

QAI BioSensor: desenvolvimento de um protótipo em tempo-real para monitorização de agentes biológicos em ambientes interiores

Bárbara Andrade Carneiro^{1*}, Manuela Vieira da Silva²

¹ REQUIMTE/LAQV, ESS, Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto, Portugal, barbara.andrade9717@gmail.com

² REQUIMTE/LAQV, ESS, Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto, Portugal, mvsilva@ess.ipp.pt

* Autores correspondentes

Enquadramento: Em escolas, hospitais e lares, a QAI é crítica pois a exposição em interiores é prolongada e envolve populações vulneráveis. No entanto, a monitorização de rotina foca-se principalmente em dióxido de carbono e partículas, sem um indicador biológico contínuo. Métodos laboratoriais são essenciais, mas lentos para apoiar a decisão em tempo útil. **Objetivo:** Desenvolver um conceito de biossensor em tempo-real para estimar a carga biológica suspensa no ar interior, com aplicação potencial em ambientes de risco. **Métodos:** Foi realizada uma revisão sistemática seguindo o PRISMA 2020 [1], registada no PROSPERO, identificando 11 estudos sobre biossensores para bioaerossóis. As soluções foram tipificadas por princípio de deteção, amostragem e tempo de resposta. A partir dos dados levantados, desenhou-se um protótipo v1 em duas camadas: (i) vigilância contínua com recurso a câmara ótica com fluorescência UV e espalhamento [2]; e (ii) confirmação por *swab* e quantificação de ATP por bioluminescência [3]. **Resultados:** Os estudos indicam que a via ótica é a mais adequada para vigilância contínua sem materiais descartáveis, fornecendo um sinal indireto da carga biológica (fluorescência UV e espalhamento). A confirmação por ATP é uma leitura rápida que aumenta a fiabilidade e reduz falsos alarmes. No v1, o Índice de Carga Biológica é atualizado em janelas de 1 – 3 min e a confirmação é acionada quando a subida se mantém por 6 – 10 min. Propõe-se a v1.1 com cartuchos específicos “*on-demand*”, inspirada em biossensores rápidos após amostragem [4], e integração em edifícios no sistema AVAC. **Conclusões:** O QAI BioSensor propõe uma arquitetura em camadas – vigilância contínua e confirmação rápida – pensada para uso operacional em edifícios e para complementar os indicadores usuais de QAI. A abordagem privilegia simplicidade de implementação, leitura em tempo útil e possibilidade de escalabilidade para diferentes tipos de espaços.

Palavras-chave: qualidade do ar interior; bioaerossóis; biossensores.

Reconhecimentos

Financiamento: CISA - Centro de Investigação em Saúde e Ambiente, REQUIMTE/LAQV, ESS, Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto.

Referências

- [1] Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372: n71. <https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71>
- [2] Seo H, Jeong YS, Bae J, Choi K, Seo MH. Detection of micrometer-sized virus aerosols by using a real-time bioaerosol monitoring system. *Biosensors*. 2024; 14:27. <https://www.mdpi.com/2079-6374/14/1/27>
- [3] Liao L, Byeon JH, Park JH. Development of a size-selective sampler combined with an adenosine triphosphate bioluminescence assay for the rapid measurement of bioaerosols. *Environ Res*. 2021; 194:110615. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935120315127?via%3Dihub>
- [4] Kumar J, Xu M, Li YA, You SW, Doherty BM, Gardiner WD, et al. Capacitive biosensor for rapid detection of avian (H5N1) influenza and E. coli in aerosols. *ACS Sens*. 2025; 10:3381–3389. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssensors.4c03087>