

FALHAS EM RESPIRADORES MECÂNICOS NO CONTEXTO DE IOT

Arley W. N. da Silva, Luciana P. Oliveira, Leonardo N. Carneiro, José Humberto. da S. S. Santos (IFPB, Campus João Pessoa)

E-mails: arley.willer, leonardo.nunes, humberto.santos@academico.ifpb.edu.br, luciana.oliveira@ifpb.edu.br.

Área de conhecimento:(Tabela CNPq): 1.03.03.04-9 Sistemas de Informação.

Palavras-Chave: respirador; falha; Internet das Coisas.

1 Introdução

A pandemia causada pela propagação do novo coronavírus SARS-CoV-2 originou-se na cidade de Wuhan, província de Hubei, na China. A doença resulta em uma insuficiência respiratória hipoxêmica aguda, a qual culmina na Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo - SDRA [1]. Desta forma, a ventilação mecânica (VM) é utilizada no tratamento de pacientes com SDRA. Contudo, o ventilador mecânico [2] do tipo não invasivo pode provocar um aumento de mortalidade dos pacientes, além de aumentar a disseminação e risco de infecção [3].

De acordo com [4], Internet of Things (IoT) é a interligação de redes físicas de dispositivos, veículos, edifícios e outros itens eletrônicos associados com softwares, sensores, atuadores e conectividade de rede que permitem a esses objetos coletar e trocar dados. Dentre os vários serviços relacionados a IoT, destaca-se a Internet of Medical Things (IoMT) uma coleção de dispositivos médicos e de condicionamento físico e aplicativos que se conectam aos sistemas de TI da área de saúde por meio de redes de computadores online [5].

Soluções IoMT tendem a ser potencialmente críticas [6], a exemplo do monitoramento remoto cujo propósito é viabilizar uma resposta médica urgente. Assim pacientes não precisam permanecer no hospital graças aos sistemas de monitoramento remoto. Diferentemente do monitoramento baseado em Holter [7], com IoMT é possível realizar uma análise das condições do paciente em tempo real, como assistência médica em caso de infarto [8] ou monitorar parâmetros da respiração como e feito pelo RePulmo e pelo A-spiro [9].

Este trabalho não encontrou estudos relacionados a falhas em VM associados a IoT. Portanto, o objetivo principal desta pesquisa baseada em revisão sistemática da literatura é investigar e extrair informações relacionadas a falhas em VM e recomendar trabalhos futuros de soluções de IoT para tratar falhas em VM.

2 Materiais e Métodos

Esta pesquisa é de natureza exploratória, pois foram realizadas investigações em pesquisas científicas, a exemplo de [10] e [11]. Especificamente, foi realizada uma revisão sistemática da literatura (SLR) que, conforme [12], visa identificar, avaliar e resumir os resultados de todos os estudos individuais relevantes. Nesta diretriz, buscas em bases eletrônicas foram realizadas, com obtenção dos dados no formato “.bib”, os quais foram gerenciados pela ferramenta StArt. Para isso, este estudo seguiu três fases: planejamento (definição de questões de pesquisa, critérios de inclusão e exclusão), execução (identificação dos principais trabalhos e extração dos dados) e análise (resultados em gráficos, tabelas e descrições).

Esta revisão identificou dados sobre ventiladores mecânicos e suas relações com vários cenários de uso no período de 1960 a maio de 2020: ambiente de utilização (na UTI / em ambiente doméstico) e com pacientes em estados diversos (com enfermidade crônica, em processo de desmame, em mobilização precoce, com SDRA). Buscas nas principais bases de dados da área médica e da computação foram realizadas, a saber: PubMed, IEEE, Web of Science, ACM, Science Direct. As palavras-chave foram “breather”, “respirator” e “ventilator”.

A fim de compreender as avaliações dos estudos sobre ventilação mecânica e IoT, este trabalho de revisão sistemática formulou três questões, cujas as respostas serão apresentadas na última fase da pesquisa:

- 1 - Quantos artigos foram selecionados (áreas médica e computação)?

2 - Quais os tipos de falhas (área da saúde ou industrial)?

3 - Quais recomendações para trabalhos futuros que conduzirão soluções de IoT para VM?

A busca nas bases eletrônicas identificou 32701 artigos e foram utilizados critérios de inclusão e exclusão para se alcançar um quantitativo de trabalhos para uma análise viável.

3 Resultados e Discussão

Um total de 115 artigos foram selecionados por esta revisão sistemática e 32586 foram excluídos. A partir dos artigos selecionados, notou-se que não existe uma revisão da literatura no contexto de IoT, falhas em VM e dispositivos médicos. Além disso, os seguintes itens foram identificados: os estudos atuais não contemplam falhas em dispositivos médicos no contexto de COVID-19 em profundidade; nenhum estudo avalia a associação de IoT com otimização de dispositivos médicos; embora alguns estudos apresentem a estrutura de revisão sistemática, não há um método de seleção de pesquisa claro e correlacionado com IoT.

3.0.1 Quantos artigos foram selecionados (áreas médica e computação)?

Um total de 76 trabalhos abordaram o assunto de respiradores mecânicos, sendo 69 na área médica e apenas 7 na área de ciência da computação. Por isso, os pontos mais relevantes para construção de soluções de IoT no contexto de COVID-19 foram extraídos dos 7 artigos pertencentes a área da computação.

3.0.2 Quantos artigos foram selecionados (áreas médica e computação)?

A respeito das falhas encontradas, apenas 3 artigos trataram de falhas em equipamentos médicos, ao passo que 1 artigo abordou falhas em ventilador industrial.

3.0.3 Quais recomendações para trabalhos futuros que conduzirão soluções de IoT para VM?

Pesquisas futuras devem realizar experimentos que analisem aplicações de IoT na ventilação mecânica, pois não existem trabalhos nesta perspectiva. Outro aspecto diz respeito ao baixo percentual de trabalhos que tratam da VM em bebês e crianças (14%) pode indicar alguns cenários, por exemplo: que o tratamento seja evitado para esse grupo etário; que não haja muitas complicações relacionadas para estes pacientes; que existam poucas pesquisas nesta linha. Assim, investigações de soluções de Internet das Coisas associadas a VM em pacientes não adultos podem ser exploradas.

Ainda respondendo a terceira questão, o ventilador mecânico opera com diversos parâmetros que são ajustados conforme o quadro clínico do paciente. Nesta revisão sistemática, notou-se que 35 artigos (46%) tratam da VM em condições clínicas de sedação, mobilização precoce, de pacientes em desmame e em outros estados. Estudos da VM e condição clínica do paciente (estado do paciente) podem identificar necessidades específicas. Inclusive, avaliar o uso de soluções de IoT relacionados aos parâmetros da VM. Dito isto, como sugestão de trabalhos futuros, explorar integrações de IoT com VM para extração de parâmetros respiratórios em tempo real. Por fim, VM doméstica foi identificada em 5,6% dos artigos analisados.

4 Considerações Finais

A VM ganhou destaque no cenário de pandemia da COVID-19. A IoT na área médica pode contribuir na condição de pacientes com problemas respiratórios, a exemplo do RePulmo e A-spiro.

Os resultados apresentados desta SLR buscaram investigar e extrair informações relacionadas a falhas em equipamentos usados na área de saúde. Além disso, recomendar trabalhos futuros de soluções de IoT para tratar falhas em ventiladores mecânicos.

Após análise dos artigos, foram propostas duas classificações: o uso da VM em ambiente de UTI e o uso da VM em ambiente doméstico, sendo duas as principais características observadas: uso da VM em pacientes em sedação, em mobilização precoce, em desmame e com SDRA; e predominância da VM em pacientes adultos.

Os resultados desta SLR apontaram algumas lacunas, como o baixo número de estudos que relacionam IoT ao contexto de COVID-19, poucas pesquisas sobre VM em pacientes não adultos e classificações de VM conforme o quadro clínico do paciente.

Portanto, os resultados descritos neste trabalho têm a possibilidade de serem um ponto de partida para pesquisas relacionadas a COVID-19 no contexto de IoT.

Agradecimentos

Agradecemos à Chamada INTERCONNECTA 2021 do IFPB pelo apoio a esta pesquisa.

Referências

- [1] Guerin, Claude, e Patrick Lévy. "Easier Access to Mechanical Ventilation Worldwide: An Urgent Need for Low Income Countries, Especially in Face of the Growing COVID-19 Crisis". *European Respiratory Journal*, vol. 55, nº 6, junho de 2020, p. 2001271. DOI.org (Crossref), doi:10.1183/13993003.01271-2020.
- [2] Iyengar, Karthikeyan, et al. "Challenges and Solutions in Meeting up the Urgent Requirement of Ventilators for COVID-19 Patients". *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research Reviews*, vol. 14, nº 4, julho de 2020, p. 499–501. DOI.org (Crossref), doi:10.1016/j.dsx.2020.04.048.
- [3] Bellani, Giacomo, et al. "Noninvasive Ventilation of Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. Insights from the LUNG SAFE Study". *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, vol. 195, nº 1, janeiro de 2017, p. 67–77. DOI.org (Crossref), doi:10.1164/rccm.201606-1306OC.
- [4] M. Ersue, Ed, et al. *Management of Networks with Constrained Devices: Use Cases*. 2015. www.rfceditor.org, <https://www.rfceditor.org/info/rfc7548>.
- [5] De Michele, Roberta, e Marco Furini. "IoT Healthcare: Benefits, Issues and Challenges". *Proceedings of the 5th EAI International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good, Association for Computing Machinery*, 2019, p. 160–164. ACM Digital Library, doi:10.1145/3342428.3342693.
- [6] Arthur Gatouillat, Youakim Badr, Bertrand Massot, Ervin Sejdic. *Internet of Medical Things: A Review of Recent Contributions Dealing with Cyber-Physical Systems in Medicine*. *IEEE internet of things journal*, IEEE, 2018, 5 (5), pp.3810 - 3822. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal01836236/document>
- [7] Vishnu, S., et al. "Internet of Medical Things (IoMT) – An overview". *2020 5th International Conference on Devices, Circuits and Systems (ICDCS)*, IEEE, 2020, p. 101–04. DOI.org (Crossref), doi:10.1109/ICDCS48716.2020.243558.
- [8] Hall, Zac. "How Apple Watch Saved One Man's Life — and How It's Empowering Him after His Heart Attack". *9to5Mac*, 15 de dezembro de 2017, <https://cutt.ly/LRuWchE>.
- [9] Nguyen, Hung, et al. "RePulmo: A Remote Pulmonary Monitoring System". *ACM SIGBED Review*, vol. 16, nº 2, agosto de 2019, p. 46–50. DOI.org (Crossref), doi:10.1145/3357495.3357501.
- [10] R. Farre, "Quality control of equipment in home mechanical ventilation: a European survey," *European Respiratory Journal*, vol. 26, no. 1, pp. 86–94, Jul. 2005, doi: 10.1183/09031936.05.00066904.
- [11] N. Dey, A. S. Ashour, F. Shi, S. J. Fong, and J. M. R. S. Tavares, "Medical cyber-physical systems: A survey," *J Med Syst*, vol. 42, no. 4, Mar. 2018, doi: 10.1007/s10916-018-0921-x.
- [12] P. Ganeshkumar and S. Gopalakrishnan, "Systematic reviews and metaanalysis: Understanding the best evidence in primary healthcare," *J Fam Med Primary Care*, vol. 2, no. 1, p. 9, 2013, doi: 10.4103/2249-4863.109934.