

ESTUDO DO IMPACTO DO USO DE SENSORES IOT EM REDES COMPUTACIONAIS DE INSTITUIÇÕES DE SAÚDE

Gabriel Krauss Costa¹ (IC), Edvard Martins de Oliveira (PQ)¹

¹UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá.

Palavras-chave: Computação em borda. Elementos de rede. IoT. Rede de computadores.

Introdução

A Internet das Coisas (IoT) possui várias definições, sendo que a mais utilizada pelos pesquisadores é retratada como a conexão de objetos físicos à internet, ao manusear objetos analógicos como sensores e microcontroladores que, por sua vez, permitem a coleta e transmissão de dados em rede [ATZORI; IERA; MORABITO, 2010].

Atualmente, com o constante avanço da tecnologia, a IoT está sendo aplicada em diversos tipos de equipamentos, os mais conhecidos são: os sistemas “vestíveis”, tais como relógios e pulseiras digitais, que em sua maioria monitoram a frequência cardíaca, sistemas de estacionamento, que através de um sensor de movimento possibilita a visualização de quais vagas estão disponíveis, e sistemas térmicos, que determinam a temperatura exata de uma geladeira ou forno, além de outros dispositivos [KIRAN et al., 2020].

Em virtude da constante coleta de dados realizada por esses equipamentos, explora-se a atuação destes em redes de computadores hospitalares, onde, assim que implementados corretamente, teriam a possibilidade de auxiliar a localizar tanto pessoas quanto objetos (médicos, funcionários, pacientes e macas) além de coletar e transmitir informações de forma automática [KASHANI et al., 2021].

Entretanto, o uso contínuo de equipamentos IoT pode ocasionar em um grande aumento na frequência de transmissão de dados, que pode proporcionar sobrecarga de informações, ocasionando na perda de dados, queda de rede e de energia. Tal inconveniência pode inviabilizar o uso desses dispositivos em ambientes hospitalares, que por sua vez precisam de energia e de toda informação possível sobre os pacientes, sendo essas cruciais para sua saúde [WOO; LEE; PARK, 2018].

Diante disso, esse trabalho tem por foco a elaboração do esboço preliminar de uma rede que possa agregar equipamentos IoT, com o intuito de facilitar o compartilhamento de informações, ao empregar uma abordagem que reduz a quantidade de dados enviados para a nuvem, de forma a aumentar a velocidade do processamento e segurança de informações.

A fim de viabilizar o uso desses dispositivos em ambientes hospitalares, este trabalho pretende avaliar um ambiente de redes de computadores equipada com instrumentos IoT através de simulações.

No trabalho de Nwebonyi observa-se um foco em diminuir os custos ao minimizar a perda de dados em redes IoT. Além disso, Nwebonyi aplica em sua pesquisa uma metodologia que auxilia na escalabilidade de seu projeto. No presente estudo, almeja-se pelo mesmo objetivo, porém através de uma abordagem diferente,

Tabela 1 - Comparação de características de artigos relacionados

| | Este Trabalho | Nwebonyi | Woo | Farahani | Ray | Vilela |
|---------------------------|-----------------|----------|-----|----------|-------------|---------|
| Simulador | IoTSim- Osmosis | PeerSim | X | X | IoTSim-Edge | iFogSim |
| Computação em Borda | ✓ | ✓ | X | ✓ | ✓ | ✓ |
| Exemplo Estrutura de Rede | ✓ | X | ✓ | X | ✓ | ✓ |
| Análise da Rede | ✓ | X | ✓ | X | ✓ | ✓ |
| Energia | ✓ | - | X | - | ✓ | ✓ |
| Tempo de Processamento | ✓ | - | ✓ | - | ✓ | X |
| Performance | ✓ | - | ✓ | - | ✓ | ✓ |
| Confiabilidade | ✓ | - | ✓ | - | X | X |

onde é utilizado um exemplo de rede base, que facilita na análise de suas propriedades.

O artigo de Woo apresenta um viés da pesquisa de um sistema IoT que seja seguro para instituições hospitalares, além de, assim como este trabalho, buscar por um sistema que seja confiável, ou seja, que apresente resultados esperados.

Farahani por sua vez, expõe um estudo detalhado sobre os desafios e possibilidades sobre o uso de uma rede IoT em instituições de saúde, mostrando exatamente o problema que o presente trabalho tenta solucionar através da computação de borda.

As pesquisas de Ray e Vilela coincidem com os parâmetros do presente estudo, uma vez que elas mostram uma rede IoT e analisam algumas de suas características, como por exemplo seu consumo de energia e tempo de resposta.

Metodologia

Para avaliar a instalação de dispositivos IoT em instituições de saúde foram analisados três simuladores, todos implementados com base no código do simulador CloudSim. Após a verificação de cada um, foi escolhido o simulador IoTSimOsmosis devido ao seu amplo número de exemplos e dados base, fornecidos pelo desenvolvedor, os quais facilitam na compreensão de sua configuração.

O simulador é separado em quatro camadas principais: dispositivos IoT, borda (edge), nuvem (cloud) e rede (SD-WAN). Cada camada é dividida em entidades responsáveis por atribuir valor aos elementos da rede.

Os dispositivos IoT são responsáveis por obter informações (temperatura, localização, movimento) e passá-las para a borda, que por sua vez executa tarefas como distribuição, armazenamento e processamento de dados. Os pacotes filtrados pela borda são enviados para a nuvem através da rede, que em seguida os armazena e os analisa com maior profundidade [ALWASEL et al., 2021; VILELA et al., 2021].

Apesar dos vários exemplos de redes computacionais de simuladores de IoT, não foi encontrado um no qual a ideia proposta pela pesquisa se encaixasse. Portanto, na concepção de realizar experimentos simples, a rede apresentada na Figura 1 foi elaborada.

Com o intuito de iniciar os experimentos, utilizou-se um dos códigos disponibilizados pelo desenvolvedor como base, reaproveitando e alterando parâmetros que fossem relevantes ao montar a rede.

Essa estrutura utilizada utiliza da computação em borda, caracterizada por reduzir a necessidade de a nuvem processar dados, a fim de interromper o congestionamento de informações.

Figura 1 – Ilustração simplista do funcionamento de uma rede de computação em borda

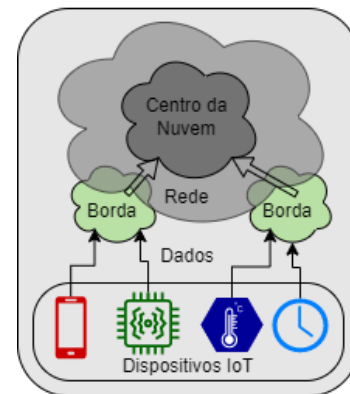
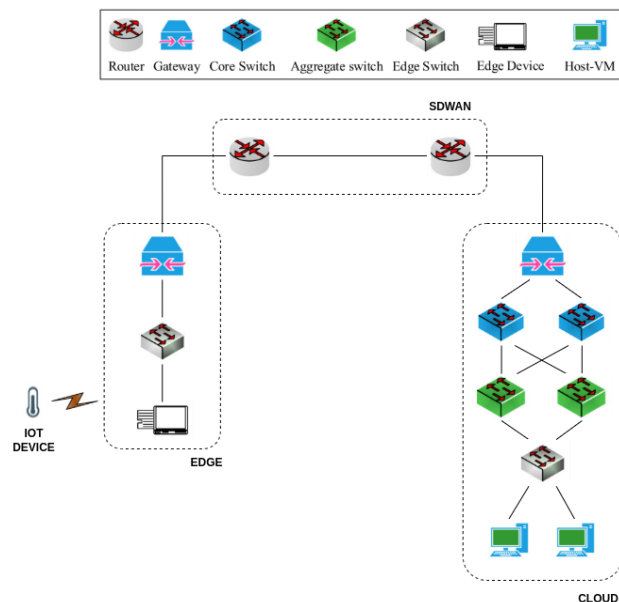


Figura 2 – Rede de computadores utilizada.



A partir de análises em artigos, averiguou-se que seria utilizada um processador Intel Core i7-4800MQ para os hosts da nuvem, que precisam ter capacidade computacional alta [MÄKINEN; JIMÉNEZ; MORABITO, 2017]. Os valores para cada uma das outras entidades e características da simulação ainda não são definitivos, portanto, utilizou-se dos valores padrões dos exemplos fornecidos pelo desenvolvedor.

Assim que o programa é preenchido e inicia-se a simulação, os resultados são apresentados em um arquivo .txt separado, no qual existem informações importantes sobre o funcionamento da rede. Nele é possível verificar o tempo que cada dado enviado pelo dispositivo IoT leva para ser processado, além de mostrar o consumo de energia de cada elemento da rede (switches, hosts e dispositivos IoT).

Resultados e Discussão

A partir da análise dos dados mostrados pelo simulador, é possível visualizar que o tempo de processamento das informações aumenta drasticamente à medida em que dados são produzidos (Gráfico 1). Tal fenômeno pode ocorrer por conta de um dos fatores:

- Largura de banda muito pequena entre links, que pode causar congestionamento de dados transmitidos.
- Planejamento inadequado dos links de switches. A partir de uma outra parte dos resultados, onde é mostrado o uso de energia de cada elemento na rede, pode-se verificar que existem dispositivos que não gastam energia, ou seja, não são ligados (marcados na Figura 3). Isso pode acarretar em bloqueio de banda e perda de dados, provocando o atraso no processamento.

No Gráfico 1 é possível analisar que a capacidade computacional não interfere tanto no atraso de informações, uma vez que o tempo de processamento das camadas de borda e nuvem apresenta um valor muito pequeno em comparação com o resultante. Demonstrando que o verdadeiro problema está na transmissão de dados entre os dispositivos IoT e as MELs.

Gráfico 1 – Relação entre tempo e número de transmissões.

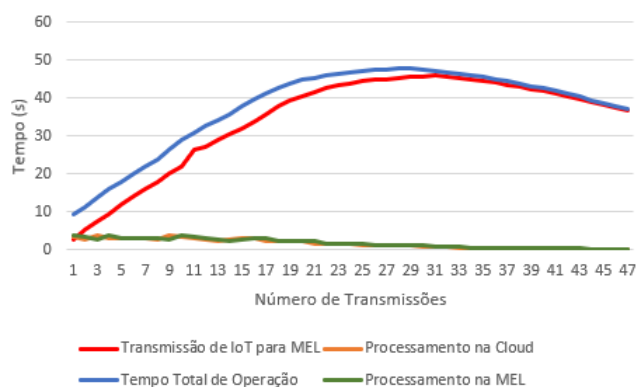


Figura 3 – Resultados do consumo de energia.

```
=====  
Host Power Consumption =====  
Cloud_1: host1: 0.0  
Cloud_1: host2: 2.9890448259156384  
=====  
Switch Power Consumption =====  
Cloud_1: dc1_gateway: 0.006554743333330529  
Cloud_1: core1: 0.006554743333330529  
Cloud_1: core2: 0.0  
Cloud_1: aggregate1: 0.006554743333330529  
Cloud_1: aggregate2: 0.0  
Cloud_1: edge1: 0.006554743333330529  
Cloud_1: edge2: 0.0  
=====  
Total Power Consumption =====  
Host energy consumed: 2.9890448259156384  
Switch energy consumed: 0.026218973333322116  
Total energy consumed: 3.0152637992489604  
  
=====  
Host Power Consumption =====  
Edge_1: edgeDevice_1: 4.605661925823046  
=====  
Switch Power Consumption =====  
Edge_1: edge1_gateway: 0.006554743333330529  
Edge_1: edge1: 0.006554743333330529  
=====  
Total Power Consumption =====  
Host energy consumed: 4.605661925823046  
Switch energy consumed: 0.013109486666661058  
Total energy consumed: 4.618771412489707
```

Conclusões

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade da instalação de dispositivos IoT em instituições de saúde, a partir de simulações elaboradas para apresentar resultados como tempo de processamento e potencial elétrico utilizado.

Durante a pesquisa, notou-se que a rede apresentou atrasos na transmissão de dados, que não condizem com a literatura, e por isso acredita-se que exista algum erro na parte de atribuição de parâmetros das conexões entre IoTs e MELs. Além disso, alguns equipamentos da rede não estão sendo ligados durante a aplicação, o que pode agregar para que haja um atraso na comunicação.

Para futuros estudos, sugere-se a realização de análises mais aprofundadas a respeito dos componentes que influenciam no intervalo de tempo entre o início e término das operações, a fim de otimizar esse parâmetro e garantir a estrutura correta dos elementos da rede IoT.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fornecimento da bolsa por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC).

Referências

ALWASEL, Khaled et al. **IoTSim-Osmosis**: A framework for modeling and simulating IoT applications over an edge-cloud continuum. *Journal of Systems Architecture* 116, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2020.101956>. Acesso em: 05 jun. 2022.

ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. **The Internet of Things**: A survey. *Computer Networks*, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>. Acesso em: 22 ago. 2022.

FARAHANI, Bahar. **Towards fog-driven IoT eHealth**: Promises and challenges of IoT in medicine and healthcare. *Future Generation Computer Systems*, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.04.036>. Acesso em: 21 ago. 2022.

KASHANI, Mostafa H. et al. **A systematic review of IoT in healthcare**: Applications, techniques, and trends. In *Journal of Network and Computer Applications* (Vol. 192). Academic Press, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2021.103164>. Acesso em: 22 ago. 2022

KIRAN, Sai K. V. V. N. L. et al. **Building a Intrusion Detection System for IoT Environment using Machine Learning Techniques**. *Procedia Computer Science*, 171, 2372–2379. India, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.257>. Acesso em: 10 jun. 2022.

MÄKINEN, Allu; JIMÉNEZ, Jaime; MORABITO, Roberto. **ELIoT**: Design of an Emulated IoT Platform. *IEEE Xplore*, 2017.

NWEBONYI, Francis N. **Security and Fairness in IoT Based e-Health System**: A Case Study of Mobile Edge-Clouds. *IEEE*. 2019.

RAY, Partha P. et al. **Edge computing for Internet of Things**: A survey, e-healthcare case study and future direction. *Journal of Network and Computer Applications*, 140, 1–22. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.05.005>. Acesso em: 10 jun. 2022.

VILELA, Pedro et al. **A Critical Analysis of Healthcare Applications over Fog Computing Infrastructures**. 2018 3rd International Conference on Smart and Sustainable Technologies, SpliTech 2018.

WOO, Min W.; LEE, Jong W.; PARK, Kee H. **A reliable IoT system for Personal Healthcare Devices**. *Future Generation Computer Systems*, 78, 626–640. Coreia, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.04.004>. Acesso em: 10 jun.