

Controle e aquisição de dados nas técnicas de caracterização óptica: Sistema para iluminação em TFD

Data control and acquisition in optical characterization techniques: Lighting system for PDT

Marco Antonio Santos Foltran
marcofoltran@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

Leandro Herculano da Silva
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema para iluminação aplicado na Terapia Fotodinâmica (TFD). A TFD é um tratamento baseado na foto-oxidação de um tecido biológico a fim de causar morte celular. Para que ocorra tal reação, são necessárias a aplicação de um fotossensibilizante (corante) e a exposição do tecido alvo com o fármaco a uma fonte de luz de comprimento de onda adequado ao fotossensibilizante para que haja a reação. Esta reação produz espécies reativas de oxigênio que causam a morte de células no tecido alvo. A TFD tem aplicações principalmente em tratamentos dermatológicos, devido à fácil aplicação do fotossensibilizante e da fonte de luz, e à alta eficiência nesses tratamentos. O custo total do sistema foi de menos de R\$ 500,00, o que representa um décimo do custo de um equipamento comercial semelhante. O sistema foi utilizado em sessões diárias de 10 minutos por pacientes, ao longo de 3 meses do projeto de pesquisa, sem apresentar problemas. Os usuários confirmam a simplicidade e facilidade de utilização do equipamento.

PALAVRAS CHAVES: Arduino, Terapia Fotodinâmica, Luz e Matéria.

ABSTRACT

The objective since the work was to develop a system for lighting applied in Photodynamic Therapy (PDT). PDT is a treatment based on photo-oxidation of a biological tissue in order to cause cell death. In order for such a reaction to take place, a photosensitizer (dye) is required and the target tissue is exposed with the drug to a light source of wavelength appropriate to the photosensitizer for the reaction to occur. This reaction produces reactive oxygen species that cause cell death in the target tissue. PDT has applications mainly in dermatological treatments, due to the easy application of the photosensitizer and the light source, and the high efficiency in these treatments. The total cost of the system was less than R\$ 500.00, which represents one-tenth the cost of similar commercial equipment. The system was used in daily sessions of 10 minutes per patient, during 3 months of the research project, without presenting problems. Users confirm the simplicity and ease of use of the equipment.

KEYWORDS: Arduino, Photodynamic Therapy, Light and Matter.

Recebido: 28 ago. 2018.

Aprovado: 04 out. 2018.

Direito autoral:

Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

A Terapia Fotodinâmica (TFD ou PDT, do inglês) é um tratamento baseado na foto-oxidação de um tecido biológico a fim de causar morte celular. Para que ocorra tal reação, são necessárias a aplicação de um fotossensibilizante (corante) e a exposição do tecido alvo com o fármaco a uma fonte de luz de comprimento de onda adequado ao fotossensibilizante para que haja a reação. Esta reação produz espécies reativas de oxigênio que causam a morte de células no tecido alvo. [1]

A TFD tem aplicações principalmente em tratamentos dermatológicos, devido à fácil aplicação do fotossensibilizante e da fonte de luz, e à alta eficiência nesses tratamentos. Estudos realizados com pacientes de osteomielite em quadro de diabetes grave (grau Wagner igual a 3) provou uma eficácia de 94,4\% dos pacientes retornando ao grau Wagner igual a 0, comparado com nenhum paciente do grupo de controle utilizando tratamento convencional acompanhado de antibióticos[2]. Existem inúmeras opções de fonte de luz para uso na TFD, sendo umas preferíveis a outras dependendo da aplicação que será feita. Neste trabalho, optamos por usar uma lâmpada de diodo emissor de luz (LED), que consiste em uma matriz de diodos semicondutores (junção P-N) que emite luz quando energizado. O comprimento de onda (cor) dessa luz emitida é determinado pelo gap de energia do semicondutor utilizado na construção do diodo. [3]

Neste trabalho, desenvolvemos e construímos um sistema de iluminação para uso em TFD, consistindo em um invólucro com uma interface de usuário de entrada e saída de dados, sendo um teclado matricial para a entrada dos dados do tempo de tratamento, e uma tela de cristal líquido (LCD) para monitoramento do processo pelo usuário.

O principal objetivo deste trabalho é demonstrar que é possível construir e utilizar um sistema para uso em TFD que seja robusto, durável e principalmente confiável para uso hospitalar por um custo muito menor que o de mercado.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema aqui apresentado consiste basicamente em uma caixa de plástico para eletrônicos contendo todo o circuito de controle e os dispositivos de entrada e saída de dados. Além disso, é neste invólucro que são conectados o cabo de alimentação (90-240VAC/10A) e o cabo de saída para a lâmpada de LED. Uma fonte de alimentação 12VCC/1A fornece energia para o Arduino, que por sua vez controla o relê que aciona a lâmpada LED, que emite luz em um comprimento de onda de 635nm. A lâmpada de LED foi montada em um braço articulado para fácil movimentação da mesma, e toda a comunicação entre a lâmpada e o sistema é possibilitada por meio de cabos elétricos e um conector XLR.

Uma das principais prioridades deste trabalho foi a simplicidade de utilização do sistema. Com isso em mente, o processo é simples, rápido, e sem falhas. O usuário responsável pelo tratamento deve primeiramente conectar a lâmpada de LED ao sistema por meio do cabo XLR com um sistema de rosca. Conectada a lâmpada, insere-se o cabo de alimentação, vindo de uma tomada padrão (127V ou 220V), e então pode-se ligar efetivamente o sistema através do interruptor na face frontal da caixa.

Com o sistema ligado, o usuário lerá na tela de cristal líquido uma instrução para inserir o tempo em minutos do tratamento no teclado membrana, e pressionar # para confirmar. A tela então mostrará o tempo de tratamento já passado, e o tempo alvo. Durante o processo, o usuário tem a opção de parar o tratamento inteiramente

pressionando # novamente, ou apenas pausar e retomar posteriormente, pressionando * para o processo ser pausado, e então * novamente para retomar.

A montagem dos componentes foi realizada conforme indicada na figura 1:

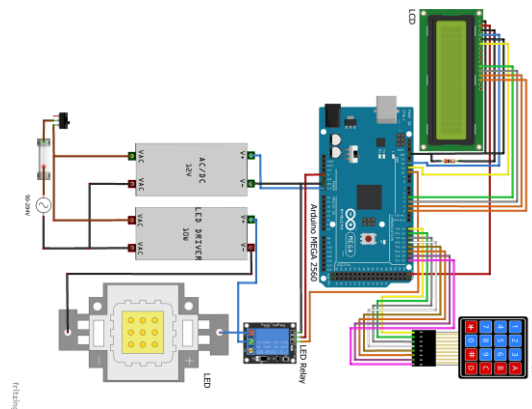


Figura 1 - Diagrama das conexões dos componentes eletrônicos do circuito.
Fonte: Autoria própria.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um dos pontos cruciais para a eficácia da Terapia Fotodinâmica é o comprimento de onda da fonte de luz. Quando analisado o comprimento de 635nm, percebe-se que esta luz é capaz de penetrar na pele em aproximadamente 6mm, comparado com 1 a 2mm do comprimento de onda entre 400 – 500nm[4,5]. Com isso em mente, foi escolhida uma lâmpada de LED com um pico de comprimento de onda em 635nm, conforme mostrado na figura (2)

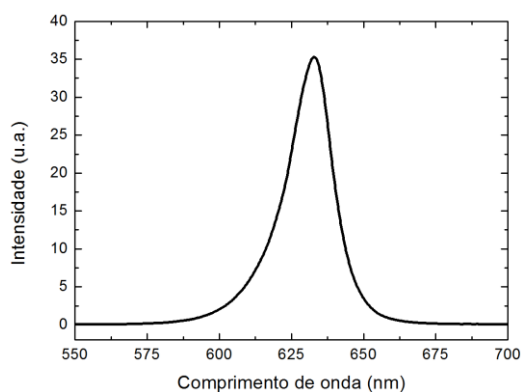


Figura 2 - Espectro de emissão do LED utilizado no sistema de controle para tratamento via terapia fotodinâmica. Fonte: Autoria própria.

O sistema de iluminação foi aplicado em terapia fotodinâmica de úlceras venosas crônicas, juntamente com um tratamento tradicional com bota de unha. A terapia fotodinâmica foi realizada no departamento de estomaterapia das Clínicas Integradas Guairacá - Guarapuava - PR, de acordo com o projeto de pesquisa intitulado "Avaliação do Processo de Cicatrização de Úlceras Venosas Crônicas: Cobertura Tradicional

Associada à Terapia Fotodinâmica” (CAAE: 68107617.1.0000.0106). A figura 3 apresenta uma fotografia do sistema durante a aplicação.



Figura 3 – (a) Fonte de iluminação com lâmpada de diodo emissor de luz, desenvolvida nesse trabalho e (b) aplicação do sistema no tratamento de feridas. Fonte: Autoria própria.

CONCLUSÃO

O trabalho aqui apresentado reforça a possibilidade de se desenvolver, construir e utilizar um sistema de controle para LEDs de baixo custo para fins de uso em terapia fotodinâmica. nesta situação, o custo total do sistema foi de menos de R\$500,00, ou seja, aproximadamente um décimo do custo de um equipamento comercial semelhante. O sistema foi utilizado em sessões diárias de 10 minutos por paciente, ao longo de 3 meses do projeto de pesquisa, sem apresentar problemas. Além do mais, os usuários confirmam a simplicidade e facilidade de utilização do equipamento.



REFERÊNCIAS

- [1] DOLMANS, D. E. J. G. J., FUKUMURA, D., JAIN, R. K. Photodynamic therapy for cancer. *Nature* 3, 380-387, 2003.
- [2] TARDIVO, J.P., ET AL. A clinical trial testing the efficacy of PDT in preventing amputation in diabetic patients. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 11(3), 342-350, 2014. doi.org/10.1016/j.pdpdt.2014.04.007
- [3] MORENO, I., SUN, C. Modeling the radiation pattern of LEDs, *Opt. Express* 16, 1808-1819, 2008.
- [4] ISSA, M., MANELA-AZULAY, M. Photodynamic therapy: a review of the literature and image documentation. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 85(4), 501-511, 2010. doi.org/10.1590/S0365-05962010000400011
- [5] ZOU, Y., GONG, Y., LIN, B., MELLOTT, N. P. Photodegradation of methylene blue in the visible spectrum: An efficient W6+ion doped anatasetitaniaphotocatalyst via a solvothermal method. *Vacuum*, 126, 63-69, 2016. doi.org/10.1016/j.vacuum.2016.01.018

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico Científico e Tecnológico do Paraná, responsável pelo fornecimento dos recursos (bolsa) necessários à execução deste trabalho.