



CONSTRUÇÃO DE UM FLUORÍMETRO DE BAIXO CUSTO COM A PLATAFORMA ARDUÍNO

Aline Rodrigues dos Santos¹
Andreza Silva Barbosa¹
Daniella Felix da Silva¹
Thayssa Mendes Dias¹
Orientador: Prof. Dr. Fábio Rizzo de Aguiar

RESUMO

Os Fluorímetros são equipamentos utilizados na área da Química Analítica, com o objetivo de estimar a intensidade da luminescência de um analito. Entretanto o seu alto custo impossibilita o uso deste equipamento em laboratórios de Instituições de Ensino médio e técnico. A construção de um Fluorímetro com baixo custo, utilizando a plataforma Arduino possibilita o acesso a estas instituições.

O presente artigo apresenta a metodologia para a construção e legitimação do fluorímetro e seus métodos de análise dos fluoróforos, Rodamina B e Fluoresceína. Afim de obter diferentes figuras de mérito para um resultado mais preciso do equipamento foram submetidas a teste variadas faixas de concentração das amostras.

O equipamento e seus componentes foram arquitetados com sucesso, permitindo assim o seu uso futuro em instituições de Ensino médio e técnico.

Palavras-chave: Fluorímetro. Arduino. Rodamina B. Fluoresceína.

ABSTRACT

Fluorimeters are devices used in the field of Analytical Chemistry to estimate the intensity of luminescence from an analyte. However, their high cost makes it impossible to use this equipment in high school and technical education laboratories. The construction of a low-cost fluorimeter using the Arduino platform enables access to these institutions.

This article presents the methodology for the construction and validation of the fluorimeter and its analysis methods for the fluorophores Rhodamine B and fluorescein. To obtain different figures of merit for a more accurate results, various concentration ranges of the samples were tested.

The equipment and its components were successfully designed, thus allowing for its future use in high school and technical education institutions.

Keywords: Fluorimeter. Arduino. Rhodamine B. Fluorescein.

¹ Curso Técnico em Química – ETEC Irmã Agostina
Av. Feliciano Correa s/n–Jardim Satélite - CEP 04815-240 - São Paulo – Brasil
* espectrotcc@outlook.com

1. INTRODUÇÃO

Os Fluorímetros são instrumentos utilizados em laboratórios e são perfeitamente adequados na área da Química Analítica, porém, o alto custo deste tipo de equipamento impossibilita o acesso em laboratórios de Instituições de Ensino médio e técnicos

A construção de um Fluorímetro com baixo custo possibilita o acesso dessas instituições, pois seu objetivo é para fins didáticos mais acessíveis.

De acordo com Vogel (2017) o tipo de técnica fotoluminescente mais usado hoje em dia em Química Analítica é a fluorimetria, que se distingue da demais fotoluminescência pelo fato de a molécula excitada retornar ao estado fundamental imediatamente após a excitação. Quando uma molécula absorve um fóton de radiação ultravioleta, ela sofre uma transição a um estado eletrônico excitado e um de seus elétrons é promovido para um orbital de energia mais alta. Para que uma molécula emita radiação por fluorescência, ela deve primeiro ser capaz de absorver radiação. Os instrumentos desenvolvidos para a medida da fluorescência são conhecidos como Fluorímetros ou espectrofluorímetros

McRoberts, (2001), nos elucida sobre o Arduino, ele retrata um esquema híbrido por *software* e *hardware*, de criação de protótipos interativos. Englobando a computação física, com o *software* interagindo de forma direta com o *hardware*, efetuando o uso de sensores, motores e diversos dispositivos.

Fluorímetros são equipamentos que podem ser utilizados na área ambiental, por exemplo, quando ocorre contaminação de algum fluoróforo em águas.

Sendo assim, este trabalho tem o objetivo construir um Fluorímetro com baixo custo e testar a potência de uso acadêmico mediante análises de fluoróforos utilizando a plataforma Arduino, sensor de luz e Led Ultravioleta

2. METODOLOGIA

2.1. MATERIAIS

Aqui os materiais utilizados no presente estudo, encontram-se discriminados na Tabela 1.

Tabela 1 - Relação de materiais para produção das soluções estoque e padrão de Rodamina B e Fluoresceína

Material	Quantidade
Rodamina B	0,0251g
Fluoresceína	0,0254g
Balão Volumétrico 10 mL	5
Balão Volumétrico 50 mL	1

Béquer	3
Pipeta Pasteur	5
Baqueta de Vidro	1
Espátula	1
Balança analítica (GEHAKA modelo AG200)	1
Pisseta 500 mL com água destilada	1
Recipiente com tampa de vidro âmbar	1
Recipiente para descarte	1
Pipeta automática (Brand modelo transerpette S – 100/1000 uL)	1
Cubeta de quartzo com 2 faces polidas 10 mm (KASVI)	1

Para a construção do protótipo, foram utilizados os seguintes itens.

Arduino uno, foi criado em 2005, na Itália por um professor no intuito de ensinar aos seus alunos conceitos de programação e de eletrônica.

Sensor BH1750, ele é um sensor de luminosidade, utilizado para detectar a incidência de luz.

LCD (*Liquid Crystal Display*), essa tecnologia foi descoberta por Friedrich Reinitzer. Ele descobriu o cristal líquido, em 1888.

LED UV, criado em 1963, por Nick Holonyac, somente na cor vermelha, com baixa intensidade luminosa. Ele só era utilizado para indicação de estado sinalizando se o aparelho estava ligado ou não.

2.2. MÉTODOS

A modelagem do protótipo foi desenvolvida pela plataforma online de projetos em 3D, Autodesk Tinkercad (Figuras 1 e 2) e, em seguida o protótipo foi impresso utilizando filamento de poliácido láctico (PLA), em impressora Cliever, modelo CL 2.5, disponibilizada pela ETEC Irma Agostina.

Figura 1: Modelagem vista de frente na plataforma

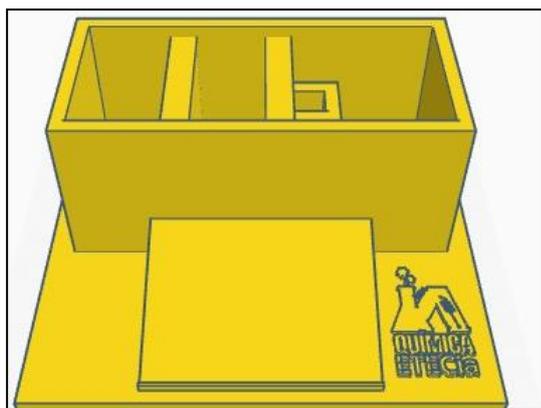


Figura 2: Modelagem vista de cima na plataforma



Para a elaboração do código, os componentes da equipe realizaram o curso livre de capacitação em Arduino, totalizando 30 horas, disponibilizado pelo centro Paula Souza.

Tornando assim possível a elaboração do código através das funções de linguagem C indicadas na Tabela 2, com objetivo da leitura da intensidade luminosa, em escala arbitrária (I).

Tabela 2: Códigos para programação em C++

Nome	Funcionalidade
<i>analogRead()</i>	Lê o valor de um pino analógico especificado. O Arduino® UNO permite uma resolução entre leituras de: 5 volts / 1024 unidades.
<i>digitalRead()</i>	Lê o valor de um pino digital especificado, HIGH ou LOW.
<i>delay()</i>	Pausa o programa por uma quantidade especificada de tempo (em milissegundos). Cada segundo equivale a 1000 milissegundos.

<i>void setup(){} void loop(){} if(){} else{} < <= = > + - / = && #include // (comentário) ; }</i>	<p>Executada apenas uma vez quando o Arduino® é inicializado.</p> <p>Fica em ciclo constante após a execução do "void setup".</p> <p>Verifica se a expressão entre parênteses é verdadeira e executa o que está dentro das chaves.</p> <p>Utilizado após o "if", é chamado quando o "if" que o antecede tem retorno falso e executa o que está dentro das chaves.</p> <p>Menor que</p> <p>Menor que ou igual a</p> <p>Igual a</p> <p>Maior que</p> <p>Adição</p> <p>Subtração</p> <p>Divisão</p> <p>Operador de atribuição</p> <p>E lógico</p> <p>É usada para incluir bibliotecas externas ao programa</p> <p>Comentários são textos no programa que são usadas para informar você e a outros a forma como o programa funciona. Eles são ignorados pelo compilador, e não fazem parte do arquivo gravado no chip, então não ocupam nenhum espaço na memória flash do microcontrolador.</p> <p>Usado para encerrar um comando.</p> <p>Delimitam início e fim de um comando</p>
---	--

Fonte: Arduino.cc. (c2022)

As soluções usadas no presente trabalho foram diluídas em diferentes concentrações e

adicionadas em uma cubeta de quartzo e posicionada dentro do protótipo, sendo possível realizar todos os testes presente nesse artigo.

Para identificar a presença de luz externa foi realizado o teste da cubeta, que consiste em posicionar a cubeta vazia dentro do protótipo e identificar se ocorreu presença de luz, do mesmo modo foi realizado o teste Água (H₂O), porém com a presença da água dentro da cubeta.

Em primeiro momento foi preparada uma solução-estoque de Rodamina B (RB) dissolvida em água com concentração final de 502 ppm

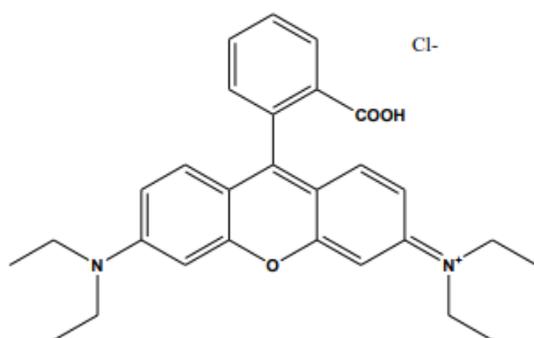
A partir desta, foram diluídos 5 padrões de diferentes concentrações, presente na tabela 3.

Tabela 3: Concentração dos padrões de RB

Nº do padrão	Concentração
1	5,02 ppm
2	8,03 ppm
3	11,04 ppm
4	14,05 ppm
5	20,08 ppm

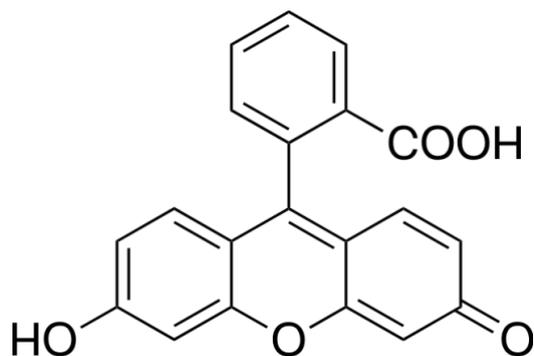
Souza et. al,2021 apontam que a Rodamina B, é demasiadamente luminescente com emissão em intervalos de comprimento de onda entre 580 e 600 nm, pertencente à família dos compostos orgânicos xantenos é classificado como um corante catiônico, a fórmula estrutural está indicada na Figura 3.

Figura 3: estrutura da Rodamina B



Em seguida foi preparada a solução-estoque de Fluoresceína (fórmula estrutural na Figura 4) dissolvida em água destilada, com concentração final de 508 ppm

Figura 4: Fórmula estrutural da Fluoresceína



A partir da solução-estoque, foram realizados ensaios para construção das curvas analíticas de fluoresceína em três faixas de diferentes concentrações, conforme se observa na Tabela 4.

Tabela 4: Soluções padrão de Fluoresceína

Padrão	Faixa de concentração 1	Faixa de concentração 2	Faixa de concentração 3
1	5,08 ppm	24,40 ppm	5,08 ppm
2	10,16 ppm	35,56 ppm	10,16 ppm
3	20,32 ppm	45,72 ppm	15,24 ppm
4	30,48 ppm	55,88 ppm	20,32 ppm
5	40,64 ppm	66,04 ppm	24,40 ppm

Por fim, as figuras de mérito linearidade (R^2), Limite de Detecção (LD) e Limite de Quantificação (LQ) foram determinadas com base nas curvas de regressão linear (curvas analíticas) nos formatos Valor lido pelo sensor (escala arbitrária) em função da Concentração do analito, em ppm (I x C).

A RDC 166/2017 da ANVISA (BRASIL, 2017) indica que a "linearidade de um método deve ser demonstrada por meio da sua capacidade de obter respostas analíticas diretamente proporcionais à concentração de um analito em uma amostra." Podendo ser representada pela relação linear das variáveis em toda a faixa estabelecida para o método.

A mesma Resolução indica também que o:

"Limite de detecção deve ser demonstrado pela obtenção da menor quantidade do analito presente em uma amostra que pode ser detectado, porém, não necessariamente quantificado, sob as condições experimentais estabelecidas.

A determinação do limite de detecção pode ser realizada por meio de método visual, da razão sinal-ruído, baseado na

determinação do branco ou em parâmetros da curva de calibração, considerando-se as particularidades do método analítico utilizado."

Podendo ser calculado pela Fórmula 1.

$$LD = \frac{3,3 \cdot s(\text{branco})}{\bar{a}} \quad (1)$$

Em que:

LD = Limite de detecção

s(branco)= desvio padrão do intercepto com o eixo Y

\bar{a} = coeficiente angular médio das curvas analíticas obtidas

Já "O limite de quantificação é a menor quantidade do analito em uma amostra que pode ser determinada com precisão e exatidão aceitáveis sob as condições experimentais estabelecidas." Podendo ser calculado pela Fórmula 2. (BRASIL, 2017).

$$LQ = \frac{10 \cdot s(\text{branco})}{\bar{a}} \quad (2)$$

Em que:

LQ = Limite de detecção

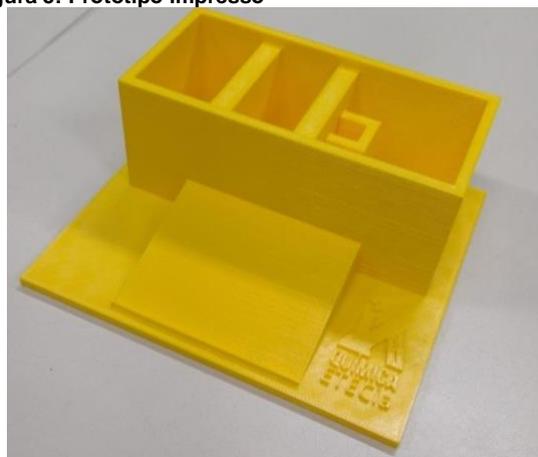
s(branco)= desvio padrão do intercepto com o eixo Y.

\bar{a} = coeficiente angular médio das curvas analíticas obtidas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A modelagem do protótipo foi impressa na cor amarelo mostarda, Figura 5.

Figura 5: Protótipo impresso



O protótipo foi pintado na cor preto-fosco para não ocorrer incidência de luz externas nas análises, logo após foi colocado o Arduino junto com o LCD, o sensor de luz e realizado as conexões necessárias, Figuras 6 e 7.

Figura 6: Vista superior frontal do protótipo finalizado



Figura 7: vista em 90° da parte interna do protótipo



3.1. TESTE DO CÓDIGO

O código (FREITAS, 2021 – Apêndice) foi testado utilizando o teste H₂O e o teste Cubeta, o resultado ZERO justifica que não ocorreu incidência de luz no equipamento, como indicado na Tabela 5.

Tabela 5: Resultados do teste Cubeta e teste H₂O

Teste	Teste cubeta	Teste H ₂ O
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0

3.2. PREPARO DE SOLUÇÕES

Para realizar os testes da RB ocorreu o preparo das soluções com as concentrações

presentes na metodologia desse artigo, Figura 8. E colocadas dentro de uma caixa de luz UV, Figura 9, a fim de observar a emissão de luz das soluções presentes.

Figura 8: Soluções de Rodamina B em diferentes concentrações.



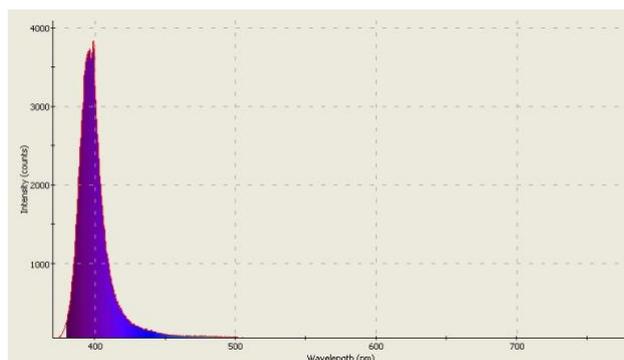
Figura 9: Soluções de Rodamina B em estado de excitação com Led UV de 100W.



Segundo Castro (2017) o pico máximo de absorção em água de Rodamina-B é no comprimento de onda de 554nm.

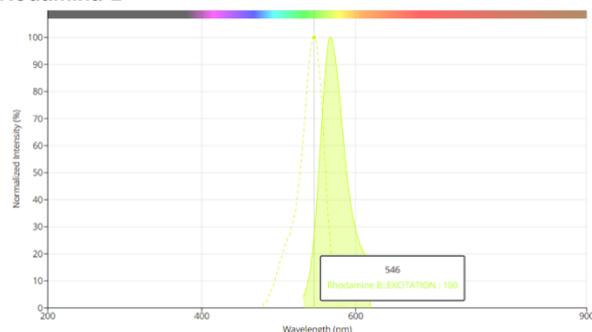
Em todas as análises realizadas com as soluções-padrão de Rodamina-B, não foram obtidos sinais analíticos. Isso pode estar relacionado com o fato de que o intervalo de comprimentos de onda de emissão do LED utilizado – 395-400 nm – (Figura 10) é bastante diferente do comprimento de onda de excitação do composto – 546 nm – (Figura 11).

Figura 10: Análise espectrográfica de um LED UV genérico: intensidade (na faixa de 0 a 4000 unidades arbitrárias) em função do comprimento de onda (região de 370 nm a 700 nm).



Fonte: Led Museum, 2023.

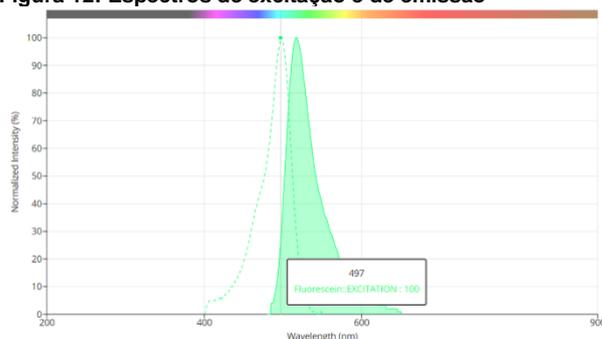
Figura 11: Espectros de excitação e de emissão para a Rodamina-B



Fonte: AAT Bioquest, 2023.

Os colaboradores do presente trabalho, optaram por trocar as soluções de Rodamina-B por soluções de fluoresceína, pois segundo Anjos (2005) trata-se de uma espécie com alta fluorescência, com pico máximo de absorção no comprimento de onda de 497 nm e espectro de emissão em torno de 519nm, conforme é observado na Figura 12.

Figura 12: Espectros de excitação e de emissão



Fonte: AAT Bioquest, 2023.

Para realizar os testes das Fluoresceína ocorreu o preparo das soluções com as concentrações presentes na metodologia desse artigo, Figura 13. E colocadas dentro de uma caixa de luz UV, Figura 14, a fim de observar a emissão de luz das soluções presentes.

Figura 13: Soluções de Fluoresceína em diferentes concentrações

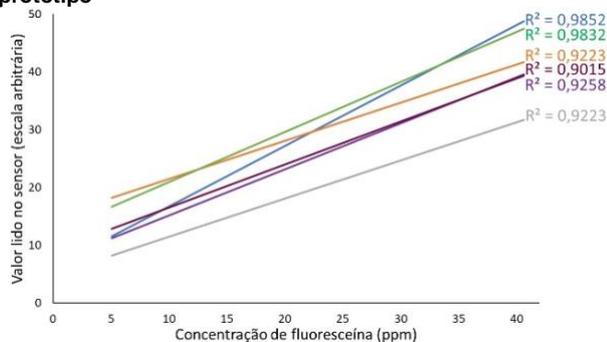


Figura 14: Soluções de Fluoresceína em estado de excitação com Led UV da caixa



Com os dados obtidos com os testes da primeira faixa de concentração, foi possível construir a primeira curva de calibração, Figura 15.

Figura 15: Curvas analíticas da fluoresceína obtidas no protótipo



Através da análise da curva de calibração apresentada observa-se que a linearidade é uniforme entre os testes, $R^2 = 0,9454$ sendo este um resultado satisfatório. A partir deste valor foi possível determinar as figuras de mérito, como demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6: resultados das figuras de mérito da curva analítica da fluoresceína com $R^2 = 0,9454$

LD	0,4991 ppm
LQ	6,6106 ppm

Em seguida, foram realizados testes com a faixa de concentração 2 com o objetivo de comparar com os resultados anteriores, Tabela 7.

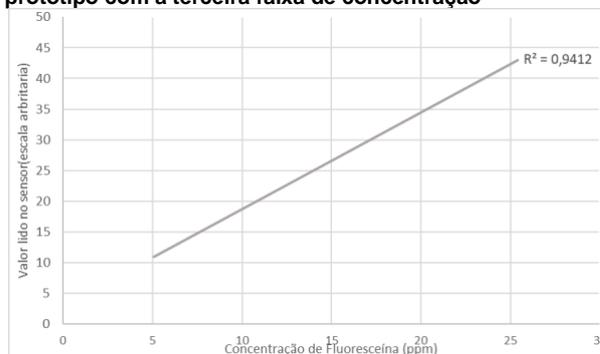
Tabela 7: Formulação de soluções de Fluoresceína, a partir da solução estoque 508 ppm, com as seguintes concentrações

Padrão	Concentração (ppm)	Intensidade (escala arbitrária)
1	24,40	48
2	35,56	48
3	45,72	48
4	55,88	48
5	66,04	48

A partir dos dados obtidos chegou-se à hipótese de que o fluorímetro tem capacidade de leitura de intensidade em concentração máxima de 24,40 ppm pois, acima desse valor os resultados são inconclusivos.

Por fim, se realizou uma nova curva de calibração com a 3 faixa de concentração, Figura 16.

Figura 16: Curvas analíticas da fluoresceína obtidas no protótipo com a terceira faixa de concentração



Já na análise da curva de calibração 2 apresentada, observa-se que a linearidade é uniforme entre os testes, bem como demonstrado pelo $R^2 = 0,9412$. Os valores dos dados obtidos não permitiram o cálculo do LD, do LQ, uma vez que $s(\text{branco}) = s(\text{sinal}) = 0$.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Fluorímetro foi construído e apresentou resultados satisfatórios, todos seus componentes tiveram um excelente desempenho, o código construído para programação funcionou plenamente, entretanto o equipamento apresenta limitações na capacidade de leitura de intensidade

em concentração máxima de 24,40 ppm pois, acima desse valor os resultados são inconclusivos.

Diante dos resultados, entende-se que o equipamento tem capacidade para ser utilizado para fins didáticos, pois atendem as necessidades básicas para aulas práticas, tornado o acessível para área acadêmica.

Para a construção do Fluorímetro o valor investido foi de 118 reais e o valor de um Fluorímetro portátil é de 4.743,00 reais. Tendo em mãos esses valores, podemos considerar que conseguimos construir um Fluorímetro de baixo custo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus, a fé, a espiritualidade, e toda emoção que transcende à realidade, que sendo particulares de cada indivíduo, tiveram um papel crucial em motivar-nos internamente

Agradecemos a todos os professores, em especial o nosso orientador Dr. Fábio Rizzo, mestres honrados que tiveram paciência para conosco e organizaram as mentes dispersas dos seus alunos para que eles não esquecem do quão importante é o amor pelo conhecimento. Que são a materialização do saber e do anseio primordial do ser humano em buscar respostas para as mais diversas questões. O nosso obrigado para todos os funcionários desta escola que foram atenciosos e preocupados com as inquietações que apresentávamos.

Agradecemos aos colegas, companheiros que como nós, trilham esse percurso difícil e complexo. Que certamente são os que mais compreenderam a situação que nos encontrávamos por vivenciarem as mesmas dúvidas e receios.

REFERÊNCIAS

ANJOS, F.S.C. **Filmes e beads à base de quitosana: incorporação de compostos luminescentes e estudos de interações hospedeiro-hospede.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco, 2005.

ATT Bioquest. **Spectrum [Fluorescein]**. Disponível em: <<https://www.aatbio.com/fluorescence-excitation-emission-spectrum-graph-viewer/Fluorescein>>. Acesso em: 02 jun. 2023.

ATT Bioquest. **Spectrum [Rhodamine B]**. Disponível em: <https://www.aatbio.com/fluorescence-excitation-emission-spectrum-graph-viewer/rhodamine_b>. Acesso em: 02 jun. 2023.

emission-spectrum-graph-viewer/rhodamine_b>. Acesso em: 02 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 166, de 24 de julho de 2017. Dispõe sobre a validação de métodos analíticos e dá outras providências.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF., 25 jul. 2017. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2721567/RDC_166_2017_COMP.pdf/d5fb92b3-6c6b-4130-8670-4e3263763401>. Acesso em: 02 jun. 2023.

CASTRO, A.S.B. **Termodinâmica de partição dos corantes Rodamina B e Rodamina 6g em sistemas aquosos bifásicos.** Dissertação de mestrado. Universidade federal de Viçosa, Minas Gerais, 2017.

FREITAS, A. P.; SOUSA, G. S.; BORGES, J. P. M.; ASSAO, N. R. Y. **Validação da metodologia de análise da rodamina-b e fluoresceína em um fluorímetro de baixo custo controlado por Arduino.** Orientador: Prof. Dr. Fábio Rizzo de Aguiar. 2021. 13 f. Trabalho de conclusão de curso (Técnico em Química) - ETEC Irmã Agostina, São Paulo, 2018.

LED MUSEUM. **Spectra of Low-Powered ultraviolet LEDs (3).** Disponível em: Acesso em: 02 jun. 2023.

MCROBERTS, M. **Arduino Básico. São Paulo: Novatec**, p. 22 – 26. 2011. ISBN: 978-85-7522-274-4;

SOUSA, K.Z.R., et.al. **Incorporação de Rodamina B em membranas de poliamida pelo método da adsorção.** Química nova, Vol.44 nº2 pág. 154-160, São Paulo, 2021.

VOGEL, A. I. **Vogel análise química quantitativa.** 6. ed. - ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

APÊNDICE – CÓDIGO ELABORADO PARA A OPERAÇÃO DO FLUORÍMETRO

O texto depois de // é explicativo e não é interpretado pelo microcontrolador.

```
#include <LiquidCrystal.h> //Inclusão da biblioteca para o LCD
#include <Wire.h>           //Inclusão da biblioteca que permite enviar e receber
dados por meio de uma interface TWI/I2C
#include <BH1750.h>        //Inclusão da biblioteca para o SENSOR

BH1750 lightMeter; //CRIA UMA INSTÂNCIA

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7); //PORTAS DO ARDUINO QUE SÃO UTILIZADAS PELO
SHIELD KEYPAD DISPLAY LCD

//Caracteres especiais
Byte DIREITA[] = {
  B00000,
  B01000,
  B01100,
  B01110,
  B01111,
  B01110,
  B01100,
  B01000,
};
Byte ESQUERDA[] = {
  B00000,
  B00010,
  B00110,
  B01110,
  B11110,
  B01110,
  B00110,
  B00010,
};
Byte CIMA[] = {
  B00000,
  B00100,
  B00100,
  B01110,
  B01110,
  B11111,
  B00000,
  B00000,
};
Byte BAIXO[] = {
  B00000,
  B11111,
  B01110,
  B01110,
  B00100,
  B00100,
  B00000,
  B00000,
};

//Variáveis:
Float valorLUX, leituraLUX = 0,
          Soma, media = 0;
```

```

Int LED = 13, //Define que o LED está na porta 13

statusBotao, k, valorMIN = 0,
valorMAX = 10000,
numAnalises = 1,
numRepet = 10, // Inicia com 1 valor a mais do que o numRepet:

valoresArr[11];

String comando = "";

String loading = "";

Void setup() {
Serial.begin(19200); //Inicializa comunicação serial
Wire.begin(); //Inicializa a biblioteca Wire.h
lightMeter.begin(); //inicializa a medição de luminosidade

float LUX = lightMeter.readLightLevel(); //Variável recebe o valor de
luminosidade medido

pinMode(LED, OUTPUT); // Inicialização de LED UV

lcd.begin(16, 2); //Ajusta a quantidade de colunas (16) e o número de linhas (2)
do display
lcd.createChar(1, CIMA);
lcd.createChar(2, DIREITA);
lcd.createChar(3, BAIXO);
lcd.createChar(4, ESQUERDA);
printClearLCD(2, " ETEC ", " IRMA AGOSTINA ");

delay(3000); //Espera 3 segundos

printClearLCD(2, " FLUORIMETRO ", " 2023 ");

delay(3000);

lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Para iniciar ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("analise, press ");
lcd.setCursor(15, 1);
lcd.write(byte(2));
}

Void loop() {
Lcd.setCursor(0, 0);
If ((analogRead(0)) < 80) { //Ao apertar o botão RIGHT
printClearLCD(1, "Posicione Cubeta", "");

delay(2000);

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Pressione");
lcd.setCursor(10, 1);
lcd.write(byte(1));
}
}

```

```

If ((analogRead(0)) > 80 && (analogRead(0)) < 200 ) { //Ao apertar o botão UP
  digitalWrite(LED, 1);
  printClearLCD(1, " Lendo Amostra  ", "");
  delay(2000);
  analisar(numAnalises, numRepet); //INICIAR A FUNÇÃO DE ANÁLISE
}

If ((analogRead(0)) > 600 && (analogRead(0)) < 800) { //Ao apertar o botão SELECT
  Lcd.clear();
  Lcd.setCursor(0, 0);
  Lcd.print("Para proxima");
  Lcd.setCursor(0, 1);
  Lcd.print("analise, press ");
  Lcd.setCursor(15, 1);
  Lcd.write(byte(2));
}
Delay(100);
}
// Funções:

Void analisar(intnA, intnR) {
  // Reconhecimento de ordem de análise:
  For (int i = 1; i <= nA; i++) {
    Soma = 0;
    Serial.println((String)i + "ª Leitura:");
    Serial.println("");
    valoresArr[0] = i;

    // Entrada de valores e conversão:
    For (int j = 1; j <= nR; j++) {
      valorLUX = lightMeter.readLightLevel();
      leituraLUX = map(valorLUX, 0, 1024, valorMIN, valorMAX);

      // Valores do Arduino armazenados em Array para posterior utilização:
      valoresArr[j] = leituraLUX;

      // Soma de valores para Média:
      Soma = (soma + leituraLUX);

      // Resposta:
      Serial.println((String)j + "ª Emissão = " + (String)leituraLUX);

      Loading = loading + "#";

      Lcd.setCursor(0, 1);
      Lcd.print(" [" + loading);
      Lcd.setCursor(13, 1);
      Lcd.print("] ");

      Delay(1000);

      // Finalização e Cálculo de média:
      If (j == nR) {
        K = 0;
        Media = soma / nR;

        // Mostragem de valores no Monitor Serial:
        Serial.println("Média: " + (String)media + "\n");
      }
    }
  }
}

```

```

Loading = "";

    // Mostragem de valores no LCD:
    Lcd.clear();
    Lcd.setCursor(0, 0);
    Lcd.print("Valor da Leitura");
    Lcd.setCursor(0, 1);
    Lcd.print("(i=10): " + (String)media);

    // Desliga o LED
    digitalWrite(LED, 0);

    delay(5000);

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("(i=10): " + (String)media);
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Pressione Select");
}
}
}

Void printClearLCD(int qL, String txtL1, String txtL2) {
    If (qL == 1) {
        Lcd.clear();
        Lcd.setCursor(0, 0);
        Lcd.print(txtL1);

    } else {
        Lcd.clear();
        Lcd.setCursor(0, 0);
        Lcd.print(txtL1);
        Lcd.setCursor(0, 1);
        Lcd.print(txtL2);
    }
}
}

```