

## **Análise de corantes naturais utilizando espectroscópio de emissão construído com materiais de fácil acesso**

**Ana Paula Tavares<sup>1</sup>, Joanny Moraes<sup>1</sup>, Marcos Vinicius Rocha<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Discentes do curso Ensino Médio integrado ao técnico em biotecnologia - IFTO. e-mail: <[tavaresanapaula44@gmail.com](mailto:tavaresanapaula44@gmail.com)> <[joannysilva34@gmail.com](mailto:joannysilva34@gmail.com)> <[marcosviniciusrt88@gmail.com](mailto:marcosviniciusrt88@gmail.com)>

**Resumo:** A espectroscopia é definida como o estudo da interação entre a radiação e a matéria. Neste trabalho analisou-se a composição espectral de corantes naturais de origem vegetal como as betalainas, carotenóides e clorofilas. Este estudo teve por objetivo verificar a funcionalidade de um espectroscópio de emissão construído com materiais de fácil acesso e aquisição para interessados. Extraíu-se a betalaína, a clorofila e o betacaroteno utilizando beterraba, couve e cenoura, respectivamente, para isso cortou-se os vegetais, pesou-se 25g de cada e transferiu-os para um bécker, no qual adicionou-se 50 ml de álcool 92,8% e reservou-os por aproximadamente uma hora e meia, em seguida centrifugou-os a fim de obter apenas a solução corante-álcool. Para a análise de corantes, utilizou-se como fonte de luz uma lâmpada LED policromática e analisou-se também o branco. No geral, os gráficos obtidos como resultados apresentaram semelhanças com os gráficos encontrados na literatura, visto que, observou-se algumas discrepâncias não esperadas entre o gráfico do betacaroteno obtido e o encontrado na literatura. Todavia, essas diferenças não contestam a funcionalidade do espectroscópio construído, o que permite concluir que o mesmo pode ser uma alternativa possível para o ensino da físico-química nas instituições de ensino.

**Palavras-chave:** Espectroscopia de emissão; Corante; Instrumento óptico.

### **1 INTRODUÇÃO**

A espectroscopia é uma ciência que surgiu no século XVII com as observações de Isaac Newton sobre a decomposição da luz solar ao passar por um prisma. No entanto, somente a partir do século XIX, a utilização de técnicas espectroscópicas mostrou-se bastante promissora na identificação de substâncias de natureza desconhecida, como também, quando tais substâncias eram conhecidas, mas encontravam-se em misturas complexas (MONTEIRO, et al., 2007).

Em vista disso, o desenvolvimento dessa técnica é possível devido a capacidade dos átomos de absorver e emitir radiações eletromagnéticas (energia) em quantidades e comprimentos de onda específicos para cada um deles (BARROS et al., 2016). Sendo que esta energia pode ser captada por um instrumento óptico, o espectroscópio, e interpretada para formação de gráficos e padrões espectrais únicos para cada substância, que é o princípio da espectroscopia de emissão.

Vale ressaltar que, o espectroscópio de emissão é um equipamento utilizado para identificar a composição espectral de um objeto luminoso, visto que, a luz ao passar por uma rede de difração é decomposta em seus componentes do espectro, apresentando raias espectrais específicas para cada componente daquele objeto. Este instrumento é versátil e qualificado para atender diversas áreas de estudo, no entanto, necessita de um investimento relativamente alto que restringe sua utilização para entidades com alto poder aquisitivo, além de apresentar dificuldades quanto a sua utilização e ser de pouco conhecimento popular. Tais exigências dificultam sua obtenção em escolas para fins didáticos, tornando as aulas de físico-química, astronomia e especificamente óptica bastantes teóricas. Esta

situação ficou demonstrada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (MEC, 1999), ao constatar-se que o ensino de Química está reduzido à transmissão de informações, definições e leis isoladas, sem qualquer relação com a vida do aluno. Além disso, uma abordagem mais experimental nas aulas possibilitaria aos alunos um conhecimento mais vasto sobre a ciência e sua relação com as aplicações tecnológicas e implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas.

O espectroscópio é constituído por três partes: o suporte para o sensor, o sensor e o software. O suporte consiste em uma câmara escura com uma fenda para passagem da radiação eletromagnética em uma extremidade e, na outra, um sensor posterior a um elemento dispersivo (grade de difração ou prisma) cuja função é decompor o espectro de luz (GARCIA et al., 1994). Neste trabalho, para análise dos corantes, utilizou-se um equipamento construído com materiais de fácil acesso, mas com eficácia análoga à das peças originais. Utilizou-se como câmara escura um cano PVC cromatizado com tinta fosca preta e com tampas nas extremidades, na qual fez-se uma fenda em uma delas e, na outra fixou-se o sensor transversalmente, sendo este, uma câmera Webcam desmontada que capta a radiação e envia a um software para interpretação dos dados. Para grade de difração utilizou-se um fragmento de CD sem película fixado anterior ao sensor. Enquanto o software utilizado foi o *Theremino Spectrum*, que realizou teste do sensor, calibração do equipamento e análise dos padrões de comprimento de onda do espectro de emissão.

Sendo assim, propomos, neste trabalho, uma exemplificação da utilidade de um espectroscópio de emissão construído com materiais de fácil aquisição, acessível para escolas e interessados, e que apresente também fácil manuseio e poucas exigências, podendo ser utilizado para ampliação do conhecimento dos alunos sobre a espectroscopia e as disciplinas já mencionadas, por meio da introdução de atividades experimentais, que dinamizam as aulas e forneça um conhecimento mais amplo aos alunos.

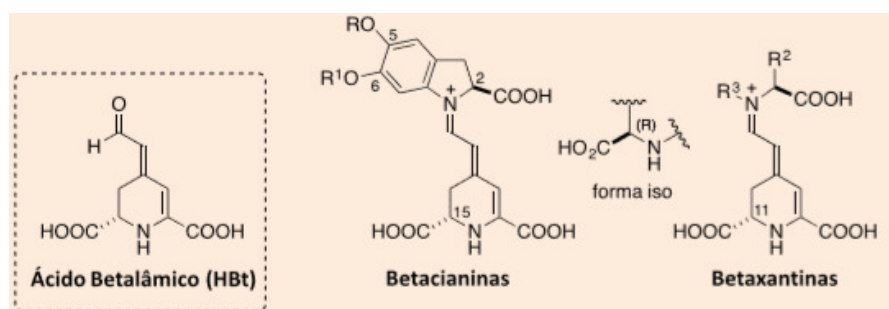
Logo, para o alcance do objetivo deste trabalho fez-se necessário a busca por corantes naturais adequados, assim como avaliação da melhor maneira de analisar as amostras e, por fim, a fase de teste dos corantes para certificar a funcionalidade e eficácia do equipamento.

Segundo o artigo 10 do Decreto nº55 871, de 26 de março de 1967, considera-se corante natural o pigmento ou corante inócuo extraído de substância vegetal ou animal (CORANTES NATURAIS, 2011). Estes vêm sendo utilizados desde a antiguidade para conferir cor aos alimentos e bebidas e torná-los mais atrativas ao consumo, visto que, a cor está diretamente ligada às percepções sensoriais de aceitação dos alimentos. Os pigmentos naturais são divididos em quatro classes

principais: as antocianinas, betalaínas, carotenóides e clorofilas. No entanto, no presente trabalho não fez-se o uso da classe antocianinas.

As Betalaínas são alcalóides coloridos, atóxicos e solúveis em água, que do ponto de vista químico, são compostos nitrogenados resultantes do acoplamento de um cromóforo, o ácido betalâmico, com aminoácidos/aminas (betaxantinas amarelas) ou derivados de ciclo-Dopa (betacianinas vermelho-violáceas), como mostra a figura 1. Sabe-se que há aproximadamente 70 compostos químicos, descobertos, pertencentes à classe das betalaínas, todas com a mesma estrutura fundamental, 1,7 diazoheptamelina. Destas 70 espécies conhecidas, 50 delas são pigmentos de coloração avermelhada denominados betacianinas e 20 são pigmentos de coloração amarela, as betaxantinas, que podem ser fluorescentes, um fenômeno não observado nas betacianinas (LOPES et al. [20-] e CORANTES NATURAIS, 2011)

Figura 1: Estrutura geral das betacianinas vermelhas e das betaxantinas amarelas. Estrutura do ácido betalâmico



Fonte: Gonçalves, L. C. P. et al. 2015

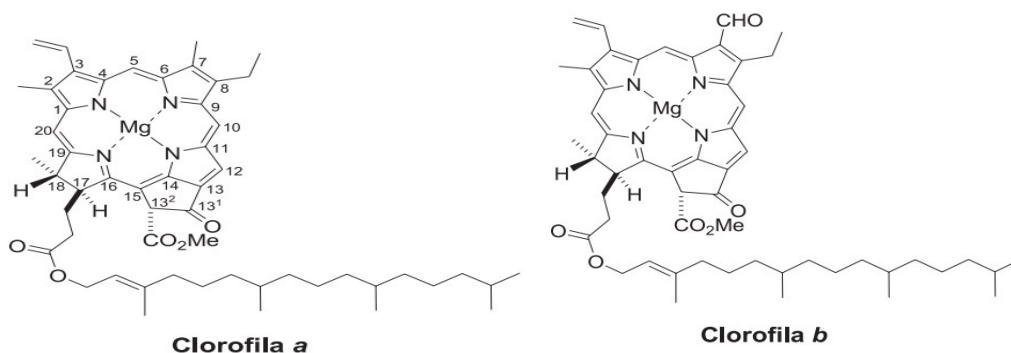
Ademais, as Betalaínas são encontradas em todas as famílias de plantas da Ordem Caryophyllales, exceto nas famílias Caryophyllaceae e Molluginaceae. Essa ordem é composta por 35 famílias que agrupam cerca de 10000 espécies e representam cerca de 7% da diversidade na classe das eudicotiledôneas. Além das plantas, o pigmento também foi identificado em alguns fungos basidiomicetos dos gêneros Amanita e Hygrophorus (GONÇALVES, et al. 2015).

Sendo que, a principal fonte desse pigmento é a beterraba, no qual podem ser obtidas betanina, seu epímero isobetanina, prebetanina e quantidades menores de vulgaxantina I e vulgaxantina II, sendo que misturas destes pigmentos são comercializadas para uso como corante alimentício (Gonçalves, et al. 2015). Algumas variedades desse vegetal contêm valores superiores a 200mg de betacianina por 100g do vegetal fresco, o que representa conteúdo de sólidos solúveis superior a 2% (CORANTES NATURAIS, 2011).

Já as clorofilas são os pigmentos naturais verdes abundantemente presente nas plantas, mais especificamente nos cloroplastos das folhas e em outros tecidos vegetais. Possuem tom verde oliva e são obtidas de vegetais ou parte de vegetais como a grama, lucerne e urtiga, além de participarem do processo de fotossíntese das plantas (VOLP et al. 2009).

Quimicamente, a clorofila não é uma molécula isolada, mas compreende uma família de substâncias semelhantes entre si, designadas de clorofila a, b, c e d. A clorofila a, a mais abundante e a mais importante dessa família, corresponde a aproximadamente 75% dos pigmentos verdes encontrados nos vegetais. A clorofila b difere se dá clorofila a por ter uma pequena variação na substituição no anel pirrólico II (Figura 2). As clorofilas c e d são encontradas em algas. Em suma, diferença entre os tipos de clorofilas é mínima, o que varia é a "ligação de elementos" e a fórmula molecular (que é extremamente complexa). Os cinco elementos presentes (nitrogênio, hidrogênio, oxigênio, carbono e um Íon de magnésio 2+) são os mesmos e são o que fazem a clorofila ser clorofila (VOLP et al. 2009).

Figura 2: Estruturas das clorofilas a e b.



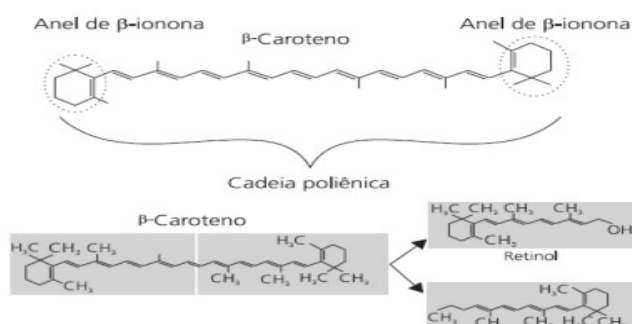
Fonte: MAESTRIN, Ana Paula Jecks et al 2009

Por fim, o Betacaroteno é um pigmento de cor alaranjada pertencente a classe dos carotenóides, pigmentos naturais encontrados em fungos, bactérias e plantas. Os carotenóides possuem importantes funções biológicas para os mamíferos, como a atividade pro-vitáminica A (OLIVEIRA, 2010).

O Betacaroteno é sintetizado comercialmente há mais de quatro décadas e apresenta uma ampla gama de aplicações comerciais como indústria farmacêutica, indústria cosmética e indústria alimentícia. É o mais abundante nos alimentos e de maior interesse econômico para produção de suplementos vitamínicos por apresentar dois radicais  $\beta$ -ionona, que ao romper-se forma duas moléculas de pró vitamina A (Figura 3). Além disso, o betacaroteno apresenta função antioxidante que

o fez ser investigado como um remédio hábil na prevenção ao câncer, mas sem comprovação da eficácia até o momento (OLIVEIRA, 2010).

Figura 3: Estrutura química e clivagem do betacaroteno.



Fonte: OLIVEIRA, 2010

Assim, devido aos possíveis problemas que o uso de corantes artificiais pode causar a saúde, o estudo dos corantes naturais vem sendo visado e o betacaroteno tem se mostrado uma ótima opção para substituir os sintéticos por apresentar como vantagem a facilidade e o baixo custo de produção (SILVA,2004). Extraído principalmente de microrganismos, o betacaroteno também é encontrado em partes verdes de plantas, frutos, flores e raízes. Alguns exemplos de fonte de betacaroteno são cenoura, abóbora, mamão e manga.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Skoog, West, Holler (1997, p. 617) a espectroscopia pode ser definida como o estudo da interação entre a radiação e a matéria. Sendo que as técnicas espectroscópicas somente se mostraram promissoras para identificação de substâncias de natureza conhecida e desconhecida a partir do século XIX, visto que, para alcançar tal resultado foi percorrido um longo caminho de dúvidas e muito estudo, como ressalta Monteiro Nardi (2007) em seu artigo, A Utilização da História da Ciência no Ensino de Física: investigando o contexto da construção do espectroscópio de chamas.

O espectroscópio foi construído pela primeira vez em 1802 pelo químico e físico inglês, William Hyde Wollaston. Este equipamento era basicamente formado por um sistema com uma fenda para entrada da luz solar, que por sua vez, incidiria em um objeto dispersivo e se fragmentaria em seu espectro específico. Assim o espectroscópio é um instrumento óptico usado na análise de corpos luminosos com a intenção de identificar os compostos que formam o objeto (GARCIA, 1994 e FILHO et al. 2016).

Por outro lado, os corantes são pigmentos ou outras substâncias, utilizadas desde antiguidade, feitas por um processo de síntese, ou extraído, isolado ou derivado, com ou sem intermediário ou alteração final de identidade, de origem vegetal, animal, mineral ou outra e que, quando adicionado ou aplicado a um alimento, medicamento ou cosmético ou ao corpo humano ou qualquer parte dele, é capaz (isoladamente ou por reação com outra substância) de lhe conferir uma cor (ECFR, 2007).

Na antiguidade, os corantes naturais eram extraídos de flores, folhas, frutos e raízes de plantas e o processo exigia diversas operações como maceração, destilação, precipitação, filtração. No século XVIII, com a industrialização os corantes naturais foram substituídos pelos artificiais, mas até 1850 os corantes da indústria alimentícia ainda eram extraídos de vegetais - como cenoura, beterraba, uva e couve - e de extrato animal (SOUZA, 2012).

### 3 METODOLOGIA/MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho foi dividida em duas etapas: a extração dos corantes de vegetais e a análise espectroscópica dos mesmos. Para obtenção dos corantes, usou-se como matéria básica, vegetais encontrados facilmente: beterraba, couve e cenoura, que forneceram, principalmente, como componentes químicos a betalaína, a clorofila e betacaroteno respectivamente.

Inicialmente cortou-se o legume em pequenos pedaços e pesou aproximadamente 25 g. Em seguida transferiu-os, separadamente, para um béquer e adicionou-se em cada béquer 50mL de álcool 92,8%, um dos solventes orgânicos mais utilizados para extração de componentes de interesse, reservando a solução por cerca de uma hora e meia. Passado este tempo, filtrou-se as soluções usando papel filtro e centrifugou-as, obtendo apenas a solução corante-álcool (figura 4).

Figura 4: Corantes naturais betalaína, clorofila e betacaroteno respectivamente.

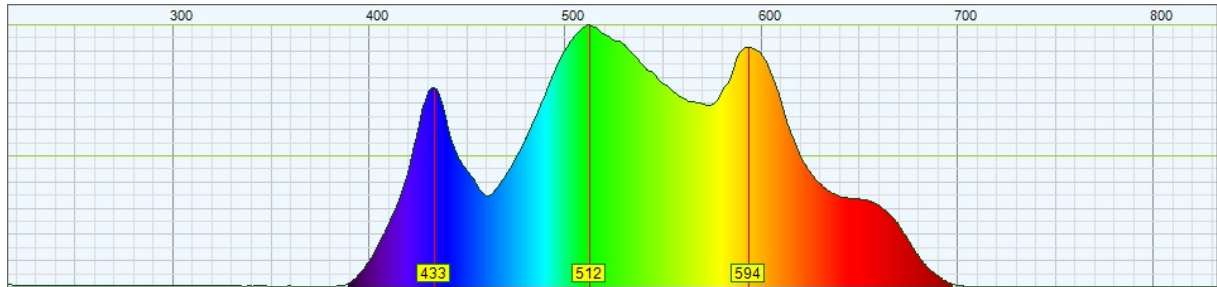


Fonte: obtido pelo autor.

Para a análise foi utilizado como fonte de luz lâmpada LED, pois esta apresenta espectro quase contínuo, uma vez que manifesta somente picos referentes ao material da qual a lâmpada é feita, como

mostra a figura 5, todavia estes picos não interferem de maneira significativa na análise, permitindo assim, a identificação de espectros/comprimentos de ondas característicos de cada corante.

Figura 5: Espectro de luz LED.



Fonte: Obtido pelo autor

Assim, uma vez que a lâmpada LED não interfere de modo significativo na análise, todas as amostras de corantes foram sujeitas à testes em iguais condições, ou seja, a distância entre a fonte de luz, o espectroscópio e a amostra foi a mesma em todos os testes, a fim de tornar a análise uniforme. Fez-se também uma análise do branco (amostra sem o corante, apenas álcool etílico 92,8%) para avaliar a interferência do álcool na análise espectroscópica.

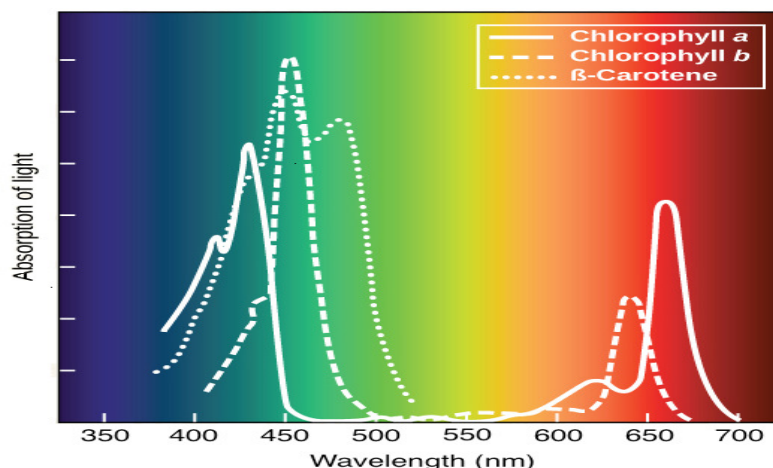
#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise espectroscópica do álcool (branco) mostrou que o solvente não interfere na análise dos pigmentos, já que o mesmo não possui um espectro próprio, ou seja, não emite nenhuma energia, somente diminui a intensidade do espectro da lâmpada.

Os elétrons dos pigmentos presentes nas plantas estão estáveis antes de serem submetidos a uma fonte de radiação eletromagnética. Pois, assim que isto ocorre, o elétron é capaz de absorver uma determinada energia em diferentes comprimentos de onda, excitação atômica, que os permite saltar para um nível quântico maior que o seu. No entanto, os átomos que absorveram energia nos comprimentos de onda referente a sua cor específica, não permanecem excitados por muito tempo. Assim, perdem a energia absorvida na forma de calor ou de fótons, fluorescência, que os confere sua cor característica, como o verde da clorofila, o vermelho das betacianinas, entre outros. E são estes fótons emitidos, refletidos já que não permanecem no átomo, que o espectro de emissão consegue captar. Embora os pigmentos absorvam e emitam energia nos comprimentos de onda de sua cor específica, esses também absorvem radiação eletromagnética referente à outras cores, que são transformadas em energia química para a fotossíntese, ou seja, esta energia não é refletida. (STREIT, et al. 2005 e OPENSTAX, 2015)

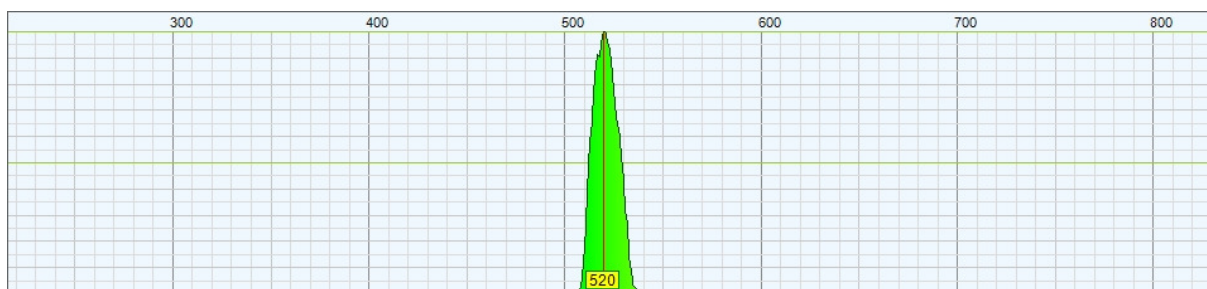
Tanto a clorofila do tipo A, quanto do tipo B apresentam uma faixa de absorção que varia do 400nm ao 665nm com picos na faixa dos comprimentos de 400nm e 600nm e declive na faixa do 500nm (Figura 6), sendo este o comprimento correspondente a cor verde, ou seja, os átomos refletem fótons referentes a cor verde (CORANTES NATURAIS, 2011 e OPENSTAX, 2015). No gráfico obtido com o espectroscópio de emissão utilizado neste trabalho, observa-se um pico verde no 520nm, que equivale a faixa de emissão da clorofila (Figura 7).

Figura 6: Absorção da clorofila A, B e do Betacaroteno



Fonte: Openstax, 2015

Figura 7: Espectro da clorofila.

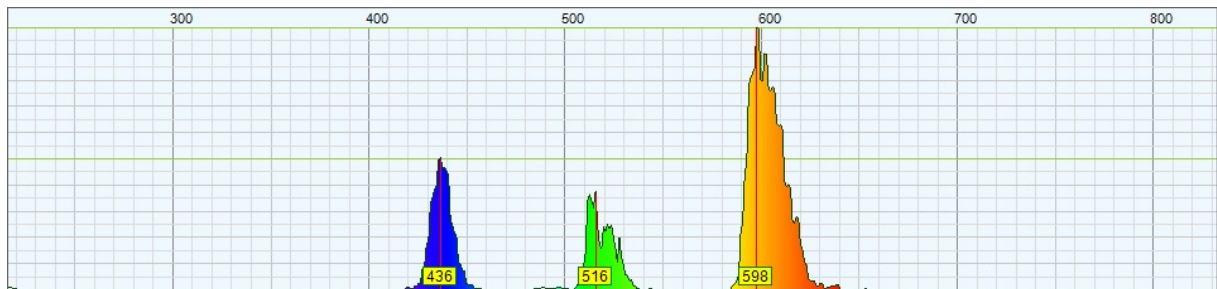


Fonte: obtido pelo autor.

Já o betacaroteno, principal corante da cenoura, apresenta absorção na faixa de 400 nm, sendo este comprimento característico da cor azul e um pouco da cor verde, como mostra a figura 6, no qual percebe-se um pico bem largo dentro dessa faixa. (AZEVEDO et al. 2011 e OPENSTAX, 2015). Assim, pode-se concluir que este pigmento absorve energia dos comprimentos de onda da cor verde e azul para transformar em energia química, enquanto reflete a cor amarelo-alaranjado. No entanto, no

gráfico obtido com o espectroscópio de emissão, observou-se um desvio do padrão esperado, pois há a presença de picos de emissão no azul e no verde, além do esperado que é no alaranjado (Figura 8).

Figura 8: Espectro do Betacaroteno.

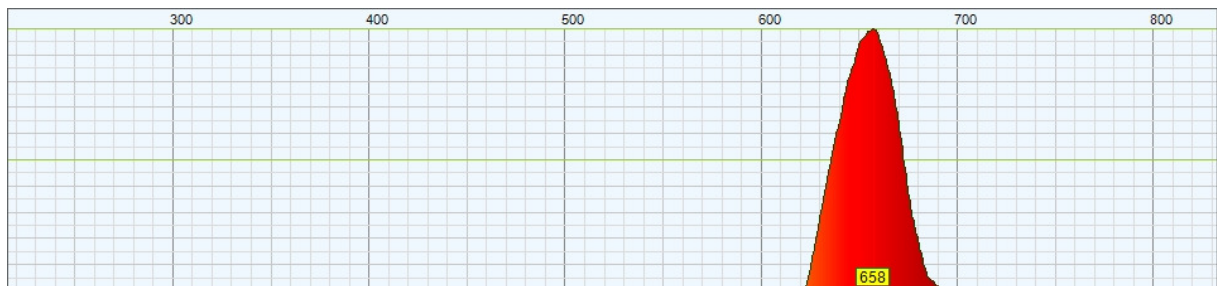


Fonte: obtido pelo autor.

Esse fato, observado na figura 8, pode ter diferentes causas: pela amostra ter se apresentado de coloração bem clara, a clorofila presente na cenoura, mesmo em pouca quantidade, pode ter se manifestado ou a energia, absorvida pelo betacaroteno, dos comprimentos de onda do verde também foi emitido. O que explica a presença do azul, já que o mesmo também é absorvido pelo betacaroteno e pode ter sido refletido junto com o verde e o alaranjado.

Por fim, da classe das betalaínas, o principal pigmento presente na beterraba é a betanina, um corante vermelho-violáceo responsável pela coloração de flores para polinização e não pela fotossíntese, no entanto pouco se sabe sobre este pigmento, que recebeu pouca atenção ao longo do tempo e só recentemente passou a ser estudado junto com os outros corantes da classe das betalaínas. Assim, no gráfico obtido, como vemos na figura 9, constata-se a presença de uma faixa de emissão no comprimento de 600nm, com um pico no 658nm.

Figura 9: Espectro da betalaína.



Fonte: obtido pelo autor.

Assim, observa-se na figura 9 um pico bem acentuado na faixa do 600nm, que é o resultado esperado, já que a betanina é um pigmento de forte coloração avermelhada e para apresentar essa cor deve refletir energia do comprimento de onda correspondente ao vermelho mais intenso.

## 5 CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como vimos, a análise espectroscópica dos corantes naturais da betalaína extraída da beterraba, clorofila do couve e betacaroteno da cenoura, trouxe alguns resultados semelhantes aos encontrados na literatura. Apesar de apresentar outros divergentes, como os do betacaroteno que apresentou picos no verde e no azul além do alaranjado, houve aqueles que conseguiram comprovar a funcionalidade do espectroscópio de emissão construído com materiais de fácil acesso. Além disso, foi possível perceber que através desse estudo e desse equipamento é possível aumentar o conhecimento dos alunos sobre a espectroscopia, a óptica e a química, tornando-se assim uma importante ferramenta para a educação. No entanto, esta área ainda é pouco conhecida e pode ser bem explorada, trazendo cada vez mais novidades desse mundo tão novo e surpreendente.

## REFERÊNCIAS

Azevedo, R. V. Vieira, S. R. Kaschny, J.R.A. Espectroscopia de corantes naturais. **Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica**, 2011.

BARROS, Lucas Guimarães; ASSIS, Alice; LANGHI, Rodolfo. Proposta de construção de espectroscópio como alternativa para o ensino de Astronomia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 1026-1046, 2016.

CORANTES NATURAIS. Disponível em: [http://aditivosingredientes.com.br/upload\\_arquivos/201605/2016050689485001464187667.pdf](http://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201605/2016050689485001464187667.pdf). Acesso em: 07 de agosto de 2018

ECFR: **Electronic Code of Federal Regulations**, USA (e-CFR). Foods and Drugs, Color Additives. Title 21, Part 70.3. Disponível em: <<https://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=&SID=c9739e4a31c9a833b91dfa2dab413251&r=PART&n=pt21.1.70>>; Acesso em 11/08/2018.

FILHO, Kepler de Souza Oliveira; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. Espectroscopia. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm>> Acesso em: 18 de julho de 2018.

GARCIA, Nilson Marcos Dias; KALINOWSKI, Hypolito Jose. Um espectroscópio simples para uso individual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 11, n. 2, p. 134-140, 1994.

GONÇALVES, Letícia Christina P. et al. Betaláinas: das cores das beterrabas à fluorescência das flores. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 292-309, 2014.

LOPES, Nathana B. et al. Comparação de Metodologias para a Purificação de Betanina.

MAESTRIN, Ana Paula Jecks et al. Extração e purificação de clorofila a, da alga *Spirulina maxima*: um experimento para os cursos de química. **Quim. Nova**, v. 32, n. 6, p. 1670-1672, 2009.

MONTEIRO, Maria Amélia; NARDI, Roberto. A Utilização da História da Ciência no Ensino de Física: investigando o contexto da construção do espectroscópio de chamas. **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, XVII**, 2007.

OLIVEIRA, Caroliny Gomes. Extração e caracterização do betacaroteno produzido por *Rhodotorula glutinis* tendo como substrato suco de cajú. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

[The light-dependent reactions of photosynthesis](http://cnx.org/contents/f829b3bd-472d-4885-a0a4-6fea3252e2b2@11), 2005. **OpenStax College (CC BY 3.0)**. Disponível em: <<http://cnx.org/contents/f829b3bd-472d-4885-a0a4-6fea3252e2b2@11>>. Acessado em: 11 de junho de 2018.

SILVA, Maybi Cristina. Alterações na biossíntese de carotenóides em leveduras induzidas por agentes químicos. Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Campinas, 2004.

SKOOG, Douglas A. ; WEST, Donald M. ; HOLLER, F. James ; CROUCH, Stanley R.; **Fundamentos de Química Analítica, Tradução da 8ª Edição norte-americana**, São Paulo-SP: Thomson , 2006.

SOUZA, Rosilane Moreth. Corantes naturais alimentícios e seus benefícios à saúde. Trabalho de conclusão de curso, Centro Universitário da Zona Oeste. Rio de Janeiro, 2012.

STREIT, Nivia Maria. CANTERLE, Liana Pedrolo Marta, et al. As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.748-755, 2005.

VOLP, Ana Carolina Pinheiro; RENHE, Isis Rodrigues Toledo; STRINGUETA, Paulo Cesar. Pigmentos naturais bioativos. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2009.