

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

Mayk Suell da Silva Castro¹, Erico Meneses Leão²

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].

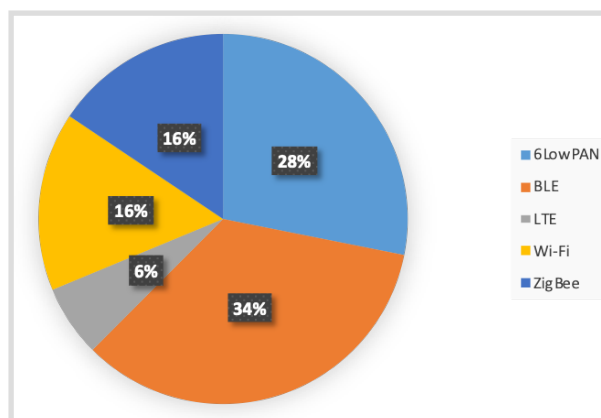


Figura 1: relação de protocolos utilizados por artigos

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/>
- 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 9th 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.