

MESA DE DESINFECÇÃO BACTERIANA - BIOTABLE

Kamilly Cristina Ladislau Pinto, Sofia da Gloria Crescini Lessa, Bruno Michel Pera, Amanda Lira Gurgel de Albuquerque.

Colégio Técnico Univap Centro, Rua Paraibuna, 75 - Jardim São Dimas, São José dos Campos - SP, 12245-020, Brasil, kamicristine178@gmail.com.br, sofiaqc.lessa@gmail.com.br, bruno.pera@univap.br e amanda.lga.0902@gmail.com.

Resumo

As infecções nosocomiais representam um desafio significativo à saúde pública, exigindo alternativas inovadoras de biossegurança. Este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar um sistema de desinfecção bacteriana baseado no uso de LEDs vermelhos e roxos/UV, controlado por um microcontrolador ESP 32 e integrado a um aplicativo Android desenvolvido em Kotlin. A metodologia envolveu o levantamento de requisitos, a modelagem do sistema em UML, a construção do protótipo físico, a integração hardware–software e a validação funcional. O aplicativo permite o gerenciamento remoto dos ciclos de esterilização, com monitoramento em tempo real e geração de relatórios. Os testes confirmaram a eficiência da comunicação entre o ESP32 e o aplicativo, bem como a cobertura uniforme da iluminação no interior da cabine. O desenvolvimento do aplicativo evidenciou estabilidade, boa responsividade e integração eficaz com o módulo de controle, consolidando a automação do sistema e abrindo caminho para análises laboratoriais da eficácia do processo de desinfecção.

Palavras-chave: Biossegurança. Biofotônica. ESP 32. Desinfecção. Aplicativo Android.

Curso: Ensino Médio e Técnico em Informática.

Introdução

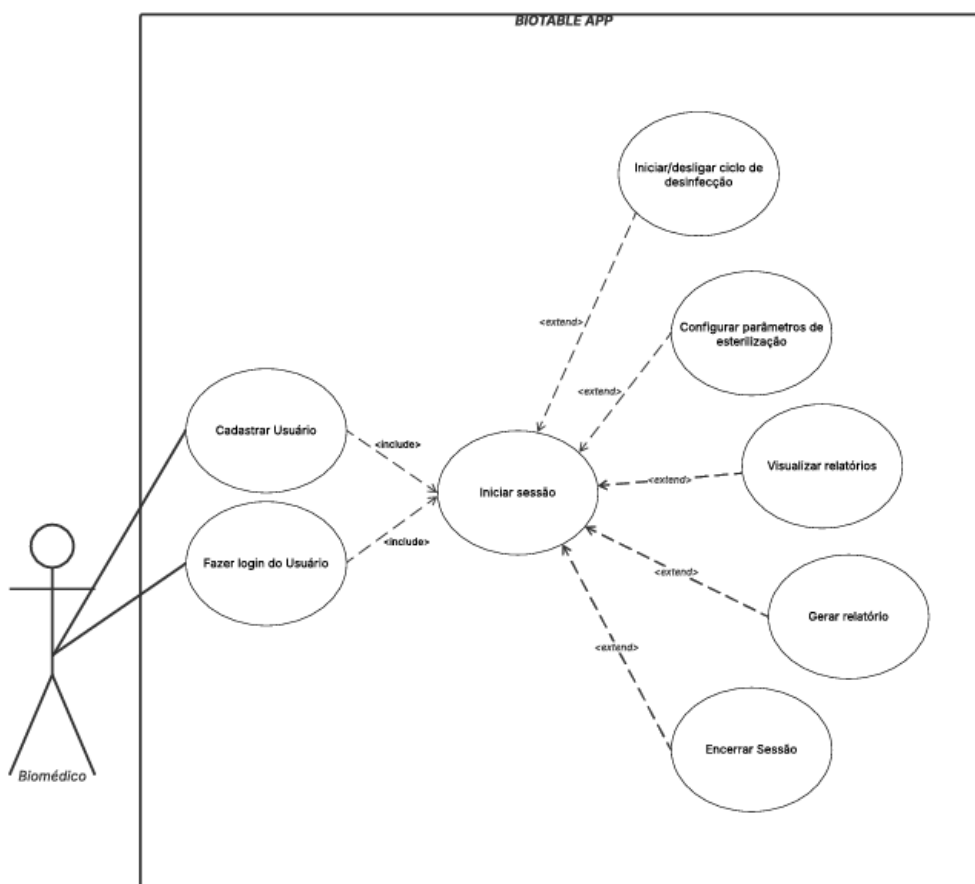
As infecções nosocomiais continuam sendo um desafio à saúde pública, uma vez que dispositivos médicos e objetos de uso rotineiro em ambientes hospitalares podem atuar como vetores de contaminação, ampliando os riscos para pacientes e profissionais (Mesquita et al., 2016). Dados recentes apontam que tais infecções afetam milhares de pacientes no Brasil a cada ano, refletindo a necessidade urgente de métodos eficazes de controle (Amodeo et al., 2023). A biossegurança, nesse contexto, busca prevenir e minimizar tais riscos, considerando fatores como patogenicidade, resistência a esterilização e virulência dos microrganismos (Teixeira; Valle, 1996). A biofotônica surge como alternativa inovadora ao empregar a luz em processos terapêuticos e de desinfecção. Estudos demonstram que a luz vermelha favorece a regeneração celular e a cicatrização (Monteiro, 2023), enquanto a luz azul-violeta apresenta potencial antimicrobiano ao induzir a produção de espécies reativas de oxigênio, eficazes na redução da carga bacteriana (Amodeo et al., 2023). Além disso, a integração da informática potencializa a automação e a otimização de processos de esterilização, permitindo maior controle por meio de sensores e módulos como o ESP 32 (Moreno et al., 2016; Britto, 2024). Diante desse cenário, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma mesa de desinfecção bacteriana utilizando LEDs roxos e vermelhos, controlada por um módulo ESP 32 e gerenciada por aplicativo Android. Este trabalho tem como objetivo demonstrar a viabilidade de um sistema portátil, econômico e eficiente para desinfecção bacteriana, por meio do desenvolvimento, implementação e avaliação de uma mesa equipada com LEDs roxos e vermelhos, controlada por um módulo ESP 32 e gerenciada por um aplicativo Android. Busca-se verificar o desempenho do protótipo quanto à redução da carga microbiana, ao baixo custo de produção e à praticidade de uso, de modo a contribuir para o avanço da biossegurança em ambientes laboratoriais e hospitalares.

Metodologia

A metodologia adotada consistiu no desenvolvimento de um sistema digitalizado para desinfecção bacteriana, composto por um aplicativo Android e um protótipo físico baseado no microcontrolador ESP32. O processo foi estruturado em seis etapas: levantamento de requisitos, seleção de tecnologias, desenvolvimento do aplicativo Android, montagem do protótipo físico, integração entre hardware e

software e validação funcional. No software, utilizou-se o **Android Studio** (Android Developers, 2024), com a linguagem Kotlin, escolhida pela segurança e concisão (Moskala; Wojda, 2017; Fernandes et al., 2023). A persistência de dados foi implementada com a biblioteca **Room**, garantindo consistência no armazenamento. O hardware foi construído com o **ESP 32**, devido ao baixo custo, conectividade Bluetooth/Wi-Fi e múltiplas GPIOs. LEDs de alta potência vermelhos (630 nm) e roxos/UV (395 nm) foram distribuídos em uma cabine de 30×30×30 cm, garantindo cobertura uniforme. A comunicação com o aplicativo foi implementada via **Bluetooth Serial**, permitindo iniciar ciclos, configurar intensidade luminosa e receber relatórios (Moreno et al., 2016; Britto, 2024). A modelagem do sistema foi apoiada por diagramas UML, como o **diagrama de caso de uso** (Figura 1).

Figura 1 – Diagrama de caso de uso do sistema *Biotable App*.



Fonte: Os autores, 2025

Resultados

O desenvolvimento evoluiu de forma consistente até a conclusão de todas as etapas previstas na metodologia. O aplicativo Android foi finalizado, oferecendo interface simples e eficiente para configurar tempo e intensidade luminosa, bem como registrar os ciclos de desinfecção. O protótipo físico, baseado no ESP32, também foi concluído, possibilitando o acionamento dos LEDs vermelhos e roxos/UV e estabelecendo comunicação estável com o aplicativo. O destaque desta fase foi a validação funcional do sistema. Testes práticos confirmaram que o protótipo executa corretamente os comandos enviados pelo aplicativo, ajustando intensidade e duração da luz conforme os parâmetros definidos. Essa validação demonstrou que a integração entre software e hardware atende aos requisitos estabelecidos, garantindo estabilidade, precisão e facilidade de operação.

Com esse resultado, o projeto alcançou um estágio sólido, no qual o protótipo está pronto para futuras análises de desempenho em condições laboratoriais, assegurando a viabilidade do sistema como solução para otimizar processos de biossegurança.

Figura 2 - Tela principal do *Biotable app*.



Fonte: Os autores, 2025.

Discussão

Os resultados obtidos demonstram que todas as etapas previstas na metodologia foram concluídas com sucesso, culminando na validação funcional do protótipo. O desenvolvimento do aplicativo Android, aliado à montagem do hardware baseado no ESP 32, mostrou-se adequado às necessidades do projeto e coerente com recomendações encontradas na literatura sobre automação e monitoramento de dispositivos para biossegurança (Britto, 2024; Moreno et al., 2016).

Durante os testes práticos, verificou-se que o sistema respondeu corretamente aos comandos enviados pelo aplicativo, acionando os LEDs e ajustando os parâmetros de intensidade e tempo conforme o esperado. Essa estabilidade operacional confirma que a integração entre software e hardware foi bem-sucedida, garantindo precisão e facilidade de uso, aspectos fundamentais para aplicações em ambientes laboratoriais e hospitalares.

Embora o objetivo desta pesquisa tenha sido validar o funcionamento do protótipo, a escolha dos LEDs vermelhos e roxos/UV mantém-se alinhada a estudos que apontam o potencial desses comprimentos de onda para aplicações voltadas à biossegurança (Monteiro, 2023; Amodeo et al., 2023). Pesquisas futuras poderão incluir análises microbiológicas quantitativas, permitindo mensurar a eficácia do processo de desinfecção frente a diferentes cepas bacterianas, ampliando as evidências sobre o desempenho do sistema.

Dessa forma, a discussão confirma que o protótipo desenvolvido constitui uma base sólida para avanços posteriores, apresentando viabilidade técnica e potencial para aprimoramentos que ampliem seu uso no controle de biossegurança.

Conclusão

O presente trabalho resultou no desenvolvimento e validação funcional de um protótipo de mesa de desinfecção controlado por aplicativo Android e pelo módulo ESP32. Todas as etapas previstas na metodologia foram concluídas, abrangendo levantamento de requisitos, seleção de tecnologias, desenvolvimento do software, montagem do hardware, integração entre sistemas e testes práticos de operação.

O aplicativo Android mostrou-se estável e intuitivo, permitindo ao usuário configurar o tempo de exposição e a intensidade luminosa dos LEDs, bem como registrar os ciclos de desinfecção realizados. O protótipo físico, equipado com LEDs vermelhos e roxos/UV, respondeu de forma precisa aos comandos enviados pelo aplicativo, ajustando intensidade e duração da luz conforme os parâmetros definidos. Os testes práticos confirmaram a comunicação eficiente entre software e hardware, evidenciando estabilidade, confiabilidade e facilidade de operação do sistema.

Com base nesses resultados, conclui-se que o protótipo é tecnicamente viável, funcional e apto para futuras análises em condições laboratoriais. A integração entre controle digital e hardware automatizado demonstra o potencial do sistema como uma solução prática, portátil e acessível para otimização de procedimentos de biossegurança, consolidando a viabilidade do projeto e abrindo caminho para seu aprimoramento e aplicação em diferentes contextos laboratoriais e hospitalares.

Referências

AMODEO, M. et al. Antimicrobial potential of violet-blue light in healthcare environments. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, v. 243, p. 1-8, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2023.112597>.

ANDROID DEVELOPERS. Android Studio documentation. 2024. Disponível em: <https://developer.android.com/studio>. Acesso em: 10 ago. 2025.

BRITTO, R. Automação aplicada à biossegurança: integração de sensores e sistemas digitais. *Revista de Tecnologia em Saúde*, v. 16, n. 2, p. 45-59, 2024.

FERNANDES, R.; OLIVEIRA, T.; SOUZA, L. Desenvolvimento mobile com Kotlin: avanços e aplicações. *Revista Brasileira de Informática*, v. 22, n. 1, p. 77-91, 2023.

MESQUITA, L. et al. Dispositivos médicos como vetores de contaminação: riscos e estratégias de controle. *Revista Pan-Americana de Saúde Pública*, v. 40, n. 2, p. 105-112, 2016.

MONTEIRO, D. Terapia com luz vermelha: aplicações em cicatrização tecidual. *Revista de Fotomedicina*, v. 12, n. 2, p. 89-98, 2023.

MORENO, C. et al. Monitoramento digital em processos de esterilização: uso de sensores aplicados à biossegurança. *Revista Científica de Engenharia Biomédica*, v. 4, n. 1, p. 56-67, 2016.

MOSKALA, M.; WOJDA, I. *Kotlin in Action*. New York: Manning Publications, 2017.

TEIXEIRA, P.; VALLE, S. Biossegurança em laboratórios de saúde: fundamentos e aplicações. *Revista de Saúde Pública*, v. 30, n. 4, p. 375-382, 1996.

Agradecimentos

Os autores agradecem à instituição de ensino e aos professores orientadores pelo apoio acadêmico durante o desenvolvimento deste trabalho. Estendem ainda sua gratidão às famílias, pelo incentivo constante e suporte em todas as etapas da pesquisa.