



# Construção de um fotômetro de baixo custo para análise da transmitância em função do tempo.

## Construction of a low-cost photometer for analyzing time resolved transmittance

André Cardoso de Sousa<sup>1</sup>, Leandro Herculano da Silva<sup>2</sup>

### RESUMO

A interação da luz com a matéria através do estudo da lei de Beer-Lambert permite criar uma relação entre as intensidades de luz transmitida e incidente e a composição de um dado material, sendo assim possível analisar reações químicas, crescimento microbiano medindo a intensidade da luz transmitida no meio em que estão presentes. Partindo desse princípio, nesse estudo foi desenvolvido um módulo fotômetro responsável por realizar a leitura da luz transmitida por um LED em um determinado meio utilizando um sensor fototransistor. Após o seu desenvolvimento foi realizada uma simulação para o teste de viabilidade do equipamento utilizando-se do branco, responsável por aumentar a turbidez do meio, simulando um processo de crescimento de leveduras, podendo-se assim analisar o aumento da turbidez em função do tempo. Os resultados encontrados foram satisfatórios em relação ao modelo esperado onde conforme o aumento da concentração de branco ocorre uma diminuição da intensidade de luz detectada pelo sensor fototransistor. Portanto, o equipamento se demonstra viável para um estudo de sua aplicação com leveduras em um ambiente controlado, que em caso de sucesso poderá ser disponibilizado como uma alternativa financeiramente viável para realização dessa análise. **PALAVRAS-CHAVE:** fotômetro; leveduras; simulação.

### ABSTRACT

The interaction of light with matter through the study of the Beer-Lambert law allows to create a relationship between the intensities of light transmitted and incident in a material, thus being possible to trace the behavior of a certain group of yeasts only by analyzing the intensity of the light transmitted in the medium in which they are present. Based on this principle, in this study a photometer module was developed responsible for reading the light transmitted by an LED in a given medium using a photo-transistor sensor. After its development, a simulation was performed to test the viability of the equipment using the branco, responsible for increasing the turbidity of the medium, simulating a yeast growth process, thus being able to analyze the increase in turbidity as a function of time. The results found were satisfactory in relation to the expected model where as the concentration of branco increases there is a decrease in the intensity of light detected by the photo-transistor sensor. Therefore, the equipment is feasible for a study of its application using yeasts in a controlled environment, which in case of success can be made available as a financially viable alternative to perform this analysis. **KEYWORDS:** photomete; yeast; simulating.

### INTRODUÇÃO

Por anos os estudiosos buscaram entender e descrever a luz e sua interação com a matéria. Físicos como Huygens, Newton, Thomas Young e Augustin Fresnel dedicaram grande parte dos

<sup>1</sup> Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica, Universidade tecnológica federal do paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: andrecardoso1959@gmail.com. ID Lattes: 2623831205420763.

<sup>2</sup> Departamento de Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: leandroh@utfpr.edu.br. ID Lattes: 5350749822007916.



seus trabalhos para o entendimento desse fenômeno (NUSSENZVEIG, 1998). Ao falarmos dessa interação, primeiro temos que definir o conceito básico por trás de tudo, a luz. Luz é uma radiação eletromagnética que se propaga no espaço por meio de diversos comprimentos de onda, sua confirmação experimental de tal natureza veio através de Hertz, em 1888 que em seu experimento produziu ondas eletromagnéticas de rádio e demonstrou que elas possuíam propriedades análogas às da luz (SKOOG et al., 2004).

Em 1905, Albert Einstein propôs que a luz fosse quantizada, e esse quantum (quantidade elementar) da luz é chamado de fóton. A interação entre a luz com a matéria ocorre pois ambas possuem propriedades eletromagnéticas. Quando um átomo absorve um fóton a energia desse fóton pode excitar um dos elétrons presentes em um determinado nível energético em sua nuvem eletrônica, essa interação ocorre de tal forma que o elétron pode transitar de um nível energético mais alto para um mais baixo liberando energia em forma de uma onda eletromagnética (RIVERA; KAMINER, 2020).

## INTERAÇÃO DA LUZ COM A MATÉRIA: LEI DE BEER-LAMBERT

Ao incidir luz em um material semitransparente, podemos notar que a luz pode ser refletida de volta ao meio de sua origem, transmitida através do meio (material) que ela é incidida, ou pode ser absorvida devido a excitação eletrônica. (SQUISSATTO et al., 2018).

$$I = I_0 e^{-\beta l} \quad (1)$$

A equação 1 é a equação fundamental para a realização desse estudo, conhecida como a lei de Beer-Lambert, ela tem como função descrever a relação entre as intensidades de luz incidente e transmitida em relação às propriedades específicas do material sobre o qual ela incide (WEINER; HO, 2003).

## MATERIAIS E MÉTODOS

### LISTA DE MATERIAIS

#### MÓDULO FOTOTRANSISTOR

O circuito é composto por três componentes eletrônicos principais, um fototransistor (PT1), um resistor de 10k (R1) e um trimpot de 0 a 10k (RV1). Basicamente a luz que incide na base do fototransistor permite a passagem uma corrente do coletor ao emissor, com isso podemos utilizar um resistor variável (trimpot), que está ligado na forma de um reostato responsável por calibrar o sensor. Com base nisso o objetivo do nosso circuito é detectar o crescimento populacional de leveduras através da variação de tensão causada pela diminuição da luminosidade que atinge o fototransistor. (BOYLESTAD; NASHESKY, 2004) (ALBERT MALVINO, 2016).



# XIII Seminário de Extensão e Inovação XXVIII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR

Ciência e Tecnologia na era da Inteligência Artificial: Desdobramentos no Ensino Pesquisa e Extensão  
20 a 23 de novembro de 2023 - Campus Ponta Grossa, PR

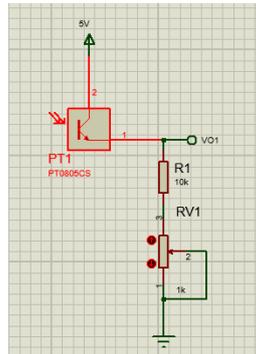


**Tabela 1 – Descrição e quantidade dos principais materiais e equipamentos utilizados.**

Descrição	Quantidade
Fototransistor	1
LED (SMD-5050 RGB)	1
Mangueiras de silicone 5mm de diâmetro (m)	2
Bomba peristáltica	1
Placa de fenolite (10x10x) cm	1
Trimpot (10k)	1
Resistor (1k)	2
Potenciômetro (10k)	1
Cabo flat 10 vias (m)	2
Bureta	1
Erlenmeyer	1
Conector Mike 4 vias macho-Fêmea	2
Chapa de acrílico transparente (10x10) cm	1
Chapa de acrílico preto (20x20) cm	1

Fonte: Elaborado por autor (2023).

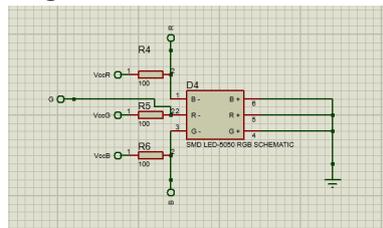
**Figura 1 – Circuito módulo fototransistor**



Fonte: Elaborado por autor (2023).

## MÓDULO LED

**Figura 2 – Circuito módulo LED**



Fonte: Elaborado por autor (2023).

No circuito foram utilizados três LEDs do tipo SMD LED-5050 RGB ligados em série onde cada conjunto de LED RGB pode ser acionado de maneira independente através das entradas VccR, VccG e VccB. Para o ajuste da intensidade da luz incidente, fora posteriormente colocado um



potenciômetro em série com o LED para regular o sinal de entrada e consequentemente reduzir a luminosidade.(CIPELLI; SANDRINI; MARKUS, 2001) (MAGON, 2018).

## SOFTWARE

No projeto foram utilizados dois softwares principais, o Arduino IDE e o SerialPlot. O Arduino IDE é o ambiente de programação onde foi escrito o código responsável por realizar a leitura analógico/digital, o tratamento de dados e o envio dos mesmos pela porta serial(ARDUINO, s.d.).O SerialPlot fora o software utilizado para fazer a leitura da porta serial durante o experimento e a gravação em tempo real dos dados em arquivos para análise posterior.(ÖZDERYA, s.d.).

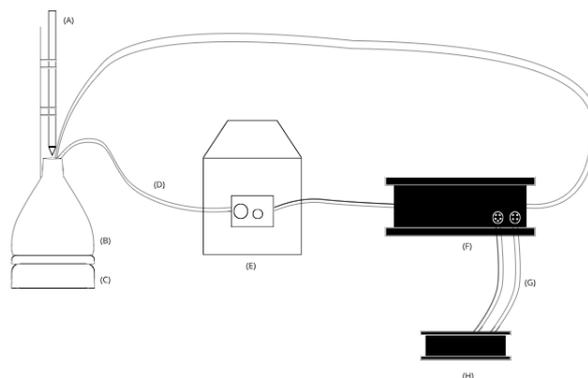
## FOTÔMETRO

O fotômetro é constituído por um módulo LED que irá incidir luz sobre a amostra, um módulo fototransistor responsável por ler a luz transmitida, uma bomba peristáltica, responsável por manter um fluxo contínuo da amostra pela cubeta, uma cubeta de 10 mm e as mangueiras responsáveis pela passagem do líquido com a amostra. Todas as partes de fixação foram feitas de acrílico e produzidas no laboratório de produção de materiais didáticos (LAPROMAD) da UTFPR medianeira.

## VALIDAÇÃO DO SISTEMA

O sistema construído pode ser explicado pelo seguinte esquemático:

Figura 3 – Sistema fotômetro



Fonte: Elaborado por autor (2023).

Para simular o crescimento gradual de leveduras através do tempo utilizamos da bureta de precisão, ela é responsável por controlar a vazão do branco, responsável por dá turbidez a água, pingando aproximadamente uma gota por segundo. A bomba peristáltica é a responsável pela circulação da água com o branco pelo sistema, ao sair do erlenmeyer a amostra irá passar pelo fotometro onde o sensor fototransistor irá detectar uma tensão proporcional a transmissão da luz e envia-la ao módulo Arduino, através dos fios condutores, onde será realizada a leitura. Graças a isso,

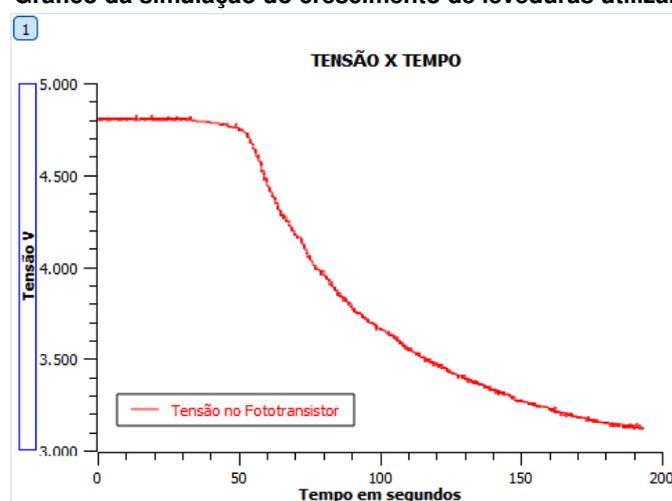


podemos simular o crescimento de leveduras, pois conforme a concentração de branco aumenta, temos uma tensão menor emitida pelo fototransistor assim permitindo a formulação de um gráfico que representa a luz transmitida em função do tempo luz essa que é inversamente proporcional ao crescimento de leveduras.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao final da aplicação do branco sobre a água utilizada no experimento, os dados armazenados pelo SerialPlot em formato de arquivos foram coletados e tratados para a construção de um gráfico.

Figura 4 – Gráfico da simulação do crescimento de leveduras utilizando branco



Fonte: Elaborado por autor (2023).

O gráfico obtido corresponde ao resultado já esperado para a simulação, notamos que no início de nosso experimento temos uma tensão de 4.8 v na saída do fototransistor, que corresponde a intensidade máxima de luz emitida pelo LED chegando a ele. Nesse momento do experimento apenas água passava pelo fotômetro, em aproximadamente 50 s, o branco já estava sendo depositado no meio onde então podemos notar uma queda na tensão emitida pelo fototransistor até aproximadamente 3.2 v, o que representa o crescimento máximo das leveduras em nossa simulação que é tida quando o branco é depositado completamente da bureta para o meio aquoso aumentando ao máximo a turbidez da água.

## CONCLUSÃO

Após a realização do experimento obtivemos um resultado plausível em relação ao modelo esperado, com isso tornando possível o estudo da viabilidade e aplicação desse fotômetro para o teste com leveduras em ambiente controlado. Caso se obtenha êxito nesse teste, esse produto poderá ser disponibilizado como uma alternativa barata e eficiente para laboratórios de pesquisas e desenvolvimento, trazendo a solução do monitoramento contínuo do crescimento de leveduras através do tempo utilizando-se de um fotômetro.



# XIII Seminário de Extensão e Inovação XXVIII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR

Ciência e Tecnologia na era da Inteligência Artificial: Desdobramentos no Ensino Pesquisa e Extensão  
20 a 23 de novembro de 2023 - Campus Ponta Grossa, PR



SEI-SICITE  
2023

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar o professor Dr. Leandro Herculano da Silva, pelo excelente trabalho como orientador e conselheiro durante todo esse período de iniciação científica, os agradecimentos ao professor Me. Alex Lemes Guedes pela ajuda com o entendimento e desenvolvimento do circuito que deu origem ao sistema fotômetro, a estagiária do departamento de física Najla Abou Gaouche pela ajuda na construção da parte física do sistema e ao CNPQ órgão responsável por disponibilizar bolsas de iniciação científica que trazem ao aluno a vivência de como é ser um cientista.

## DISPONIBILIDADE DE CÓDIGO

O código utilizado no desenvolvimento poderá ser disponibilizado para qualquer pessoa mediante ao contato pelo e-mail [andrecardoso1959@gmail.com](mailto:andrecardoso1959@gmail.com).

## CONFLITO DE INTERESSE

Não há conflito de interesse.

## REFERÊNCIAS

- ALBERT MALVINO, David Bates. **Eletronica**. [S.l.: s.n.], 2016. ISBN 8580555760.
- ARDUINO. [S.l.: s.n.]. <https://www.arduino.cc/en/about#what-is-arduino>. Acesso em 30/03/2023.
- BOYLESTAD, Robert L.; NASHELSKY, Louis. **DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS e teoria de circuitos**. [S.l.: s.n.], 2004. ISBN 8587918222.
- CIPELLI, Antonio Marco Vicari; SANDRINI, Waldir João; MARKUS, Otávio. **Teoria e desenvolvimento de projetos de circuitos eletrônicos**. [S.l.: s.n.], 2001. ISBN 8587918222.
- MAGON, Claudio José. **Conceitos básicos da Eletrônica: teoria e prática**. [S.l.]: Universidade de São Paulo - USP, 2018.
- NUSSENZVEIG, Moysés. **Curso de física básica - vol.4**. [S.l.: s.n.], 1998. ISBN 978852101632.
- ÖZDERYA, Hasan Yavuz. **SerialPLot**. [S.l.: s.n.].  
<https://hackaday.io/project/5334-serialplot-realtime-plotting-software>. Acesso em 30/03/2023.
- RIVERA, Nicholas; KAMINER, Ido. Light–matter interactions with photonic quasiparticles. **Nature Reviews Physics**, Nature Publishing Group UK London, v. 2, n. 10, p. 538–561, 2020.
- SKOOG, Douglas A. et al. **Fundamentos de química analítica**. [S.l.: s.n.], 2004. ISBN 9706863699.
- SQUISSATTO, Anderson Graziane de Moura et al. **Construção de um fotômetro para o ensino da absorção da luz**. 2018. Diss. (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- WEINER, John; HO, P.-T. **Light-Matter Interaction: Fundamentals and Applications**. [S.l.], 2003. ISBN 9780471253778.