



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
QUÍMICA EM REDE NACIONAL



**CONSTRUÇÃO DE UM EQUIPAMENTO MULTIFUNCIONAL DE BAIXO  
CUSTO PARA ANÁLISES FLUORIMÉTRICAS E FOTOMÉTRICAS: UMA  
OPÇÃO PARA ABORDAGENS CONTEXTUALIZADAS NO ENSINO  
MÉDIO E SUPERIOR**

Marriete Gonçalves Simões

Orientador: Prof. Dr. Willian Toito Suarez

VIÇOSA - MG

2020

## APRESENTAÇÃO

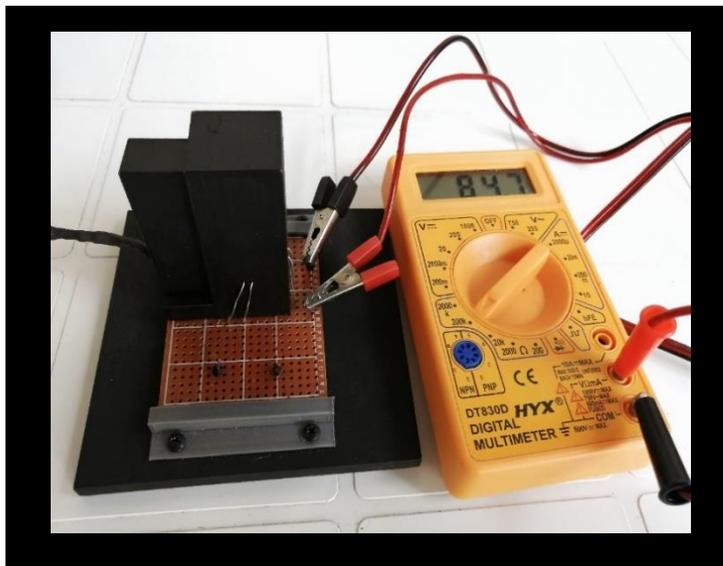
Caros colegas,

Apresento-lhes o produto construído para o trabalho de dissertação de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI. Tendo em vista as dificuldades e desafios recorrentes em nossa profissão, este equipamento faz parte de uma proposta de abordagens interdisciplinares e contextualizadas no Ensino de Química, para que possamos, em conjunto e interação mútua entre professores de diversas disciplinas, inserir o aluno no cenário científico e estimular seu senso investigativo, crítico e participativo.

## PRODUTO EDUCACIONAL

O equipamento multifuncional construído é voltado para análises fotoanalíticas e fluorimétricas no processo de ensino e aprendizagem. Seu desempenho mostrou-se satisfatório nos testes realizados: determinação da concentração de quinina em água tônica e diclofenaco em medicamentos.

*Figura 1: Equipamento Multifuncional Construído*



Para sua construção, foram utilizados os seguintes materiais: ácido polilático (PLA, para impressão 3D da estrutura), LED como fonte de radiação, resistor de 100 ohms, LDR

(resistor dependente de luz, 2 unidades), carregador de smartphone, placa de fenolite, placa de MDF e multímetro, além de parafusos e tinta spray de uso geral na cor preta.

A construção do equipamento é realizada em poucos passos e o custo de seus componentes é acessível, podendo ser ainda menor no caso de reutilização de materiais como a fonte de alimentação de um carregador que já se tenha em casa. O equipamento fornece a medida de resistência, que através de poucos cálculos podem ser convertidas em condutância (fluorimetria) e absorbância (fotometria). Para a realização de análises fluorimétricas, o multímetro deve ser conectado aos terminais do LDR a 90° da fonte de radiação e para análises fotométricas, a 180°.

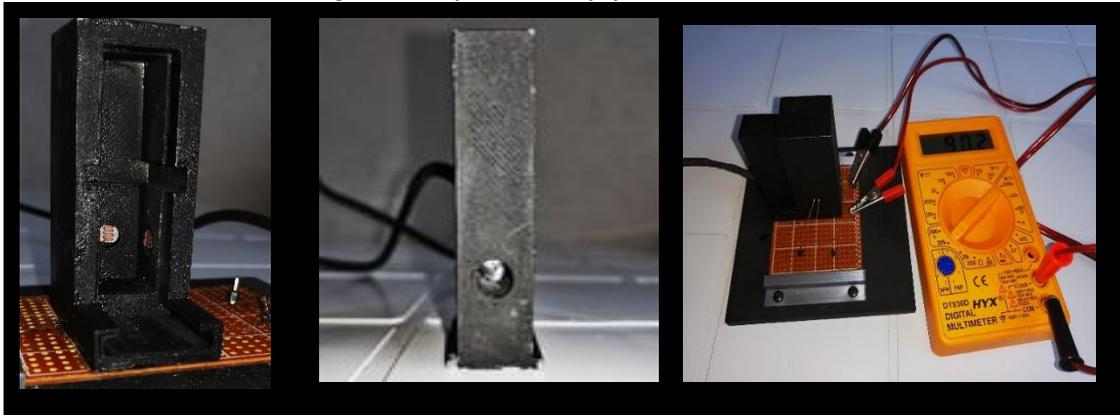
Os cálculos realizados nas determinações são bastante simples, com ampla possibilidade de abordagens. A construção de curvas analíticas, assim como os cálculos de condutância a partir da resistência e de absorbância a partir da condutância possibilitam ampla interdisciplinaridade entre Química (reações químicas, soluções e concentrações, modelo de Bohr, entre outros), Física (medidas de resistência e condutância, noções de Física Moderna) e Matemática (cálculos de logaritmo, funções do primeiro grau e construção de curvas, etc.). Além disso, de acordo com o analito a ser determinado, novas alternativas de correlação de conteúdos podem ser incorporadas, como contexto histórico, impactos sociais e ambientais, entre outros.

### **ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DO EQUIPAMENTO MULTIFUNCIONAL**

- 1- Acesso ao modelo disponibilizado pelo site Thingiverse em <<https://www.thingiverse.com/thing:2760937>>
- 2- Inserção de 2 orifícios para acréscimo de mais um LDR a 90° da fonte de radiação através do programa *Tinkercad* (< <https://www.tinkercad.com/>>);
- 3- Impressão da estrutura do equipamento;
- 4- Pintura com tinta spray de uso geral, cor fosca preta;
- 5- Inserção dos fotorresistores nos orifícios a 90° e a 180° da fonte de radiação, conforme mostrado na seção 5.2.1 deste trabalho;
- 6- Fixação da estrutura em placa de fenolite, na qual são inseridos os terminais do LDR;
- 7- Fixação deste conjunto em placa de MDF;

- 8- Inserção do LED no anteparo que se encaixa na estrutura descrita no item 5;
- 9- Ligação em série da fonte de alimentação do carregador de smartphone com o resistor e o LED.

*Figura 2: Componentes e equipamento montado*

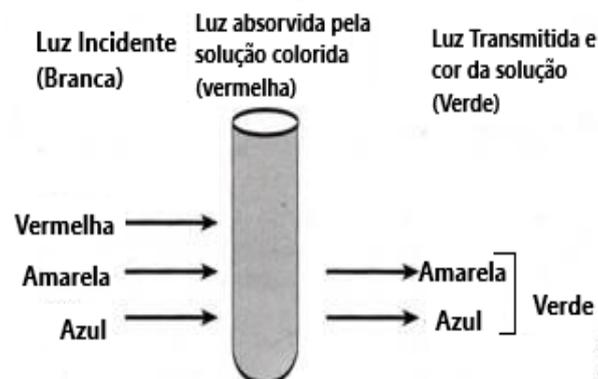


## CONCEITOS PRINCIPAIS

### Fotometria

Ao incidirmos radiação eletromagnética sobre uma solução contendo um cromóforo (substâncias que dão cores às substâncias), parte da energia será absorvida e o restante (desconsiderando a radiação espalhada e refletida), será transmitido. O valor quantitativo do que foi absorvido é chamado absorbância (ou absorvância) e do que foi transmitido, transmitância. A absorbância está relacionada ao caminho percorrido pela luz, à absortividade do analito e à concentração da solução. Uma solução mais concentrada terá maior absorbância e menor transmitância, o que se traduz em uma coloração mais intensa.

*Figura 3: Luz absorvida e Transmitida por uma solução*

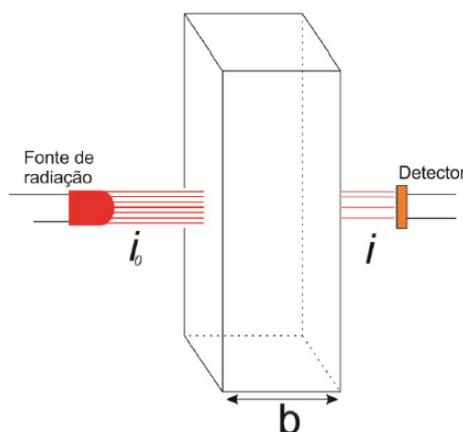


Fonte: Mendes e Benfato (2010)

Através do equipamento, conseguimos mensurar a resistência da radiação atenuada pela amostra através de um LDR, que pode ser convertida em absorbância, como descrito

no item a seguir. De posse dos valores de absorvância e das concentrações das soluções analisadas, é possível construir uma curva analítica, ajustar a reta e obter uma equação que relaciona estas duas variáveis, permitindo desta forma, a mensuração da absorvância de uma amostra desconhecida e, através da sua substituição na equação da reta, encontrar a concentração do analito em questão.

**Figura 4: Detecção da radiação atenuada pelo LDR**

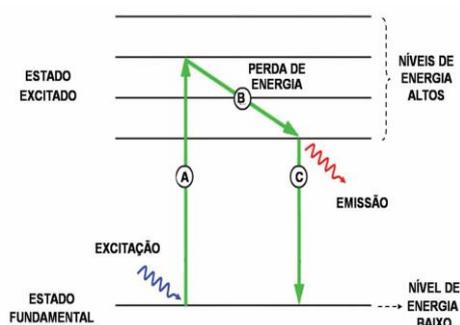


Fonte: REIS (2014, p.18)

## Fluorimetria

As substâncias que fluorescem são chamadas fluoróforos. Fluoróforos não ressonantes absorvem energia em um comprimento de onda mais energético (ultravioleta, por exemplo) e a reemitem em um comprimento de onda menos energético (nas cores verde, azul, etc.). Isto ocorre porque antes da emissão, ocorre uma perda de energia em forma de calor devido à colisão entre as moléculas.

**Figura 5: Processos de absorção e emissão de energia na fluorescência**



Fonte: SARTORI; LORETO, 2009

Para a função fluorimétrica do equipamento, a medida de resistência é realizada de forma análoga, com a diferença na posição do LDR que, neste caso, deve estar a 90°

da fonte de radiação. Isto porque é importante que a resposta obtida seja proveniente apenas da fluorescência, sem interferência da radiação incidente. De posse dos valores de resistência obtidos para as soluções diluídas, é possível realizar a conversão para valores de condutância (proporcional à fluorescência) e construir a curva de calibração, obtendo a equação da reta e utilizando de suas variáveis para determinar a concentração do analito através da substituição dos valores na mesma.

Importante ressaltar que para cada analito, existe um limite de linearidade, ou seja, existem pontos a partir dos quais não se obtém uma reta nas correlações entre absorvância (ou condutância) e concentração. O ideal é identificar na literatura a faixa em que obtém uma resposta linear para o analito utilizado e trabalhar com soluções diluídas condizentes com o limite especificado.

## **SUGESTÕES DE APLICAÇÃO**

### **Aplicação no método fluorimétrico**

Os métodos fluorimétricos são interessantes para serem abordados no ensino sobre Modelos Atômicos, já que além de apresentarem características atrativas ao ensino, como soluções com diferentes cores de fluorescência, são realizados através de cálculos já estudados no 1º ano do Ensino Médio. Ao passo em que o equipamento fornece a medida de resistência para as soluções nas diferentes concentrações analisadas, converte-se este valor em condutância, através da equação  $G = \frac{1}{R}$  e posteriormente constrói-se a curva de calibração relacionando condutância e concentração, cuja equação de reta ajustada será utilizada na determinação da concentração do analito em questão.

A análise da concentração de quinina em água tônica é bastante aplicável neste método, visto que a bebida é encontrada com facilidade nas prateleiras dos supermercados e apresenta baixo custo. Além disso, a quinina possibilita um amplo espectro de abordagens, que vão desde a sua estrutura até os conflitos históricos e de mercado que delinearam sua popularização.

### **Aplicação no método fotométrico**

As determinações por fotometria podem ser realizadas com transposição didática em qualquer série de Ensino Médio. Os cálculos para a construção da curva de calibração

são realizados através das equações  $G = \frac{1}{R}$  e  $A = -\log \frac{T}{T_0} = -\log \frac{G_{amostra}}{G_{branco}}$ , onde “branco” é a denominação da solução idêntica à análise, porém sem o analito.

Após a construção da curva de calibração, é determinada a absorvância da solução de análise e, utilizando a equação da reta ajustada da relação concentração versus absorvância, calcular a concentração do analito. Cabe ressaltar que a troca do LED deve ser realizada de acordo com o comprimento de onda adequado para maior absorvância para o analito em questão.

Os testes podem ser feitos com uma ampla variedade de cromóforos, como medicamentos, corantes, entre outros. Uma sugestão de aplicação simplificada seria a construção da curva de calibração com diferentes concentrações de suco de laranja, para posterior determinação da concentração de uma amostra desconhecida pelos alunos.

## REFERÊNCIAS

BATISTA, T.P. **Experimentos de fluorescência utilizando Leds**. 2013. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Química Industrial, Ciências Exatas, Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Assis, 2013.

LEITE, D. O.; PRADO, Rogério Junqueira. Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 34, n. 2, p.1-9, jun. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-11172012000200015>

MENDES, M. F. A.; BENFATO, M. S. **Espectrofotometria**. 2010.. Disponível em <[http://www.ufrgs.br/leo/site\\_espec/bibliografia.html](http://www.ufrgs.br/leo/site_espec/bibliografia.html)> Acesso em 09/05/2019.

OLIVEIRA, H.J.S. **Desenvolvimento de um espectrofotômetro para medidas de absorção/emissão na região do visível utilizando mini lâmpada incandescente, mídia de dvd e smartphone**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

REIS, Rodrigo Alexandre. **Desenvolvimento de equipamento multifuncional portátil de baixo custo para determinações fotométricas, turbidimétricas, nefelométricas e fluorimétricas**. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araquara, São Paulo, 2014.

SARTORI P.H. S, LORETO E.L.S. Medidor de fluorescência caseiro. **Química Nova na Escola**. 2009; 31(2): 150-154. [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31\\_2/13-EEQ-4508.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_2/13-EEQ-4508.pdf)