

MATERIAL SUPLEMENTAR

Atividade fotodinâmica e conceitos: um experimento demonstrativo

Ana Claudia Pedrozo da Silva^a, Camila Fabiano de Freitas^a, André Luiz Tessaro^b, Wilker Caetano^a, Silvana Maria de Oliveira Santin^{a,*}, Noboru Hioka^a e Graciana Freitas Palioto^b

^aDepartamento de Química, Universidade Estadual de Maringá, 87020-900 Maringá – PR, Brasil

^bUniversidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana – PR, Brasil

*e-mail: smoliveira@uem.br

Construção do sistema LED

As fontes de iluminação empregadas no desenvolvimento experimental foram preparadas partindo-se de um carregador de celular convencional (0,7 amperes; 5,0 volts). O conjunto de seis LEDs vermelhos ($\lambda_{\text{max}}= 632 \text{ nm}$) ou verdes ($\lambda_{\text{max}}= 506 \text{ nm}$) pode ser obtidos em lojas de produtos eletrônicos, custando em média R\$ 2,00 por LED.

Para a montagem do sistema, primeiramente removeu-se o plug de conexão. Em seguida, os fios foram devidamente desencapados de modo a permitir o acoplamento em paralelo dos LEDs com fita adesiva e/ou solda de estanho. É necessário identificar os polos positivo e negativo da fonte; essa etapa pode ser feita utilizando-se um multímetro, comumente presente nos laboratórios, de modo que o polo negativo da fonte seja conectado ao negativo do LED. Na ausência do multímetro esses polos podem ser identificados experimentalmente por tentativa e erro. As etapas de montagem são apresentadas na Figura 1S.

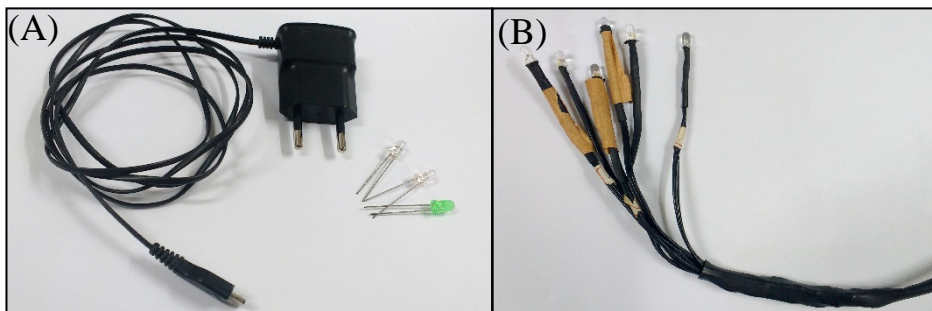


Figura 1S. Etapas de preparação do sistema de seis LEDs; (A) Materiais empregados na confecção da fonte; (B) Conjunto de LEDs conectados em paralelo.

A iluminação das placas (Figura 2S) foi realizada com o conjunto de seis LEDs, conforme descrito na metodologia.

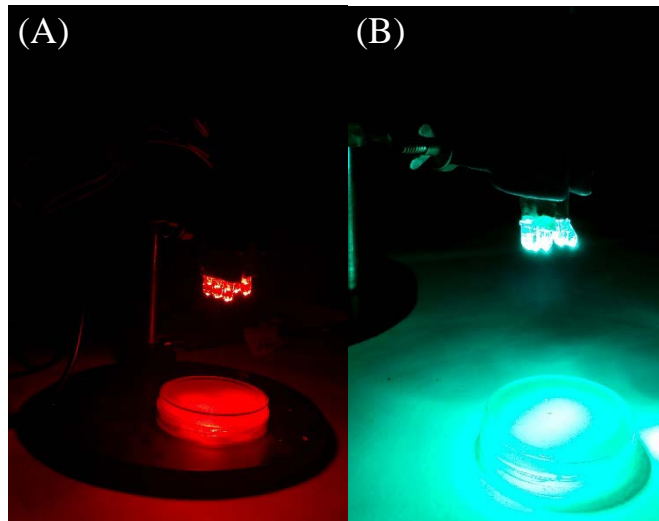


Figura 2S. Processo de iluminação dos sistemas (A) AM/LED_{verm} e (B) ERI/LED_{verd}

Medida da irradiância dos LEDs e cálculo do número de fótons reais absorvidos (N_{Abs})

Avaliou-se primeiramente o número de fótons emitidos (N_{Em}) pela fonte. Quando se trata de uma fonte de luz monocromática com λ específico (LASER), o N_{Em} pode ser calculado empregando-se a Equação (1) que corresponde a uma dada energia inerente à frequência do fóton:

$$N_{Em} = \frac{E}{h\nu} \quad (1)$$

em que E é a energia (em J), h é a constante de Planck ($6,626 \times 10^{-34}$, em J s) e ν : é a frequência (em s^{-1}). A frequência corresponde à razão entre a velocidade da luz ($c = 2,997 \times 10^8$ m s^{-1}) e o comprimento de onda do fóton (λ , em m). A energia corresponde à potência emitida (P_{Em} , em W ou J s^{-1}) num determinado intervalo de tempo (em s). Por sua vez, a Equação (1) pode ser rearranjada para fornecer a Equação (2), que inclui a constante de Avogadro (N_a : $6,022 \times 10^{23}$ mol $^{-1}$) para representar a equação em número de mols de fótons emitidos (equivalente a Einstein).

$$N_{Em} = \frac{E}{h\nu} = \frac{P_{Em}t}{h\left(\frac{c}{\lambda}\right)N_a} = \frac{\lambda P_{Em}t}{hcN_a} \quad (2)$$

A Equação 2 fornece, portanto, o número de mols de fótons (Einstein) emitidos por uma fonte de luz monocromática. Contudo, no presente estudo foram empregadas fontes de luz policromáticas (LEDs). Nestas condições, é preciso considerar a irradiação de luz em toda a região espectral. Sendo assim, define-se que para os LEDs utilizados no presente trabalho, a potência emitida pode ser representada pela Equação 3.

$$I \approx P_{Em} = \int_{\lambda_i}^{\lambda_f} I_0(\lambda') d\lambda \quad (3)$$

em que λ_i e λ_f são respectivamente os comprimentos de onda inicial e final do espectro de irradiação do LED. Nota-se que o termo λ foi inserido dentro do termo de integração para manter a coerência da equação, fornecendo uma equação em unidades Einstein. Substituindo o valor de P_{Em} na Equação 2 tem-se que:

$$N_{Em} = \frac{t}{hcNa} \int_{\lambda_i}^{\lambda_f} I_0(\lambda') d\lambda' \quad (4)$$

A fração de luz absorvida (X_{abs}) por uma dada amostra pode ser definida como:

$$X_{abs} = 1 - 10^{-Abs} \quad (5)$$

Novamente, a Equação 5 deve ser empregada somente para um λ específico, em sistemas que empregam fontes de irradiação monocromáticas. Contudo, em fontes policromáticas, como LEDs, é preciso considerar o valor de X_{abs} por todo o espectro de absorção eletrônica do FS. Para isto, emprega-se a Equação 6 que considera a fração de luz por toda região espectral.

$$\int X_{Abs}(\lambda') d\lambda' = \int 1 - 10^{-Abs(\lambda')} d\lambda' \quad (6)$$

Sabendo que a potência absorvida (P_{Abs}) resulta do produto entre a potência total emitida e a fração de luz absorvida, temos que para uma fonte de luz policromática a P_{Abs} é definida pela Equação 7.

$$P_{Abs} = \int_{\lambda_i}^{\lambda_f} I_0(\lambda') X_{Abs}(\lambda') d\lambda' \quad (7)$$

Por fim, estes termos podem ser inseridos na Equação 4, de número de fótons emitidos (N_{Em}) para obtenção da equação do número de fótons absorvidos (N_{Abs}), conforme Equação 8.

$$N_{Abs} = \frac{P_{em} X_{Abs} \lambda t}{hcNa} = \frac{P_{Abs} \lambda t}{hcNa} \quad (8)$$