

Espectrofotômetro modular e portátil para monitoramento em tempo real de biofilmes bacterianos em célula de fluxo

Bruno Antônio Amarante¹, Eduardo Saccomori¹, Wagner Luiz Priamo^{1*}
*Orientador

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) –
Campus Erechim. Erechim, RS

A necessidade de acompanhar, em tempo real, a evolução óptica de biofilmes bacterianos cultivados em célula de fluxo motivou o desenvolvimento de um espectrofotômetro modular, portátil e de baixo custo. O monitoramento contínuo é essencial porque esses sistemas apresentam mudanças rápidas de espessura e composição, e as técnicas convencionais, além de caras, costumam ser destrutivas ou pouco adequadas para análises dinâmicas. Nesse contexto, um dispositivo acessível e integrado oferece alternativa viável para estudos laboratoriais e aplicações em microbiologia e biotecnologia. Portanto, o objetivo foi criar um equipamento que combinasse acessibilidade, capacidade de varredura espectral e integração com diferentes ferramentas laboratoriais, permitindo tanto a análise direta de biofilmes bacterianos quanto a aplicação em outras triagens ópticas. Para integrar os diferentes módulos em um único arranjo compacto, desenvolveu-se uma placa de circuito impresso dedicada, na qual foi instalado o microcontrolador responsável por gerenciar o teclado matricial, o display LCD, o cartão SD e o módulo de comunicação sem fio. Esse mesmo controlador também operava a matriz de 64 LEDs utilizada para varredura espectral de 380 a 710 nm e recebia, após amplificação por trans-impedantes, os sinais gerados pelos dez fotodiodos responsáveis por detectar a luz emitida, distribuídos de modo a cobrir toda a área da placa. A absorbância foi então calculada a partir da média das leituras, assegurando resposta representativa da superfície iluminada. O firmware implementou calibração em dois estágios: medida no escuro, para compensar ruídos de fundo, e medida de referência, para estabelecer valores de intensidade inicial em cada comprimento de onda. A aquisição dos sinais utilizou filtros de mediana e estatística online para reduzir a variabilidade, enquanto o cálculo da absorbância foi realizado por interpolação das referências, compensando o ruído escuro. O sistema incluiu ainda modo automático de varredura com armazenamento em cartão SD e envio periódico de dados em lote para a plataforma ThingSpeak, de onde foram extraídos por script automatizado e organizados em planilhas do Google Sheets para análise em tempo real. Os resultados demonstraram a viabilidade do protótipo, com estabilização elétrica, rotinas de calibração reprodutíveis e telemetria validada. Contudo, identificou-se deriva nos valores de absorbância ao longo do tempo, mesmo sem amostra, resultando em valores negativos em alguns comprimentos de onda. Esse efeito pode estar associado ao aquecimento de LEDs e detectores, a ajustes automáticos de ganho e ao uso de referências desatualizadas. Apesar disso, a razão sinal-ruído alcançada foi elevada, especialmente na faixa central do espectro, reforçando o potencial do sistema. Como perspectivas, prevê-se a adoção de plataformas de maior capacidade de processamento e conectividade, bem como a integração de interfaces gráficas mais avançadas. O sistema apresenta potencial para aplicações em monitoramento de biofilmes, triagens espectrais rápidas e análises de fluorescência.

Palavras-chave: Biofilmes; Espectrofotometria; Dispositivo portátil; Monitoramento óptico

Modalidade: Pesquisa