



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

ZAQUEU DE ALMEIDA KVIATKOSKI

**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE UM ESPECTROFOTÔMETRO
DE BAIXO CUSTO**

**ARIQUEMES - RO
2021**

ZAQUEU DE ALMEIDA KVIATKOSKI

**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE UM ESPECTROFOTÔMETRO
DE BAIXO CUSTO**

Trabalho de Conclusão de Curso para
obtenção do Grau em Bacharel em Farmácia
apresentado à Faculdade de Educação e Meio
Ambiente – FAEMA.

Orientadora: Prof^ª. Ma. Keila de Assis Vitorino.

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

K97p Kviatkoski, Zaqueu de Almeida.

Projeto de desenvolvimento de um espectrofotômetro de baixo custo. / Zaqueu de Almeida Kviatkoski. Ariquemes, RO: Faculdade de Educação e Meio Ambiente, 2021.

45 f. ; il.

Orientador: Prof. Ms. Keila de Assis Vitorino.

Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Farmácia – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes RO, 2021.

1. Espectrofotometria. 2. Tecnologia em LED. 3. Baixo custo. 4. Espectrofotômetro. 5. Farmácia de Manipulação. I. Título. II. Vitorino, Keila de Assis.

CDD 615

Bibliotecária Responsável

Herta Maria de Açucena do N. Soeiro

CRB 1114/11

ZAQUEU DE ALMEIDA KVIATKOSKI

**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE UM ESPECTROFOTÔMETRO
DE BAIXO CUSTO**

Trabalho de Conclusão de Curso para a
obtenção do Grau em Bacharel em Farmácia
apresentado à Faculdade de Educação e Meio
Ambiente – FAEMA.

Banca Examinadora

Prof^a. Ma. Keila de Assis Vitorino
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Prof^o. Dr. Paulo Cilas Morais Lyra Junior
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Prof^a. Esp. Jucelia da Silva Nunes
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, Ma. Keila de Assis Vitorino, Biomédica e Mestre em Biologia Experimental pela Universidade Federal de Rondônia - UNIR. Docente do curso de graduação em Farmácia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente-FAEMA, Ariquemes - RO, por aceitar conduzir meu trabalho.

Ao meu professor e coordenador Dr. Paulo Cilas Moraes Lyra Junior, Doutorado em Biotecnologia pela Rede Nordeste de Biotecnologia, Brasil (2018) Coordenador do curso de farmácia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente- FAEMA, Ariquemes-RO, pelo seu apoio e dedicação.

A minha professora Esp. Jucelia da Silva Nunes, Especialização em Análises Clínicas, Funorte (2013) Professora da matéria de manipulação, do curso de farmácia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente- FAEMA, Ariquemes-RO, pelo seu apoio e dedicação.

Aos meus Amigos Weverton e Jhonatan, discentes do curso de Farmácia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente- FAEMA, Ariquemes-RO pelo apoio e incentivo que serviram de alicerce para minhas realizações.

A minha esposa Kelen Cristina que acima de tudo é uma grande amiga, sempre presente nos momentos difíceis e nas minhas realizações.

Também agradeço a meu amigo e irmão Izaque de Almeida Kviatkoski que sempre me motivou desde o início deste trabalho.

Por último, quero agradecer também à Faculdade FAEMA e a todo o seu corpo docente, pois mesmo em uma pandemia se dedicaram ao máximo para ensinar a sermos uns excelentes profissionais farmacêuticos.

RESUMO

Com a descoberta da frequência da luz, pode-se perceber a sua interação com elementos químicos, principalmente em soluções, assim, foi desenvolvido o primeiro espectrofotômetro, por Arnold Orville Beckman. Portanto, este trabalho tem como objetivo descrever a história da evolução do aparelho de espectrofotometria, bem como, o seu funcionamento e a construção de um aparelho de Espectrofotometria, com base na lei de Beer, descrevendo todas as etapas de construção e montagens com materiais de baixo custo, fácil obtenção e manipulação. Descreve a física envolvida, e o projeto necessário para criação do programa para coletar os dados do aparelho e realizar os gráficos espectrofotometria, e a curva da absorbância. Em seguida mostrará a construção do Espectrofotômetro detalhada com imagens e a Layout necessária. A metodologia deste trabalho acadêmico tem ênfase em pesquisa documental, na qual foram utilizados busca em livros, revistas, sites online e leis publicadas em bases de dados eletrônicos que serviu de base para elaboração do projeto do aparelho espectrofotômetro de LEDs de vários comprimentos de ondas. E, dentre as muitas explorações possíveis do aparelho serão sugeridas para análises químicas em farmácia de manipulação (teste de qualidade de dos princípios ativos) e laboratório de análises clínicas e educacionais como escola e faculdades e universidade, propiciando ambientes de aprendizagem de grande potencial motivador, envolvendo áreas interdisciplinares. Portanto, este trabalho mostra a viabilidade tangível da produção do aparelho de espectrofotômetro.

Palavras-chave: Aparelho espectrofotômetro. LEDs. Linguagem C + +. Linguagem Python.

ABSTRACT

With the discovery of the frequency of light, its interaction with chemical elements can be seen, mainly in solutions, thus, the first spectrophotometer was developed by Arnold Orville Beckman. Therefore, this work aims to describe the history of the evolution of the spectrophotometry apparatus, as well as its operation and construction of a spectrophotometry apparatus, based on Beer's law, describing all stages of construction and assembly with materials of low cost, easy to obtain and handle. Describes the physics involved, and the project needed to create the program to collect the data from the device and perform the spectrophotometry graphs, and the absorbance curve. Then it will show the detailed construction of the Spectrophotometer with images and the necessary Layout. The methodology of this academic work has an emphasis on documentary research, in which a search in books, magazines, online sites and laws published in electronic databases was used, which served as the basis for the elaboration of the project of the LED spectrophotometer device of various wavelengths. And, among the many possible explorations of the device, they will be suggested for chemical analysis in compounding pharmacy (quality test of active principles) and clinical and educational analysis laboratory such as schools and colleges and universities, providing learning environments with great motivating potential, involving interdisciplinary areas. Therefore, this work shows the tangible feasibility of producing the spectrophotometer apparatus.

Keywords: Spectrophotometer device. LEDs. C++ language. Python language.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Dados fluxograma.....	15
Figura 2 - Espectrofotômetro DU, 1941.....	16
Figura 3 - Diagrama de blocos de um espectrofotômetro.....	17
Figura 4 - Diagrama de um espectrofotômetro.....	17
Figura 5 - Curva de absorção da glicose.....	18
Figura 6 - Intensidade de luz.....	19
Figura 7 - Espectrofotômetro de duplo feixe.....	20
Figura 8 - Curva padrão.....	20
Figura 9 - Espectrofotômetro digital.....	21
Figura 10 - Tela de inicialização do software.....	23
Figura 11 - Área de trabalho do espectrofotômetro curva de calibração.....	24
Figura 12 - Área de trabalho do espectrofotômetro varredura.....	25
Figura 13 - Poder do espectro.....	26
Figura 14 - Espectro de emissão de alguns LEDs.....	27
Figura 15 - O espectro nanômetros com atividade relacionada.....	29
Figura 16 - Fita led rgb.....	30
Figura 17 - Motor de passo.....	30
Figura 18 - Arduino Uno R3.....	30
Figura 19 - Fotorresistor.....	30
Figura 20 - Disco de LEDs.....	30
Figura 21 - Esquema elétrico do hardware.....	31
Figura 22 - Disco de rotação com fita de LEDs.....	32
Figura 23 - Fluxograma com Hardware.....	34
Figura 24 - Fluxograma com Hardware com destaques.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espectro de cada LEDs.....	28
Tabela 2 - Preço unitário.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AB	Absorbância
AFE	Autorização de Funcionamento de Empresa
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CFF	Conselho Federal de Farmácia
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
CRF	Conselho Regional de Farmácia
COM	Portas de comunicação
FEBRAFAR	Federação Brasileira de Farmácia
IV	Infravermelho
ID	Identificação
LED	Diodo Emissor de Luz
HDD	Hard Disk Drive
Mg/L	Miligrama por litro
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachusetts
NM	Nanômetros
OMS	Organização Mundial de Saúde
SUS	Sistema Único de Saúde
SAC	Serviço de Atendimento ao Cliente
SSD	Solid-State Drive
SUB	Substância
USB	Universal Serial Bus
UV	Ultravioleta

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	11
1	OBJETIVOS	13
1.1	OBJETIVO GERAL.....	13
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
2	METODOLOGIA	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1	DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE.....	23
4.2	DESENVOLVIMENTO DO HARDWARE.....	26
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
	REFERÊNCIAS	39
	ANEXO A – CURRÍCULO LATTES	44
	ANEXO B – RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO	46

INTRODUÇÃO

Aos longos de muitos anos, foi moldado o conhecimento que temos a respeito da luz, assim como, podemos afirmar que quando a luz se propaga no espaço, ela se comporta como onda, mas quando incide sobre uma superfície, passa a se comportar como partícula (ROCHA; DE CARVALHO; FELÍCIO, 2020).

Ao decorrer deste tempo, foram descoberto as frequência da luz e o espectro do ultravioleta ao infravermelho, e criada a lei de Beer desenvolvida por Pierre Bouguer em 1729, Johann Heinrich Lambert em 1760 e August Beer em 1852. Estas descobertas contribuíram e muitos para ciência e desenvolvimento de aparelhos para a análises químicas (FERREIRA, 2017).

Com a descoberta da frequência da luz, pode-se perceber a sua interação com elementos químicos, principalmente em soluções, assim, foram desenvolvidos os primeiro o espectrofotômetro, por Arnold O. Beckman, aparelho este, que faz esta leitura com muita precisão da transmitância e absorbância de uma solução com determinado soluto de interesse, para determinar sua presença e concentração (SANTOS, 2019).

Em 1940, Arnold O. Beckman (1900 - 2004) atuava no desenvolvimento do espectrofotômetro. Que ocorreu nos Laboratórios de Tecnologias Nacionais, sendo o primeiro aparelho deste tipo. Este aparelho foi o maior feito da empresa Beckman Coulter Inc, que tinha sido inaugurada em 1935 (P. CHRISTY, 2021).

Este aparelho de espectrofotometria, tem como base o princípio da fotometria, descrita pela lei de Beer, onde a relação entre a luz de saída e a luz incidente é conhecida como Transmitância. A quantidade de luz que é absorvida pelas moléculas da solução é conhecida como Absorbância (MAZER; GASPAR, 2021).

Portanto, com os fundamentos supra citados na lei de Lambert-Beer, podemos elaborar a curva padrão, o qual corresponde a relação gráfica entre o valor de absorbância, e a concentração do soluto. Através da análise gráfica é possível identificar a linearidade da reação, e calcular o fator de conversão dos valores de

absorbância em concentração definida (PENNA; CINTRA, 2020).

Segundo P. Christy, (2021) no começo, o espectrofotômetro teve vários problemas de desempenho. Com esse problemas acarretaram em mudanças no design do aparelho, entre elas, um espectrômetro que usou um prisma de quartzo que melhorou muito as capacidades ultravioleta (UV), ao invés de modelos que usavam prisma de vidro.

E depois surgiram novos modelos, que incrementaram as mudanças elevando a capacidade de resolução do comprimento das ondas UV. Em 1941 foram produzidos novos padrões com lâmpadas de hidrogênio e outras melhorias (BECKMAN, 1977).

Atualmente, o desenvolvimento do aparelho espectrofotômetro continua, pois a várias áreas de atuação nas ciências deste na medicina, como por exemplos; exames toxicológicos, exames bioquímicos e análises químicas de diversas substâncias, e nas áreas criminais, para soluções de crimes e aplicação da lei penal (CHRISTY, 2021).

Porém, o alto custo deste aparelho inviabiliza a sua utilização em escolas e por pesquisadores com mais frequência, e utilização fica mais restrita nos laboratórios e faculdades. Então, com este trabalho pretende-se demonstrar que pode ser possível desenvolver um espectrofotômetro de baixo custo que servirá para estudos, pesquisa e análise químicas.

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um novo modelo de espectrofotômetro de baixo custo, que funcionará com Diodo Emissor de Luz (LED).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Discorrer sobre o desenvolvimento do espectrofotômetro;
- Explicar o seu funcionamento e comparar com modelos existentes;
- Demonstrar o software externo para Windows 10, baseado em Python;
- Exemplificar o programa interno do dispositivo baseado em C++;
- Modelar o projeto desenvolvimento do Software e o Hardware;
- Citar sobre a utilidade do aparelho pelo Farmacêutico responsável.

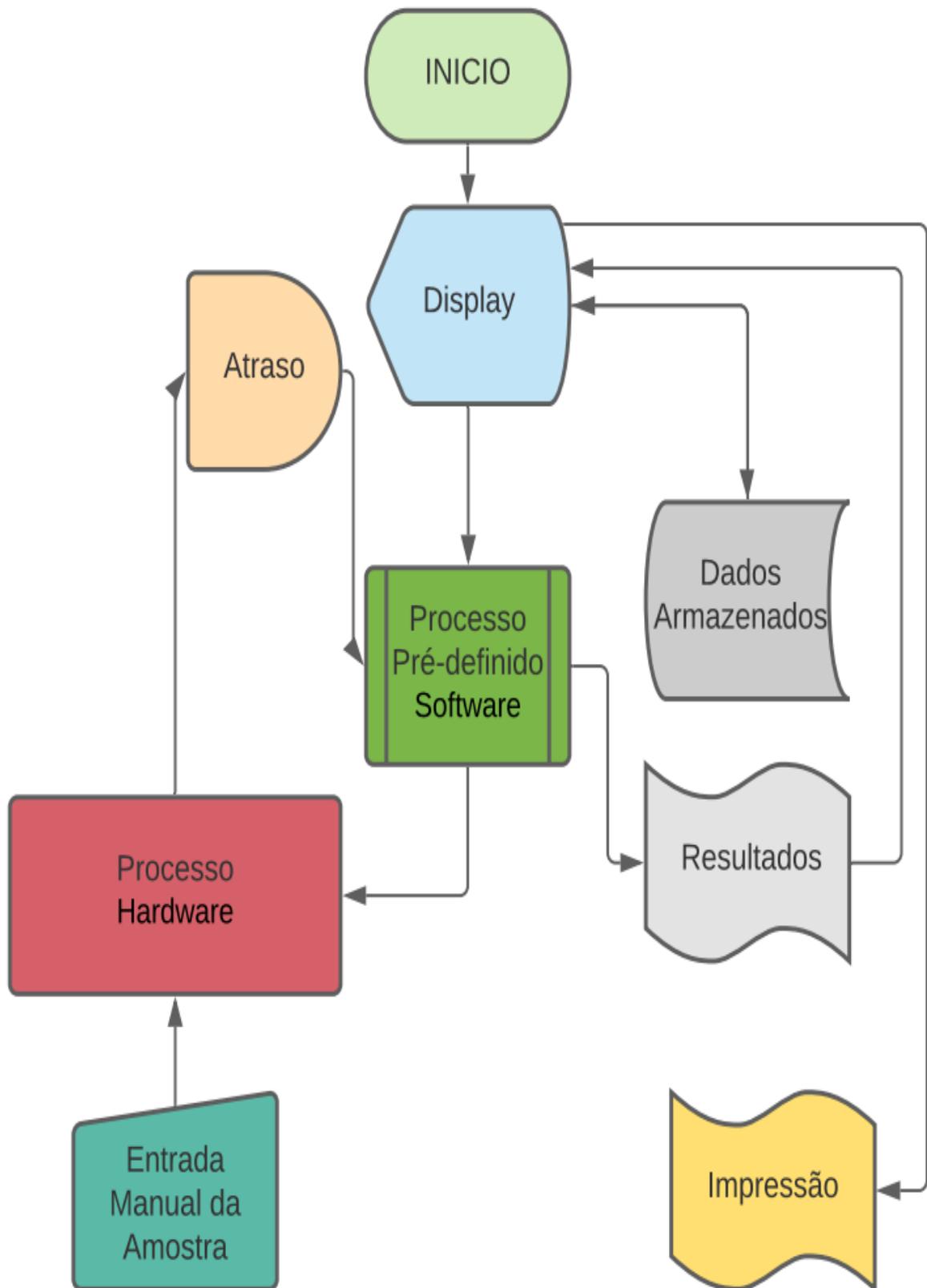
2 METODOLOGIA

Em consonância com os objetivos proposto por este trabalho, toma como abordagem em pesquisa de caráter exemplificativo e terá como procedimentos experimental na exemplificação da elaboração do aparelho, e do hardware software e teste de analíticos e posteriormente determinada a confiabilidade do aparelho e estudo de caso, comparação de aparelhos existente demonstrando os modelos e seu funcionamento.

Trata-se de um trabalho com pesquisa documental, na qual foram utilizados para a busca livros, revistas, sites online e leis publicadas nas seguintes bases de dados eletrônicas, a saber: Google Livros, Revista , Sites, ANVISA. A partir dos seguintes descritores: Linguagem C + +. Linguagem Python. Aparelho espectrofotômetro, LEDs.

Entretanto, este trabalho tem como ênfase a elaboração de aparelho espectrofotometria de LEDs de vários comprimentos de ondas, para que possa ser um aparelho de baixo custo para análises clínicas e análises farmacológicos , para ajudar os profissionais Farmacêuticos a obter um aparelho de baixo custo e confiável para obter análises de medicamentos e análises clínicas com um preço favorável, seguindo o fluxograma da figura 1.

Figura 1. Dados fluxograma



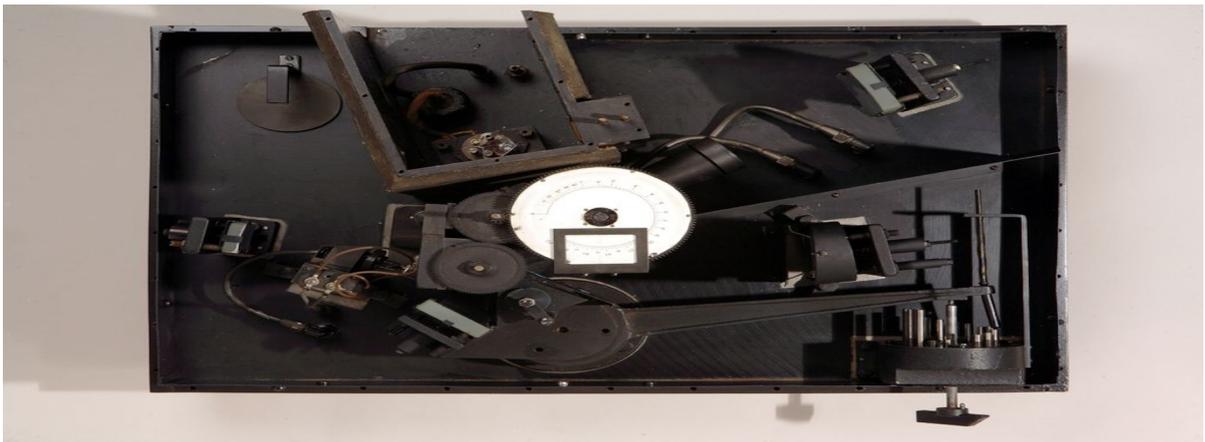
Fonte: Próprio autor (2021).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Antes de 1940, ou seja, antes do desenvolvimento do espectrofotômetro, as análises químicas eram feitas por um longo processo que levava semanas para ser concluído com apenas 25% de precisão de acordo com o arquivo "Inventor da Semana" do MIT (GIL; CATARINO, 2020).

Posteriormente em 1940, quando o Beckman desenvolveu o espectrofotômetro que foi introduzido nos processos de análise (figura 2), houve a simplificação de muitos processos, que em apenas alguns minutos levava para obter o resultado da análise (GIL; CATARINO, 2020).

Figura 2. Espectrofotômetro DU, 1941.

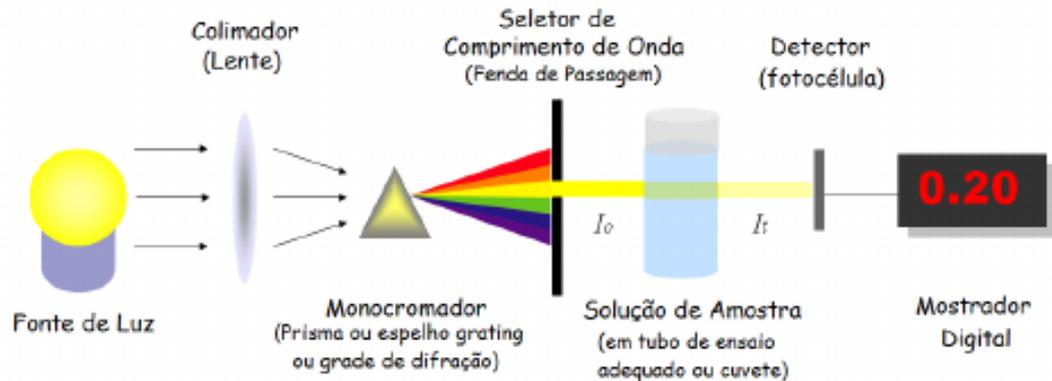


Fonte: Beckman Coulter (1941).

O aparelho de espectrofotometria, consiste num aparelho que funciona através da luz. Notadamente sendo usada uma luz da lâmpada halógena. Essa luz da lâmpada halógena emite uma luz de vários aspectos fotômetro do ultravioleta (UV) até o infravermelho (IV) (ROSA; MARTINS; ARANTES; SILVA; OLIVEIRA; SALIBA, 2019).

O problema é que esta fonte de luz de lâmpada halógena emite luz que consiste em vários aspectos, vide figura 3, e é necessário passar pelo monocromador, que é um tipo de prisma no qual a luz sofre decomposição em vários espectros, 300 nanômetros (nm) até 1000 nm (XIMENES, 2021).

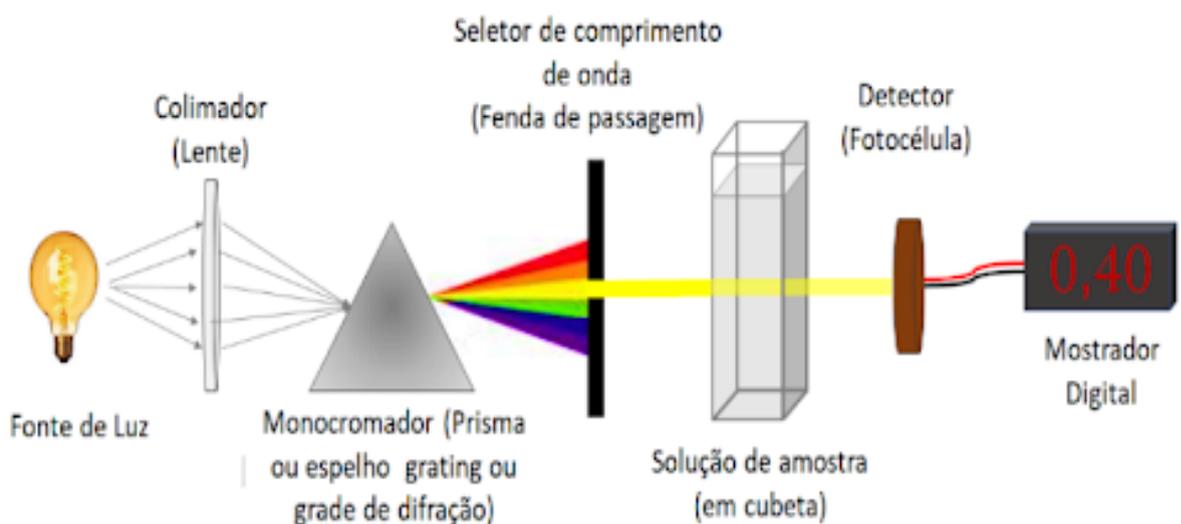
Figura 3. Diagrama de blocos de um espectrofotômetro.



Fonte: Dr. Jemima Gonçalves Pinto da Fonseca (2017).

Após a luz ser decomposta em vários aspectos, uma fenda seleciona qual espectro a ser utilizado. E esse espectro de luz selecionado passará pela cubeta contendo a amostra, no qual irá medir a retenção de luminescência. Seguindo a lei de Beer, que afirma que a luz transmitida ou absorvida por uma amostra de solução dependerá da concentração de soluto ou da espessura da solução, conforme a figura 4 (LIPPERT, 2018).

Figura 4. Diagrama de um espectrofotômetro.



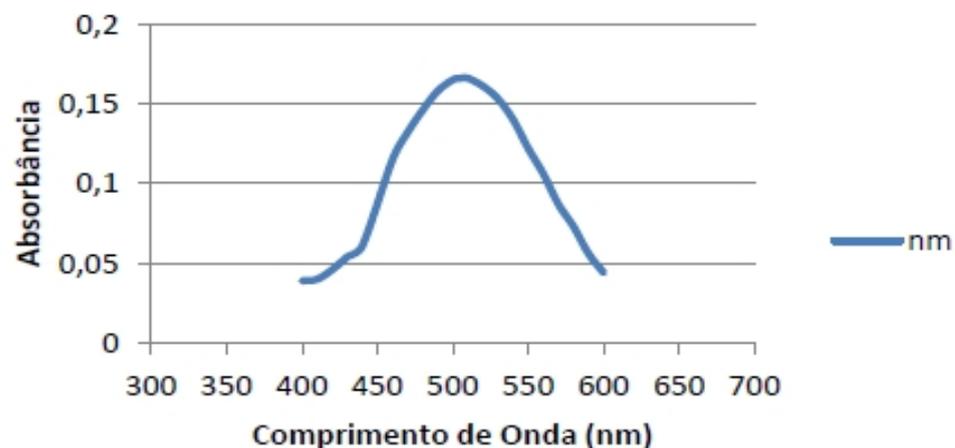
Fonte: Rosa et al. (2019).

Após a luz passar pela Cubeta, podendo ser cubeta de cristal ou de vidro, à

luz será medida pelo um sensor fotoelétrico, e posteriormente a resistência será medida por um circuito eletrônico. Aqui se descreve o funcionamento básico do aparelho de espectrofotometria, a depender qual a análise será feita, seja química analítica ou química quantitativa, vários procedimentos diferentes podem ser realizados (PONTES, 2014).

A exemplo da figura 5, uma solução que suspeita conter Glicose, será feita uma varredura em espectro a espectro, dependendo do aparelho pode ser em 5 e 5 nm ou de aparelho mais sofisticado 1 nm em 1 nm de comprimento, no qual sairá o resultado um gráfico mostrando em qual das faixas de comprimento de onda foi a maior absorbância (DA SILVA, 2019).

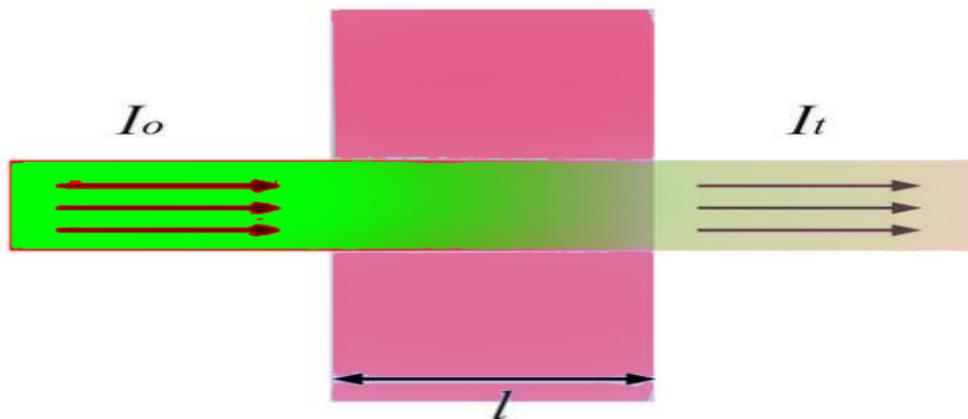
Figura 5. Curva de absorção da glicose.



Fonte: Tira o jaleco (2016).

A lei de Lambert-Beer pode ser simplificada com a seguinte equação, sendo a primeira a lei de Lambert. $LT = LI \cdot 10^{-x \cdot l}$; Onde: LT = Intensidade da luz transmitida; LI = Intensidade da luz incidente; x = constante denominada coeficiente de absorção e que depende do meio absorvente empregado; l = Espessura do meio absorvente, o que se resume na figura 6 (CANASSA; LAMONATO; RIBEIRO, 2018).

Figura 6. Intensidade de luz.



Fonte: Próprio autor (2021).

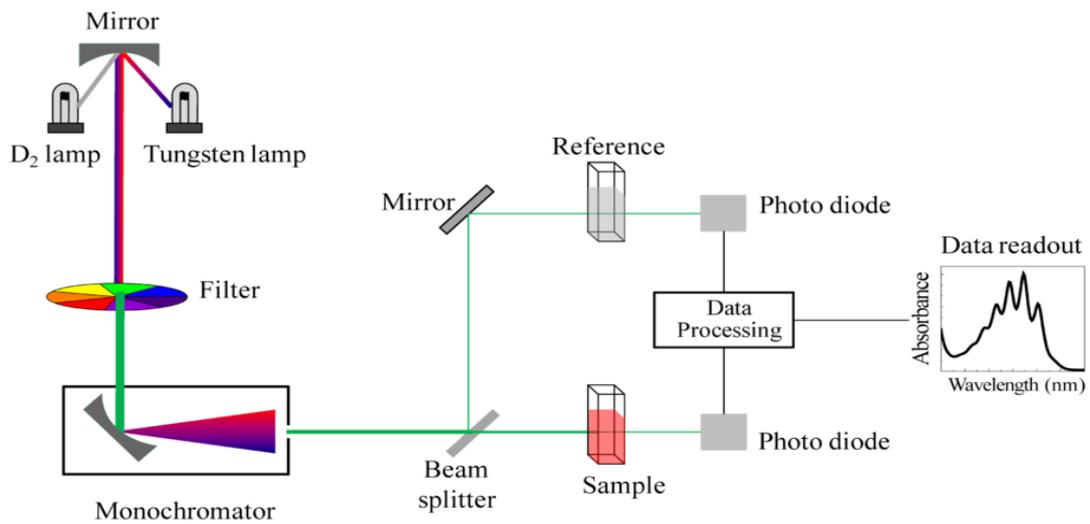
Então para Lambert (1870) assimilou que "A intensidade da luz emitida decresce exponencialmente à medida que a espessura do meio absorvente aumenta aritmeticamente", a exemplo da figura 6 (SILVA, 2019).

Beer (1852) assimilou que existe uma relação entre a transmitância e a concentração da solução onde o feixe da luz passava. Portanto, a luz absorve proporcionalmente a concentração molecular do soluto que nela se encontra, exemplo da curva da absorção da glicose na figura 5 (SOARES, 2020).

A lei de Beer (1870) pode ser representada pela seguinte equação . $I_t = I_0 \cdot 10^{-kc}$ Onde: I_t = Intensidade da luz transmitida; I_0 = Intensidade da luz incidente; k = Constante denominada coeficiente de absorção; c = Concentração do meio absorvente.

A despeito da figura da curva da absorção da glicose na figura 5, no qual podemos notar qualitativamente que a solução possui glicose, e que seu maior pico de absorbância é 500 nanômetros, por meio desses dados, podemos verificar a concentração desse soluto, glicose (FREITAS, 2017).

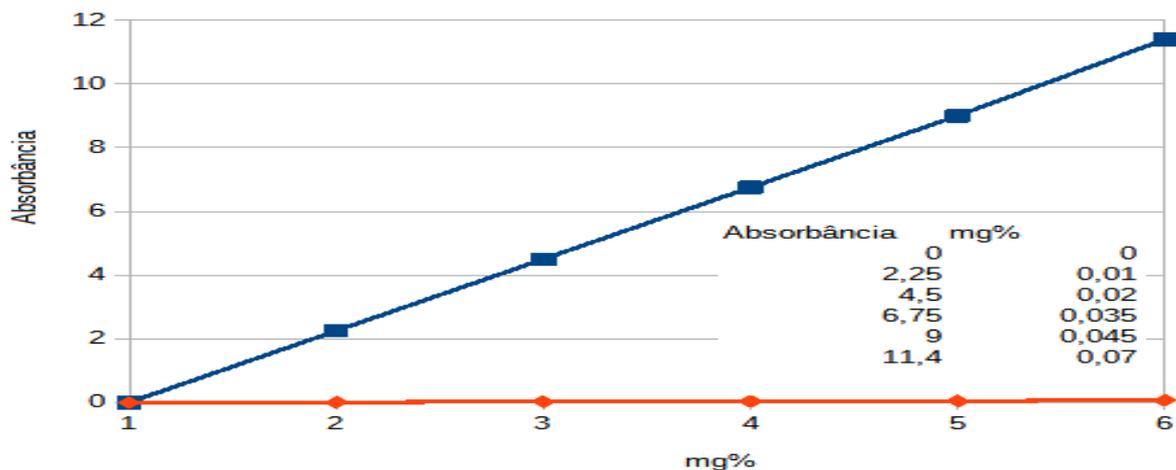
Figura 7. Espectrofotômetro de duplo feixe.



Fonte: Sobarwiki (2013).

Portanto, devemos verificar no espectrofotômetro a absorvância das soluções cuja concentração seja conhecida, como no exemplo na figura 7. E com os dados que obtivemos podemos construir o seguinte gráfico, figura 8, cuja curva padrão é de glicose.

Figura 8. Curva padrão.



Fonte: Próprio autor (2021).

Posteriormente, com esses dados e com esse gráfico, figura 8, podemos saber a concentração da solução. A qual desejamos saber a sua concentração,

levando em consideração a densidade ótica obtida, ou seja a absorbância, ou podemos fazer a seguinte equação $C = A \times F$ onde: C - concentração do desconhecido; A - absorbância do desconhecido; F (fator de calibração) – média dos valores da concentração do padrão dividido pela absorbância do padrão (MEYER, 2018).

Existe no mercado, atualmente, vários aparelhos espectrofotometria dos mais simples aos mais complexos. Segue que o valor do mais simples está em torno de 5800 BRL mais completo acima de 25000 BRL, no qual estes valores inviabilizam o uso em larga escala, sendo restrita a centro de ensinos, como Faculdade e universidades e laboratórios (Orion Produtos e Serviços de Laboratório, 2019).

Figura 9. Espectrofotômetro digital.



Fonte: Orion Produtos e Serviços de Laboratório(2021).

Na figura acima, figura 9, vemos um espectrofotômetro digital, no qual o seu valor varia em torno de R\$10.195,35 BRL, conforme a fonte menciona, Orion Produtos e Serviços de Laboratório (2021), podemos ver os dados técnicos do aparelho:

Faixa de comprimento de onda: 320-1000nm; Largura da fenda espectral: 5 nm; Precisão do comprimento de onda: ≤ 2 nm; Reprodutibilidade do

comprimento de onda: $\leq 1\text{nm}$; Precisão da transmitância: $\pm 0,5\%$ (t); Reprodutibilidade da transmitância: $\leq 0,2\%$ (t); Faixa de transmitância: 0 - 100 T; Faixa de absorbância: 0 - 2 A; Luz difusa: $\leq 0,5\%$ (t) (a 360nm, NaNO₂); Saída para Impressora: Porta Paralela; Seleção do comprimento de onda através de dial, para evitar erros de operação; Display LCD com retro-iluminação; Carro porta cubetas padrão: 4 cubetas de 50 mm; Dimensões da embalagem: 56x48x29cm; Peso: 13,5Kg; Voltagem: 220V (60Hz); Sistema ótico monofeixe e grade de difração de 1200 linhas / mm;

Componente receptor: fotocélulas; Fácil conversão entre os modos de leitura em Absorbância;

Desvio geral da luz: $\leq 0,5\%$ (t) / 3 min; Desvio geral da sombra: 0,2T%; Feixe de luz visível através de fonte de lâmpada de tungstênio / halogênio de 12V / 20Watts; alavanca localizada na parte frontal do equipamento, com movimentos para frente e para trás; Ajuste automático do ponto zero e fundo de escala; Transmitância, Concentração e Fator, pressionando apenas uma tecla; Função de ajuste para fator de concentração. Software: Acompanha software para instalação em Windows, o qual permite o total ajuste do equipamento e análise das amostras;

Preparo de curvas de calibração; Obtenção automática dos valores de concentração; Armazenamento das leituras e impressão de resultados; Leituras cinéticas (não automáticas): após ajuste de alguns parâmetros de análise, podem ser realizadas leituras cinéticas e os dados obtidos serão mostrados através de curvas. Os resultados podem ser armazenados, impressos ou exportados para o excel.

O espectrofotômetro - Digital 325-1000NM Mod. GT 7220, proporciona análises quantitativas e qualitativas de amostras, no espectro visível. Este pode ser utilizado em ensaios clínicos, na indústria bioquímica, petroquímica e farmacêutica, e também nas áreas de proteção ambiental e controle de qualidade (Global Trade. 2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

Este aparelho de espectrofotômetro será programado na linguagem Python 3, no que tange o desenvolvimento do software. E que no que tange o hardware, terá que ser programado na linguagem C + +. O software desenvolvido terá suporte para Windows 10 e inferiores e a parte de programação será livre de código aberto sem patentes ou será disponibilizado pelo autor por custo zero.

O software do aparelho espectrofotômetro deverá salvar as informações como gráfico e resultados (dados gerados nas leituras), no sistema de memória interna do sistema operacional; HDD , SSD ou pendrive.

No que tange à inicialização do software do espectrofotômetro de baixo custo, esse deverá ter um layout simples e fácil de utilizar. Pois, conforme NEIL (2012), o software tem que ser de fácil navegação e tem que ser intuitivo e de fácil compreensão para que o seu manuseio possa a diversificar diversas tarefas diferentes, para que possa mencionar os resultados, conforme a necessidade do usuário.

A seguir veremos um modelo de layout, figura 10, para inicialização do software do aparelho ao qual podemos perceber a simplicidade, desenvolvido em Python 3.

Figura 10. Tela de inicialização do software.

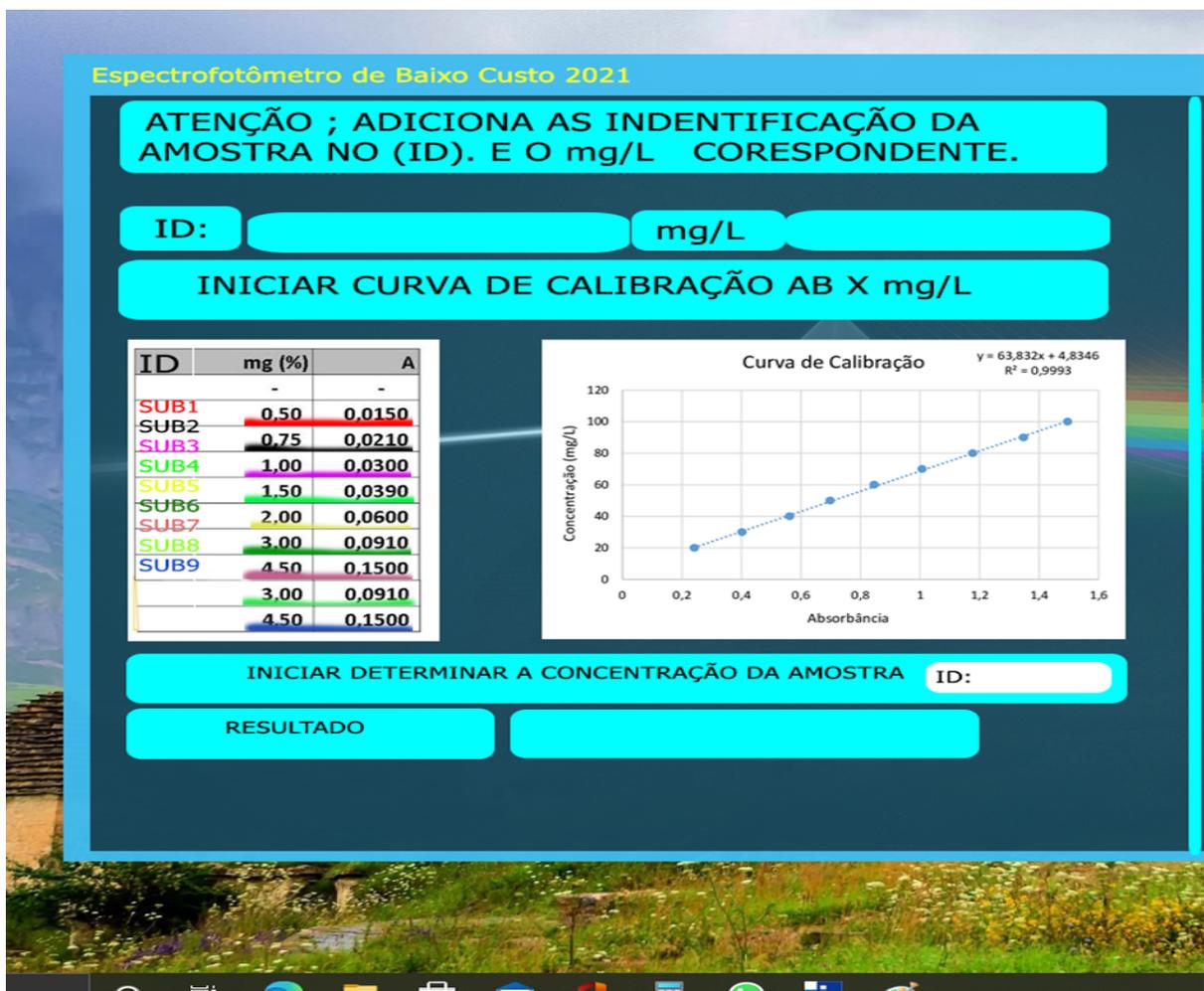


Fonte: Próprio autor (2021).

Após a inicialização do software, o mesmo deverá possuir na sua tela de trabalho algumas informações básicas de funcionamento, onde o usuário poderá, a depender do exame a ser realizado, fazer a calibração dos parâmetros, no qual será apresentado o gráfico da curva de calibração.

Após a calibração, o usuário poderá determinar a concentração da amostra a ser analisada, exemplo; Sacarose, Amido, Paracetamol, etc. Portanto este dados deverá ser colocado no local ideal para visualização, conforme a figura 11, na qual mostrará os resultados em mg/L para o usuário.

Figura 11. Área de trabalho do espectrofotômetro curva de calibração.



Fonte : Próprio autor (2021).

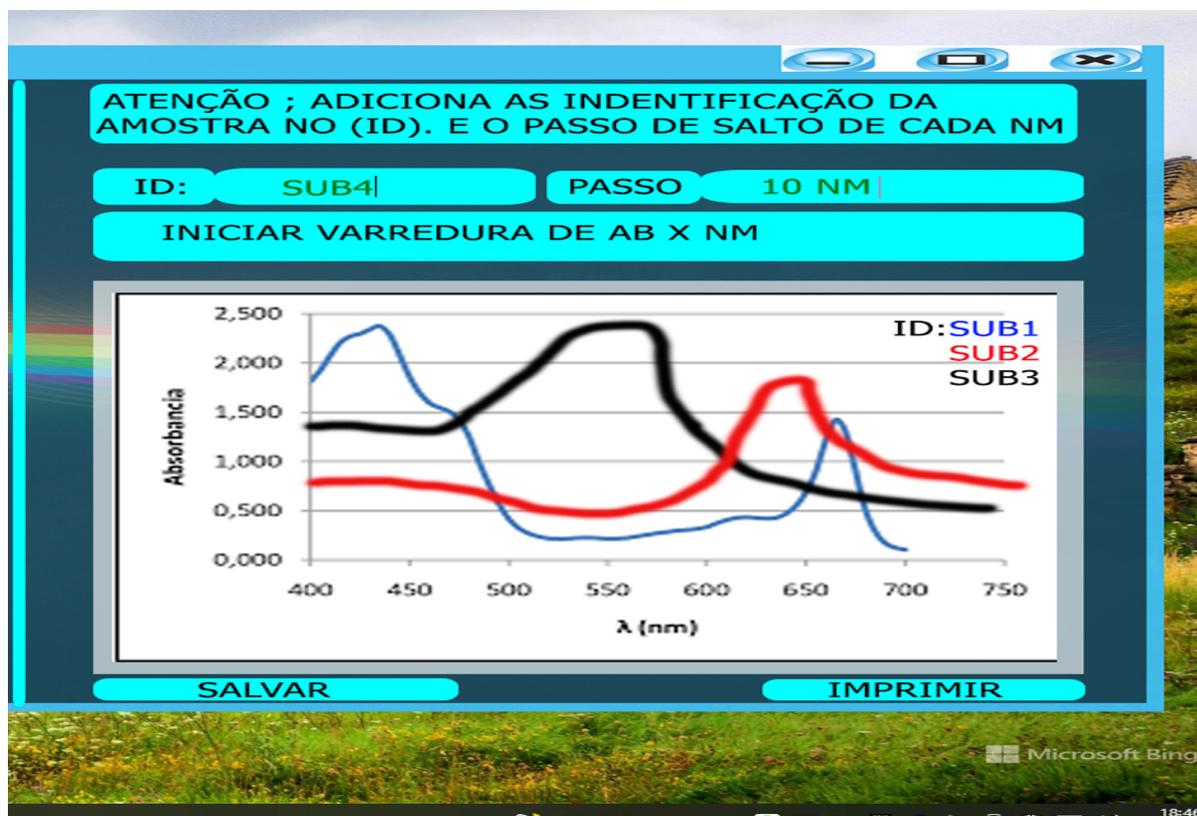
A depender do teste a ser realizado, qualitativo ou quantitativo, a máquina

poderá, na sua tela inicial de trabalho, dar opções de varredura, e o usuário identificará a amostra, e qualificará os passos de salto da fenda espectral, não poderá ser inferior a 10 nm e poderá ser maior, devido a especificação do aparelho, sendo este diferente do aparelho de referência (Global Trade. 2020) a qual pode soltar 5 nm.

Depois de identificado a amostra, o aparelho se comunicará com o dispositivo para fazer a varredura de 200 nm até 1100 nm, no qual será exibida o gráfico da curva de absorbância em relação a frequência do espectrofotômetro que será do ultravioleta ao infravermelho.

A exemplo da figura 12, o usuário poderá fazer vários testes com várias amostras diferentes, necessitando, nesse caso, que o mesmo coloque o ID (identificação) para cada amostra. Sendo melhor que os convencionais da Orion Produtos e Serviços de Laboratório (2021), pois estes só permitem uma amostra por vez.

Figura 12. Área de trabalho do espectrofotômetro varredura.



Fonte : Próprio autor (2021).

Depois de encerrada a varredura, o software mostrará o maior pico de absorbância em relação com ao espectro, será impresso o gráfico na tela (Display) do Windows , no qual o usuário poderá imprimir ou salvá-lo diferenciando modelo de espectrofotômetro Digital 325-1000NM Mod. GT 7220 (Global Trade. 2020).

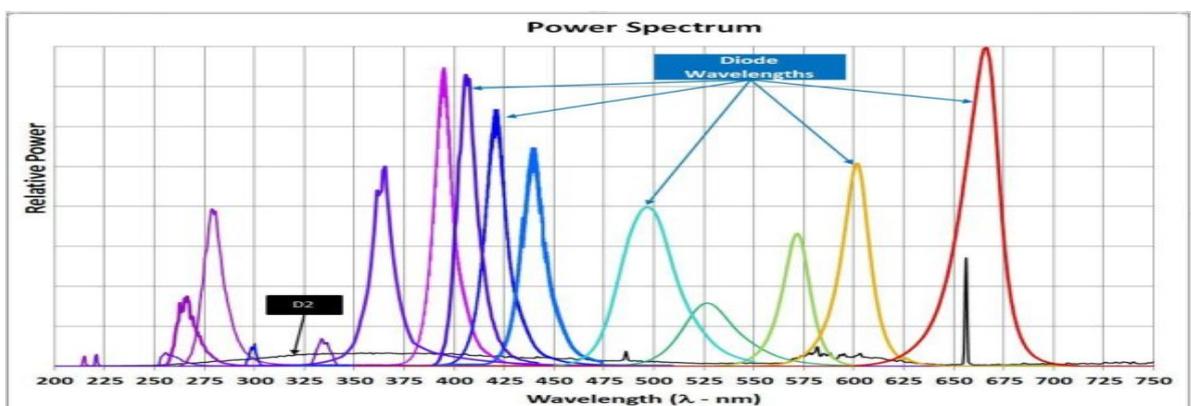
Todo este software será desenvolvido no Python 3, este é rico em bibliotecas desenvolvimento para gráficos e bibliotecas para se comunicar com a porta COM do Desktop, via USB, que será um meio de comunicação entre o software e o hardware, o software mandando instrução de operação, e o hardware mandando os resultados do sensores (SIMÃO, 2021).

4.2 DESENVOLVIMENTO DO HARDWARE

O desenvolvimento do hardware do espectrofotômetro, é uma parte fundamental para o barateamento do custo de produção do aparelho, pois este, trabalha de forma um pouco diferente dos convencionais.

Os espectrofotômetro que estão no mercado usam luz halógena ou similares (GUIMARÃES, 2006), enquanto o hardware do espectrofotômetro de baixo custo contará como uma fita LED (Diodo emissor de luz) em forma de disco onde cada LED será uma frequência de trabalho conhecida, ou seja, desde 200 nanômetros até chegar no espectro de 1100 nanômetros, e salto de mais ou menos de 10 nanômetros , ou superior.

Figura 13. Poder do espectro.

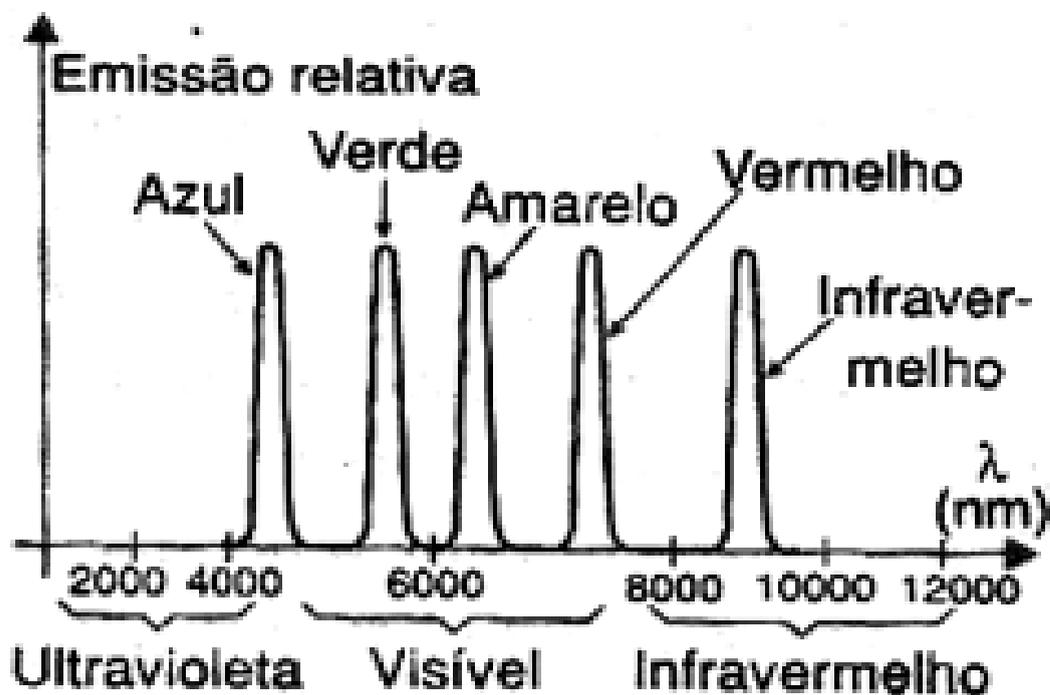


Fonte: Phoseon Technology (2021).

Os LEDs são monocromáticos, ou seja, trabalham numa faixa de emissão de espectro muito estreita (Newton, 2021), ilustrado na figura 13 e figura 14.

A coloração do LED é pela frequência de emissão, ou seja o espectro a qual emite, que depende dos níveis de energia dos químicos usados, e da dopagem e do tipo de semicondutor usado. A vantagem de usar LEDs e seu custo de aquisição muito baixo, e uma excelente estabilidade (AZEVEDO; SOUSA; CASTRO, 2019).

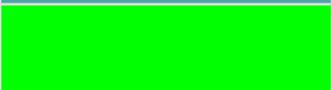
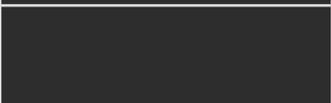
Figura 14. Espectro de emissão de alguns LEDs.



Fonte: Newton C. Braga (2021).

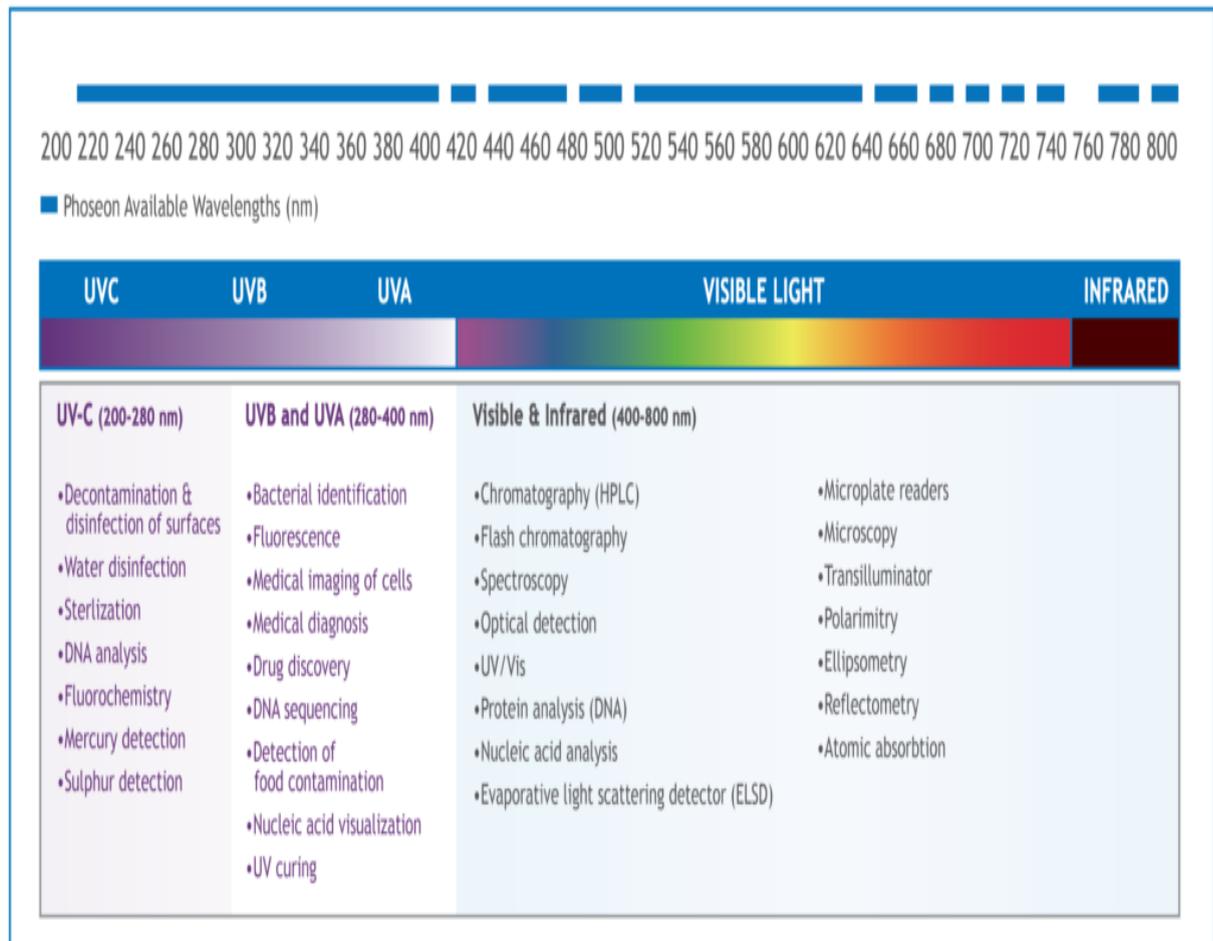
Segundo a Phoseon Technology (2021), os LEDs podem ser fabricados em frequência de emissão que vai desde o infravermelho acima dos 700 nanômetros, e até os de menor comprimento de ondas abaixo do 400 nanômetros (ultravioleta) ou o espectro visível na faixa dos 700 aos 400 nm, que correspondem às cores do espectro do vermelho ao azul que é o limite do ultravioleta. Em cada espectro de nanômetros com atividade relacionada, figura 15.

Tabela 1. Espectro de cada LEDs.

Comprimento de onda (nm)	Cor	Exemplo de cor
100-280	UV-C	
280-320	TVLB	
320-395	UV-A	
395-430	Violeta	
430-450	Anil	
450-480	Azul	
480-520	Azul-Verde	
520-555	Verde	
555-585	Verde-Amarelo	
585-600	Amarelo	
600-615	Âmbar	
615-625	Laranja	
625-640	Laranja-Vermelho	
640-700	Vermelho	
700-770	NIR de ondas curtas	
770-1100	NIR de ondas longas	
≥ 1100	Infravermelho	

Fonte: Newton C. Braga (2021).

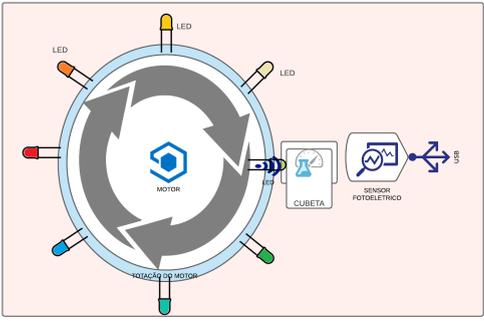
Figura 15. O espectro nanômetros com atividade relacionada.



Fonte: Phoseon Technology (2021).

Portanto, a seguir, na tabela abaixo, será descrito todos os componentes do hardware do espectrofotômetro, os valores dos equipamentos total ficarão abaixo dos R\$ 545,00.

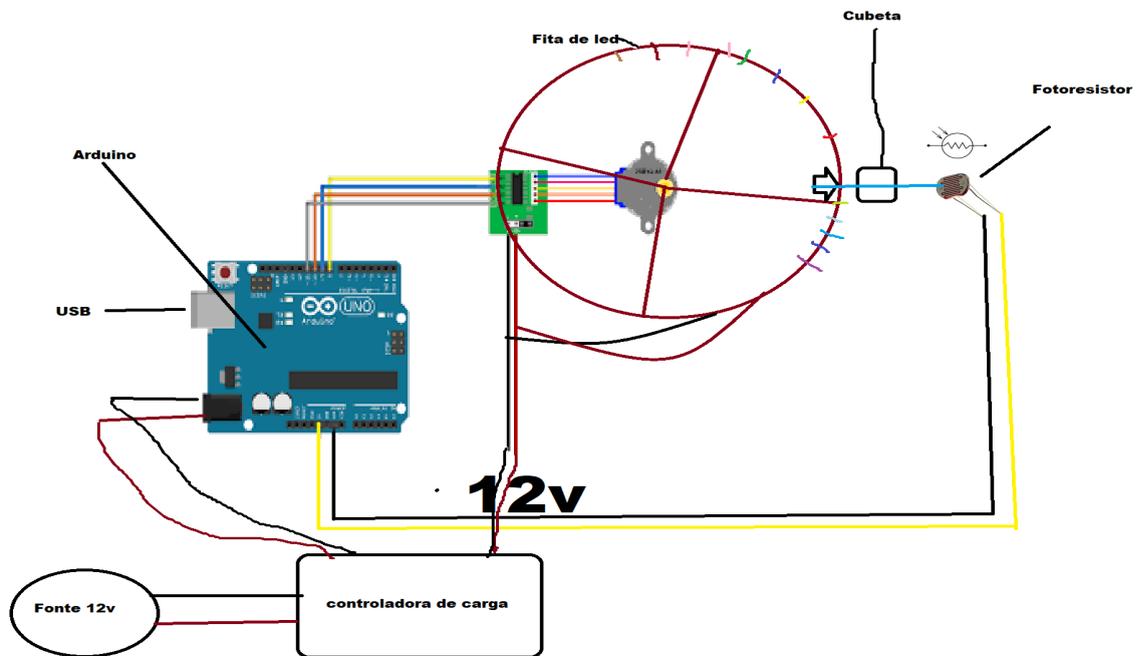
Tabela 2. Preço unitário.

1)90 unidades de LEDs de 5 mm que vão de 265 nm a 1100 nm	 <p>Figura 16. Fita led rgb. Fonte: Outlet Iluminação(2021).</p>
2)Motor De Passo 28byj-48 + Driver UIn2003 Arduino.	 <p>Figura 17. Motor de passo. Fonte: Mercado Livre(2021).</p>
3)Arduino Uno R3 Compatível.	 <p>Figura 18. Arduino Uno R3. Fonte: Mercado Livre(2021).</p>
4) Ldr 5mm Fotorresistor P/ Pic Arduino Sensor De Luz.	 <p>Figura 19. Fotorresistor. Fonte: Mercado Livre(2021).</p>
5) Plataforma em disco para comportar todos os LEDs. impressos na impressora 3D.	 <p>Figura 20. Disco de LEDs. Fonte:Próprio autor(2021).</p>
6) Fonte de alimentação de 12v.	
7) Controlador de carga.	

Fonte: Próprio autor (2021).

Na imagem a seguir, figura 21, podemos ver a disposição dos equipamentos e o desenho esquemático do aparelho. O aparelho será controlado exclusivamente pelo software. O aparelho não terá teclas e nem tela, só terá um botão de liga e desliga.

Figura 21. Esquema elétrico do hardware.



Fonte: Próprio autor (2021).

Conforme a figura acima, podemos ver que os LEDs ficaram dispostos em forma de um disco, que rotacionam, e este disco conterá todos os LEDs, o disco terá na sua base um motor de passo, no qual estará conectado ao Arduino do positivo. O motor de passo será controlado pelo Arduino, na qual através da programação (C++) poderá selecionar qual LED correspondente em aspecto de interesse para análise.

Portanto, através de comandos básicos, o arduíno poderá selecionar o LED para fazer a leitura, por exemplo, ele pode escolher o LED que trabalha na frequência 220 nanômetros, então este (Arduino) rotacionar o motor até que deixe o LED selecionado pronto para ser usado na cubeta contendo a amostra (figura 21).

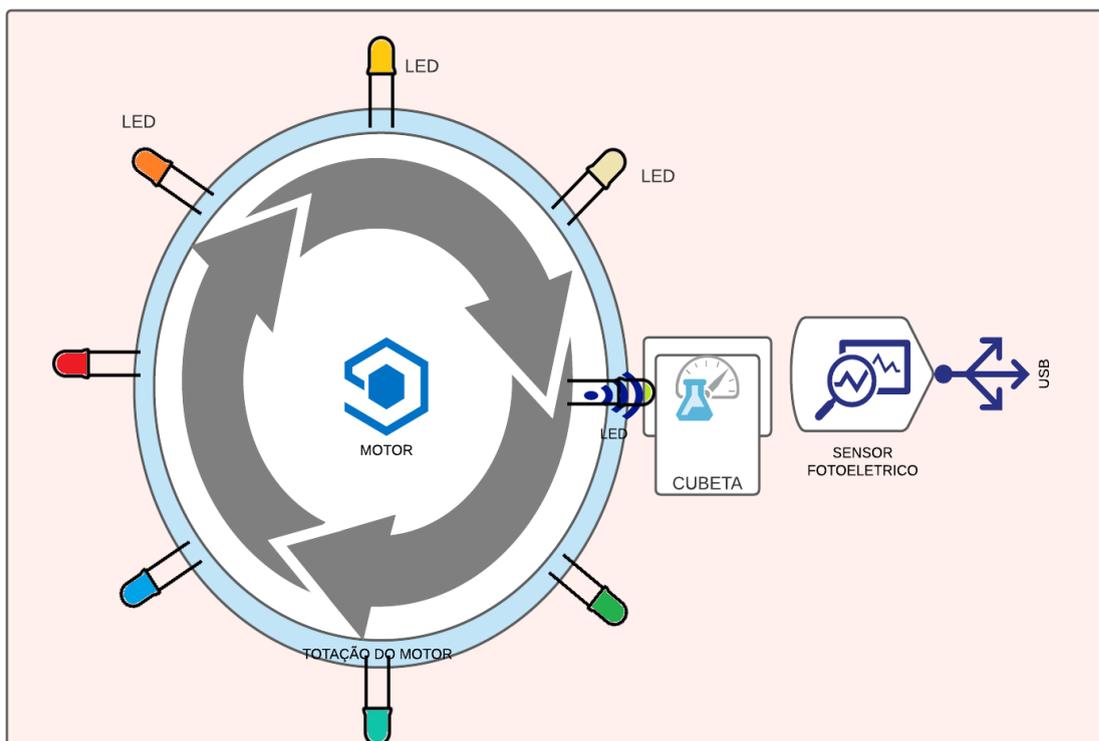
Após o arduíno rotacionar o motor de passo para escolher o LED específico, este ligará o LED, após esse comando irá fazer a leitura do sensor de fotoresistência, esse sensor está conectado ao arduino, que logo após fazer a

leitura, manda os dados para o Software.

O sensor de fotorresistência dá uma leitura de numérica, que vai do zero ao 1024 como menciona no site Athos Electronics (2021) . Portanto, espera-se que a mostra sendo de concentração dobrada de soluto, os valores da uma leitura de numérica do sensor , também, dobra conforme aos cálculos de absorbância.

Este será diferente do aparelhos convencionais, pois os outros usam uma luz halógena, que é fragmentada pelo prisma para obter os espectros (ROSA; MARTINS; ARANTES; SILVA; OLIVEIRA; SALIBA, 2019). Este, porém, não usará este mecanismo de monocromador, e sim usará vários LEDs dispostos em forma de disco, e cada LED, com frequência de espectro diferente, como o exemplo da figura 22.

Figura 22. Disco de rotação com fita de LEDs.



Fonte: Próprio autor (2021).

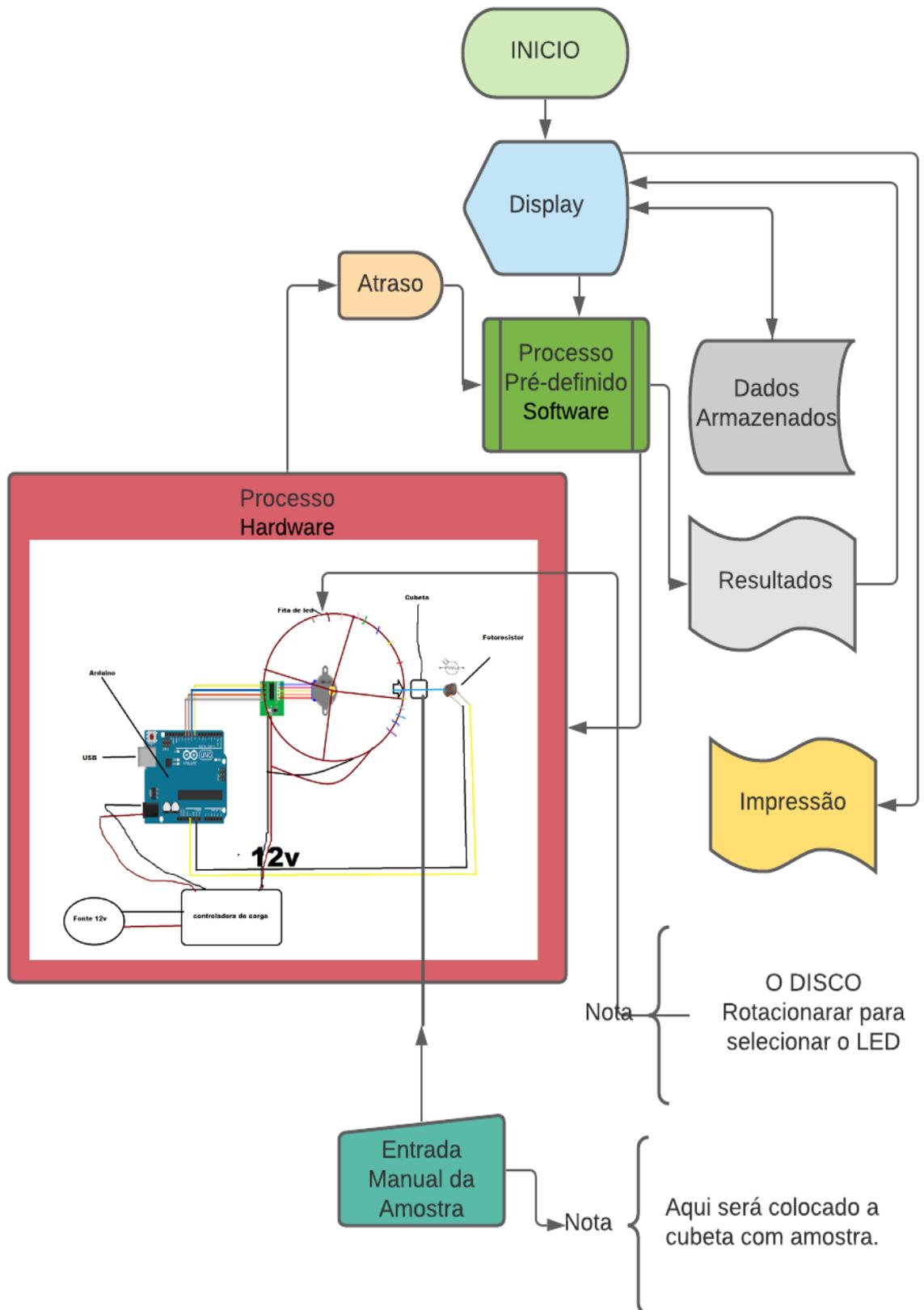
Poderão ser executados para calibração do espectrofotômetro, esses passos descritos acima, com as amostras com o soluto conhecido, que por exemplo, pode ser um medicamento ou uma substância de interesse para análise. Agora, para fazer a varredura, será necessário colocar a cubeta no dispositivo, e ser mandado um

comando para o Arduino posicionar ao LED de menor frequência que está abaixo do ultravioleta, e uma a uma, irá posicionar o LED acender e fazer leitura até chegar no LED de frequência de 1100 nm, conforme a figura 22.

E, esta técnica de varredura dirá o valores de absorbância para o software, e o software irá fazer o gráfico que será apresentado ao Display do sistema. Mas antes de fazer a varredura, terá que ser feita a calibração com uma amostra contendo zero soluto apenas água destilada na cubeta. Os LEDs têm uma estabilidade extraordinária em questão de luminosidade através do seu controlador de carga (AZEVEDO; SOUSA; CASTRO, 2019).

A carcaça do dispositivo será desenhada para caber todos componentes eletrônicos. E o conector de entrada e saída de informação será porta USB, que será conectado ao computador. E terá uma fonte de alimentação para alimentar os componentes e o arduíno. E também contará com a entrada da cubeta na parte superior. Esta carcaça do dispositivo poderá ser desenhada para que possa ser imprimida em impressora 3D.

Figura 23. Fluxograma com Hardware.

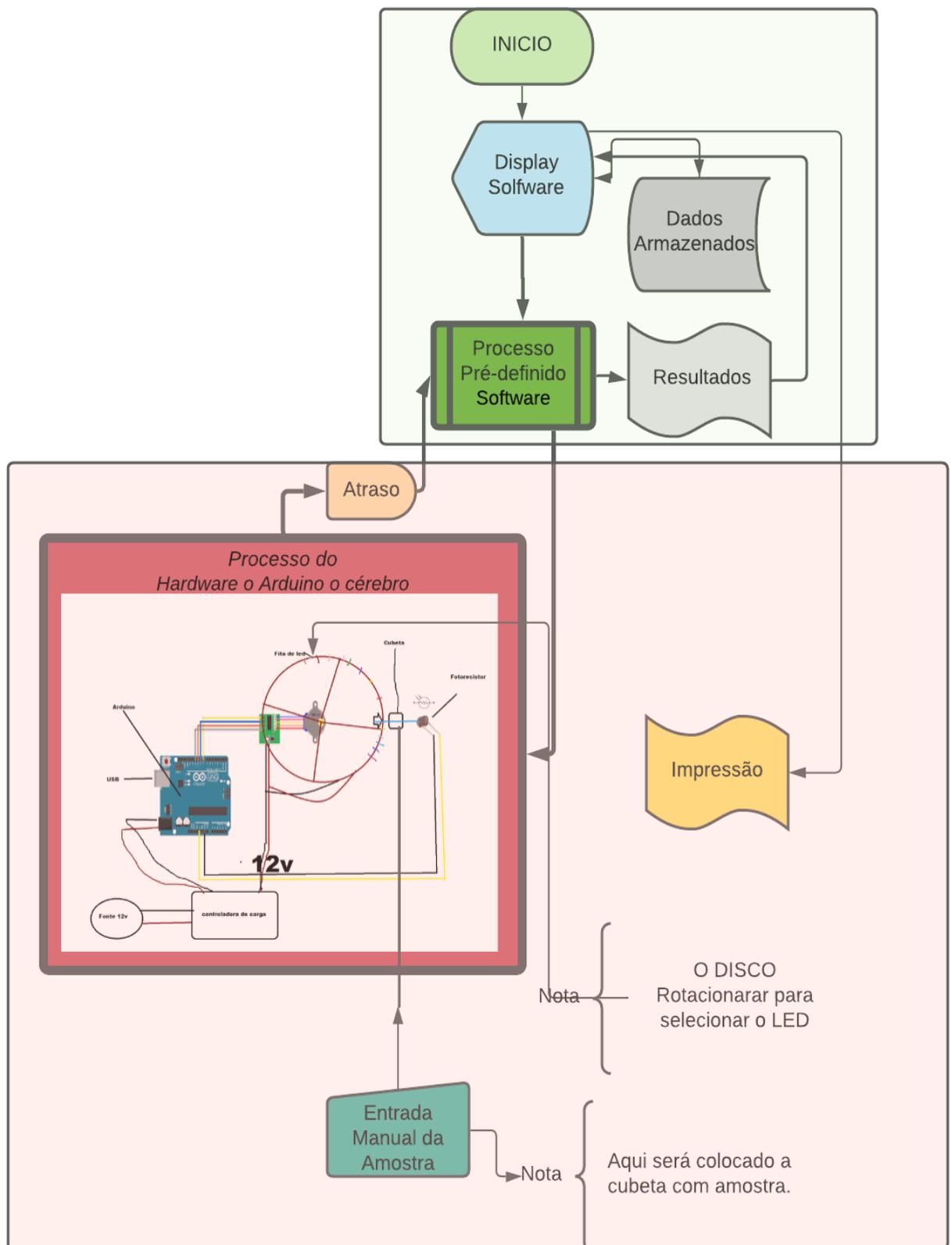


O arduino, que o cérebro do dispositivo, será controlado pelo o software, este será instalado no desktop ou o sistema operacionais como Windows 10 ou Windows 7, aquele (arduino) terá a sua própria linguagem de programação que será elaborada em C++. O software, e o hardware se comunicam via porta USB o software e mandará instruções, no qual o hardware vai ler essas instruções e executar todos os comandos da cadeia automaticamente (NETTO, 2020), vide figura 23.

Esse aparelho permitirá ao encarregado técnico, de laboratórios, de farmácias, de drogarias, de faculdades e de universidades realizarem vários testes de qualidade de produtos, fazer análise de medicamentos e ver se o mesmo condiz com as especificidades da substância e do princípio ativo.

Podendo também ser usado em faculdades, escola e universidade para mostrar aos discentes os fundamentos básicos do espectrofotômetro, como ele funciona, e toda física envolvida, a parte da programação do aparelho ,e várias outras, abaixo podemos ver um fluxograma, figura 24, onde o destaque em verde e o fluxo do software e a rosa fluxo do hardware.

Figura 24. Fluxograma com Hardware com destaques.



Desta forma, interligando interdisciplinarmente várias áreas do conhecimento científico, o aparelho poderá ser usado em análises clínicas corriqueiras, desde análises de uréia , ferro, ou tudo que envolve exames espectrofotômetro em farmácia de manipulação,etc. Além disso, deve ser usado na análise de crescimento de culturas de bactéria em cubetas, pois pela sensibilidade permite exames de urgência (MONTANHOLI, 2018).

E podendo ser usado em exame (análises clínicas) de antibiograma onde será colocado na cubeta o antibiótico a ser analisado, juntamente com a bactéria, para analisar o crescimento bacteriológico, pois, havendo o crescimento microbiológicos valores de absorbância mudaram, mostrando, portanto, a ineficácia do antibiótico. Poderá ser usado para vários fins tanto acadêmicos quanto farmacológicos, e toxicológicos e bacteriológicos, etc.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desta forma, concluímos que a Invenção do espectrofotômetro foi um passo fundamental para Ciência como um todo, pois reduziu o tempo da análise clínicas. Contudo, devido ao alto custo desse aparelho, não é acessível para todos. Para resolver esse dilema, foi elaborado este projeto de desenvolvimento do espectrofotômetro de baixo custo, através de componentes básicos e fácil aquisição, como LEDs.

Portanto, foi mostrado o funcionamento do espectrofotômetro e comparado com os modelos existentes e demonstrado o projeto de software e hardware do dispositivo de espectrofotômetro de baixo custo, e sobre as suas utilidades que, conseqüentemente, beneficiará toda a sociedade envolvida, tanto para o consumidor final, quanto para quem poderá ter um aparelho para seu trabalho de baixo custo e confiável.

Podendo também ser usado em faculdades, escola e universidade para discernir os discentes sobre os fundamentos básicos do espectrofotômetro, como ele funciona, e toda física envolvida, e ensinar sobre a parte da programação do aparelho, com custo de aquisição acessível.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mário de Souza. **Elaboração de projeto, tcc, dissertação e tese: uma abordagem simples, prática e objetiva**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

ARDUINO Uno R3. **Mercado Livre**, em São Paulo, 2021. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1879040369-arduino-uno-r3-compativel-_JM#reco_item_pos=0&reco_backend=machinalis-seller-items-pdp&reco_backend_ty pe=low_level&reco_client=vip-seller_items-above&reco_id=41e8b589-ff2a-4dc2-9845-d935ba1d71b3>. Acesso em: 20 de out. de 2021.

AZEVEDO, Aissa L.; SOUSA, Anderson KS; CASTRO, Tiago J. Espectroscopia óptica de baixo custo: uma estratégia para a introdução de conceitos de física quântica no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, 2019.

Beckman, A.O., Gallaway, W. S., Kaye, W., and Ulrich, W. F. "**History of Spectrophotometry at Beckman Instruments, Inc.**". *Analytical Chemistry*, 49, pp 280A-300A (1977).

CANASSA, Thalita A.; LAMONATO, Anna Luisa; RIBEIRO, Allan Victor. Utilização da lei de Lambert-Beer para determinação da concentração de soluções. **Journal of Experimental Techniques and Instrumentation**, v. 1, n. 2, 2018.

COARITI, Jaime Rodriguez et al. **Metodologia para validação de dados coletados por espectrofotômetros Brewer**. 2018.

CURVA de Absorção X Curva de Calibração. **Tira O Jaleco**, em 2016. Disponível em: <<https://www.tiraojaleco.com.br/2016/08/curva-de-absorcao-x-curva-de-calibracao.html>>. Acesso em: 22 de out. de 2021.

DA SILVA, R. S. et al. Determinação de Vitamina C em Suplementos Alimentares Utilizando Métodos Volumétricos e Espectrofotometria de Absorção Molecular. **Revista Virtual de Química**, v. 11, p. 155, 2019.

DE BERG, Kevin C. The Reaction and Its Equilibrium Constants: **The Role of Mathematics and Data Analysis**. In: *The Iron (III) Thiocyanate Reaction*. Springer, Cham, 2019. p. 53-69

DE SOUZA, Mariluce Karla Bomfim et al. Políticas de medicamentos, assistência farmacêutica e vigilância sanitária no Brasil: análise da atuação do estado no período de 2014 a 2018. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 7, n. 14, p. 208-229, 2019.

D.C. Harris, **Análise Química Quantitativa** (Editora LTC, Rio de Janeiro, 2008), 7 ed., p. 467-498.

ESPECTROFOTOMETRO Digital Faixa 325-1000NM C/ Software *in*: **GLOBAL TRADER TECHNOLOGY**. Em São Paulo disponível em: <<https://www.globaltradebr.com.br/espectrofotometro-digital-325-1000nm/p.>>

acesso em 12 de jun. 2021.

ESPECTROFOTÔMETRO digital faixa 325-1000nm c/ software global. **Orion Produtos e Serviços de Laboratorio LTDA**, de 2021. Disponível em: <https://www.orionprodutoscientificos.com.br/espectrofotometro-digital-faixa-325-1000nm-c-software-global?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant>. Acesso em: 16 de fev. de 2021.

FERREIRA, Nilson Eduardo. **Dispositivo médico assistencial para análise de turbidez do líquido peritoneal dialisado**. 2017.

FITA de LED. **OutLed Iluminação**, em São Paulo, de 2021. Disponível em: <<https://www.outlediluminacao.com.br/fita-led/fita-de-led-144w-28-8wm-dc24v-rgb-ip65-lp077>>. Acesso em: 20 de fev. de 2021.

FREITAS, Tuanny Cavatão et al. **Syzygium sp: compostos bioativos e ação sobre as enzimas digestivas**. 2017.

FOTORESISTOR. **Mercado Livre**, em São Paulo, 2021. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-743029845-kit-10-ldr-5mm-fotoresistor-p-pic-arduino-sensor-de-luz-_JM?matt_tool=56291529&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14303413604&matt_ad_group_id=125984287157&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=539354956218&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=140255580&matt_product_id=MLB743029845&matt_product_partition_id=1404886571258&matt_target_id=aud-1267094690808:pla-1404886571258&gclid=Cj0KCQjw_fiLBhDOARIsAF4khR0SWuDw4x5U3tWQwv7yYiJkOIOkjudMGzMI-g-lxfRzwIPOv9erUQaAgLhEALw_wcB>. Acesso em: 21 de out. de 2021.

GALO, André Luiz; COLOMBO, Márcio Francisco. Espectrofotometria de longo caminho óptico em espectrofotômetro de duplo-feixe convencional: uma alternativa simples para investigações de amostras com densidade óptica muito baixa. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 488-492, 2009. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-0422009000200036&lng=en&nrm=iso>. acessado em 12 Setembro 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422009000200036>.

GIL, Francisco; CATARINO, Lídia. **Visões da Luz**. Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press, 2020.

GUIMARÃES, Rodrigo Prada Sant'Anna et al. **Avaliação da estabilidade de cor e sorção de compósitos fotoativados por luz halógena e por emissão de diodo em diferentes meios de imersão**. 2006.

JLM de Oliveira, A Saron - **Revista de Ensino de Engenharia**, 2021 - revista.educacao.ws A Resolução 02 de 24/04/2019.

JOÃO, Walter Jorge. Farmacêutico é um aliado no combate à falsificação de medicamentos. **Conselho Federal de Farmácia**, abril de 2010. Disponível em: <https://www.cff.org.br/sistemas/geral/revista/pdf/125/017a018_walter_jorge.pdf>. Acesso em: 05 de jun. de 2021.

KÜPPERS, Harald. **Fundamentos de la teoria de los colores**. México: Gustavo Gili, 1995.

LDR– o que é e como efetuar leituras. **Athos Electronics**. Disponível em :<<https://athoselectronics.com/ldr-o-que-e-como-funciona/>>. Acesso em:10 de nov. de 2021

LEDS A iluminação do futuro. **Instituto Newton C. Braga**, Disponível em: <<https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/instalacoes-residenciais/6411-el042>>. Acesso em: 20 de fev. de 2021.

LIPPERT, Willian. **Sistema de oximetria na circulação extracorpórea**. 2018.

LLS Fonte de LEDs UV de alta performance de LEDs visíveis . **Usbio**, de 2021. Disponível em: <<http://www.usbio.com.br/led-font-lls.html>>. Acesso em: 17 de fev. de 2021.

LOMBARDO, Márcia. RÓTULOS DE MEDICAMENTOS COMERCIALIZADOS NO BRASIL: UMA DISCUSSÃO SOBRE NÃO CONFORMIDADES. **Revista Farmácia Generalista/Generalist Pharmacy Journal**, v. 2, n. 1, p. 18-29, 2020.

LUDKE,, Everton. **Um espectrofotômetro de baixo custo para laboratórios de ensino: aplicações no ensino da absorção eletrônica e emissão de fluorescência**. Revista Brasileira de Ensino de Física [online]. 2010, v. 32, n. 1 [Acessado 5 Novembro 2021] , pp. 1506-1503. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1806-11172010000100018>>. Epub 01 Jul 2010. ISSN 1806-9126. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172010000100018>.

MAZER, Wellington; GASPAR, Anete. Estudo de técnicas eletroquímicas para recuperação de estruturas. Determinação do teor de cloretos em concretos através da espectrofotometria. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 16309-16318, 2021.

MEYER, Yuri Alexandre et al. Iniciação científica no ensino médio: A construção de um aparato experimental de baixo custo para estudo da lei de lambert-beer a partir de um circuito montado com fotoresistor ldr. **Revista de Estudos Aplicados em Educação**, v. 3, n. 5, 2018.

MONTANHOLI, Henrique Issa. **Proposição de metodologias rápidas na detecção de forma latente bacteriana utilizando espectroscopia de infravermelho próximo e nariz eletrônico**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MOTOR de passo. **Mercado Livre**, em São Paulo, 2021. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2008335758-motor-de-passo-28byj-48-driver-2003-arduino-roboticanf-_JM?matt_tool=56291529&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14303413604&matt_ad_group_id=125984287157&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=539354956218&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=417085366&matt_product_id=MLB2008335758&matt_product_partition_id=1404886571258&matt>

_target_id=aud-1456438192039;pla-1404886571258&gclid=Cj0KCQjw_fiLBhDOARI sAF4khR0g3kn6NM2AnzycGeppU-I0WmL3CFt3dUUdSjT_2sRxPs0Pw0wW-S8aAqp SEALw_wcB>. Acesso em: 20 de out. de 2021.

NETTO, Antonio Valerio. **Projeto de um núcleo robótico e de alta performance para construção de um robô móvel**. FaSci-Tech, v. 1, n. 15, 2020.

OPERAÇÃO sunitinibe prende em sp cinco pessoas por distribuição de medicamentos falsificados contra o câncer no rs . **Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul**, em Rio Grande do Sul, 19 de jun. de 2020. Disponível em: <<https://www.mprs.mp.br/noticias/51382/>>. Acesso em: 26 de fev. de 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Pautas para la formulación de medidas para Combatir los medicamentos Falsificados**. Ginebra: OMS, 1999.

P, Christy. **"A História da Espectrofotometria"** sciencing.com, <https://sciencing.com/history-spectrophotometry-6595173.html>. 7 de julho de 2021.

PONTES, Aline Santos de et al. **Desenvolvimento de um fotômetro LED-Vis portátil e microcontrolado por Arduino**. 2014.

ROCHA, Fábio R. P.; TEIXEIRA, Leonardo S. G.. Estratégias para aumento de sensibilidade em espectrofotometria UV-VIS. **Quím.Nova**, São Paulo , v. 27, n. 5, p. 807-812, Oct. 2004 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000500021&lng=en&nrm=iso>. acessado em 14 Setembro 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422004000500021>.

ROCHA, Tennile Rany; DE CARVALHO, Thiago Milograno; FELÍCIO, Cinthia Maria. **Física quântica e misticismo no ensino de ciências**. Research, Society and Development, v. 9, n. 12, p. e18791211131-e18791211131, 2020.

ROSA, C. L. et. al. Construção de espectrofotômetro para fins didáticos. **Journal of Exact Sciences – JES**, v. 21, n. 1, p. 20-25, abr./jun., 2019.

ROSA,C.L.,MARTINS, F. P. O., ARANTES ,R.S., SILVA, V. M., OLIVEIRA, T.M., SALIBA, W. A.,Construção de espectrofotômetro visível para fins didáticos. **Journal of Exact Sciences – JES**. Vol.21,n.1,pp.20-25 (Abr - Jun 2019).

PENNA, Carla Batista; CINTRA, Fausto Gonçalves. Calculab: **aplicativo mobile para laboratório de análises químicas instrumentais**. 2020.

"Portrait of Arnold O. Beckman (1900-2004)," 1959. **Beckman Historical Collection**, Box 56, Folder 21. Science History Institute. Philadelphia. Disponível em:<<https://digital.sciencehistory.org/works/z316q1572>>.Acesso em: 16 de fev. de 2021.

SANTOS, Eliana Beatriz Magano dos. **Ensaio físico-químico em produtos alimentares**. 2019. Tese de Doutorado.

SANTOS, L. O. **Estudo comparativo entre as técnicas de voltametria em pulso diferencial, espectrofotometria no ultravioleta e visível e cromatografia líquida de alta eficiência como metodologias analíticas no doseamento da substância química Paracetamol.** 2003. 105 f. Dissertação (Mestrado em Vigilância Sanitária) - Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Rio de Janeiro, 2003.

SILVA, Camila Cristina da et al. **Estudo do efeito da modificação da fibra de sisal usando plasma frio reativo e seu impacto na remoção do azul de metileno.** 2019.

SIMÃO, Giulio Guilherme de Souza et al. **Uma biblioteca em C++ e Python para métricas de distância baseadas em estatística.** 2021.

SOARES, Iane Michelle de Souza. **Determinação de Boro em Fertilizantes Minerai.** 2020. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

TAKAYAMA, Lidio. Evolução Tecnológicas do espectrofotômetros. **FEMTO Indústria e Comércio de Instrumentos**, em São Paulo. Disponível em: <<http://www.femto.com.br/empresa-evolucao-tecnologica.html>>. Acesso em: 06 de ago. de 2021.

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) Instituto de Ciências Exatas **Depto. de Química Tópicos em Métodos Espectroquímicos Aula 2 – UV-Vis (parte 2)** Doutoranda: Jemima Gonçalves Pinto da Fonseca Juiz de Fora, 2017 Disponível em: <<https://slidetodoc.com/universidade-federal-de-juiz-de-fora-ufjf-instituto-5/>>. Acesso em: 11 de fev. de 2021.

UV LED Products for Life Sciences Proven Reliability for Demanding Applications. **Phoseon Technology**, em EUA de 2021. disponível em: <<https://phoseon.com/life-sciences/products-life-sciences/>>. Acesso em : 15 nov. de 2021.

XIMENES, Thomaz Pol. Ensino por experimentação: **aplicação de um experimento para o ensino de química.** 2021.

CURRÍCULO LATTES



Zaqueu de Almeida Kviatkoski

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/5165240979028037>

ID Lattes: **5165240979028037**

Última atualização do currículo em 05/11/2021

Atualmente é Cabo de polícia - Policia Militar do Estado de Rondônia. Tem experiência na área de Segurança Pública, atuado principalmente no seguinte tema: Informatização do autos de infrações de trânsitos da IV Edição do Premio Boas Ideias 2017. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome	Zaqueu de Almeida Kviatkoski 
Nome em citações bibliográficas	KVIATKOSKI, Z. A.
Lattes ID	 http://lattes.cnpq.br/5165240979028037

Endereço

Formação acadêmica/titulação

2017	Graduação em andamento em Farmácia. Faculdade de Educação e Meio Ambiente, FAEMA, Brasil. Bolsista do(a): Ministério da Educação, PROUNI, Brasil.
2012 interrompida	Graduação interrompida em 2015 em Pedagogia. Universidade Norte do Paraná, UNOPAR, Brasil. Bolsista do(a): Ministério da Educação, PROUNI, Brasil. Ano de interrupção: 2015
2015 - 2016	Curso técnico/profissionalizante em Técnico em Segurança Pública. Departamento de Ensino Da PM-RO, DEPM-RO, Brasil.
2000 - 2011	Bolsista do(a): Secretaria de Estado da Segurança, Defesa e Cidadania, SESDEC, Brasil. Ensino Médio (2º grau). EEEFM Padre Ezequiel Ramin, EEEFM PER, Brasil.

Formação Complementar

2021 - 2021	Extensão universitária em 1º Congresso Virtual de Ciências Farmacêuticas de Rondônia. (Carga horária: 12h). Conselho Regional de Farmácia do estado de Rondônia, CRF-RO, Brasil.
2021 - 2021	DISCUSSÃO DE CASOS CLÍNICOS EM REPRODUÇÃO HUMANA. (Carga horária: 2h). Associação Paulista de Medicina, APM, Brasil.
2021 - 2021	I Congresso Nacional Multidisciplinar de Covid-19. (Carga horária: 30h). Federação Internacional das Associações dos Estudantes de Medicina do Brasil, IFMSA, Brasil.
2021 - 2021	MOSTRA CULTURAL E CIENTÍFICA da FAEMA. (Carga horária: 12h). Faculdade de Educação e Meio Ambiente, FAEMA, Brasil.

Atuação Profissional

Polícia Militar do Estado de Rondônia, PM-RO, Brasil.

Vínculo institucional
2016 - Atual

Vínculo: Servidor Público, Enquadramento Funcional: Cabo de Polícia

Projetos de desenvolvimento

2017 - 2018

Informatização do autos de infrações de trânsito
 Descrição: IV Edição do Premio Boas Ideias 2017.
 Situação: Concluído; Natureza: Desenvolvimento.

Integrantes: Zaqueu de Almeida Kviatkoski - Coordenador.

Áreas de atuação

1. Grande área: Ciências da Saúde / Área: Farmácia.

Idiomas

Português

Compreende Bem, Fala Bem, Lê Bem, Escreve Bem.

Inglês

Compreende Razoavelmente, Fala Razoavelmente, Lê Razoavelmente, Escreve Pouco.

Espanhol

Compreende Bem, Fala Razoavelmente, Lê Bem, Escreve Pouco.

Prêmios e títulos

2017

IV Edição do Premio Boas Ideias, Estado de Rondônia.

Produções

Produção bibliográfica

Apresentações de Trabalho

1. **KVIATKOSKI, Z. A.**. Osmose reversa e Membranas. 2017. (Apresentação de Trabalho/Outra).

Inovação

Projeto de desenvolvimento tecnológico

2017 - 2018

Informatização do autos de infrações de trânsito
 Descrição: IV Edição do Premio Boas Ideias 2017.
 Situação: Concluído; Natureza: Desenvolvimento.

Integrantes: Zaqueu de Almeida Kviatkoski - Coordenador.



RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTE: Zaqueu de Almeida Kviatkoski

CURSO: Farmácia

DATA DE ANÁLISE: 09.11.2021

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: 6,66%

Percentual do texto com expressões localizadas na internet ⚠️

Suspeitas confirmadas: 2,9%

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados ⚠️

Texto analisado: 87,65%

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).

Sucesso da análise: 100%

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.7.1
terça-feira, 9 de novembro de 2021 22:47

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **ZAQUEU DE ALMEIDA KVIATKOSKI**, n. de matrícula **30033**, do curso de Farmácia, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 6,66%. Devendo o aluno fazer as correções necessárias.

(assinado eletronicamente)

HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO

Bibliotecária CRB 1114/11

Biblioteca Júlio Bordignon

Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Assinado digitalmente por: Herta Maria de Acucena do Nascimento Soeiro
Razão: Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA
O tempo: 10-11-2021 18:58:38