G.; Amft, O.; Dong, F.; Xu, L. (2017). **Advanced internet of things for personalised healthcare systems: a survey**. Pervasive and Mobile Computing, v. 41, p. 132- 149, October 2017.
- Sebestyen, G., Hangan, A., Oniga, S., Gal, Z. (2014) **e-Health solutions in the context of Internet of Things**. Proceedings of the 2014 International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics. Romania, IEEE, pp. 1-6.
- Sobral, J. V. V.; Rodrigues, J. J. P. C.; Rabelo, R. A. L.; Lima Filho, J. C.; Sousa, N.; Araujo, H. S.; Holanda Filho, R.(2018). **A framework for enhancing the performance of internet of things applications based on RFID and WSNs**. Journal of Network and Computer Applications, v. 107, p. 56-68, April 2018.
- Tabish, R., Mnaouer, A. B., Touati, F. and Ghaleb, A. M. (2013) **A Comparative Analysis of BLE 6LowPAN For U-HealthCare Applications**. IEEE GCC Conference and exhibition, Doha, Qatar.
- Yacchirema, D., Puga, J. S., Palau, C. and Esteve, M. (2018) **Fall detection system for elderly people using IoT and Big Data**. The 9<sup>th</sup> International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies.
- Yuce, M. R. (2013) **Recent wireless body sensors: Design and implementation**. Proceedings of the 201. IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on RF and Wireless Technologies for Biomedical and Healthcare Applications. USA, IEEE Computer Society, pp. 1-3.