





Extraction of plant pigments in virtual plant physiology classes

Extração de pigmentos vegetais em aulas virtuais de fisiologia vegetal

SANTOS, Leonardo da Silva⁽¹⁾; SOUZA, Giselle Silva de⁽²⁾; BRITO, Dacio Rocha⁽³⁾

⁽¹⁾  0000-0003-2617-436X; Graduando de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL. Arapiraca, AL, Brasil. E-mail: leossantos.bio@gmail.com

⁽²⁾  0000-0003-2598-4205; Graduanda de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL. Arapiraca, AL, Brasil. E-mail: giselle.silva908@gmail.com

⁽³⁾  0000-0002-6684-2759; Professor do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL, Campus I. Arapiraca, AL, Brasil. E-mail: dacio@uneal.edu.br

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

Vegetable pigments have different colorations and have specific functions in plants, being the paper chromatography technique is a method of extracting them. Knowing that practical classes are fundamental for the teaching and learning process, it was objective with this work to use the paper chromatography technique, a method widely used to separate such pigments, in virtual photosynthesis classes during the monitoring period in the discipline of physiology plant, in a higher education class. For this, green leaves of a plant were used (to student's choice); reddish/purple leaves of a plant (to student's choice) or half of a beetroot; half a carrot, to realize the extraction and identify plant pigments in different species, as well as relate them to the photosynthesis process. At the end of the experiment, it was applied a questionnaire, where it was obtained a positive result, according to the evaluation criteria established by the monitors, which it is possible to get during remote classes for practical activities in the teaching process. With this, it can be seen that it can be carried out, through virtual classes, practical activities in plant physiology, capable of contributing to the training of undergraduate students in biological sciences.

RESUMO

Os pigmentos vegetais apresentam colorações diferentes e possuem funções específicas nas plantas, sendo a técnica de cromatografia em papel um método de realizar a extração deles. Sabendo que aulas práticas são fundamentais para o processo de ensino e aprendizagem, objetivou-se com este trabalho utilizar a técnica de cromatografia em papel, método bastante utilizado para separar tais pigmentos, em aulas virtuais de fotossíntese durante o período de monitoria na disciplina de fisiologia vegetal, em uma turma de ensino superior. Para isso, utilizou-se folhas verdes de uma planta (à escolha do aluno); folhas avermelhadas/roxas de uma planta (à escolha do aluno) ou metade de uma beterraba; metade de uma cenoura, para realizar a extração e identificação dos pigmentos vegetais em espécies diferentes, bem como relacioná-los ao processo de fotossíntese. Ao fim do experimento, foi aplicado um questionário, onde obteve-se resultado positivo, de acordo com os critérios de avaliação estabelecidos pelos monitores, que é possível conseguir durante aulas remotas para atividades práticas no processo de ensino. Com isso, percebe-se que podem ser realizadas, através de aulas virtuais, atividades práticas em fisiologia vegetal, capazes de contribuir com a formação de alunos de graduação em ciências biológicas.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Submetido: 16/10/2021

Aprovado: 15/04/2022

Publicação: 01/07/2022



Keywords:

Botany, asynchronous classes, teaching-learning.

Palavras-Chave:

Botânica, aulas assíncronas, ensino-aprendizagem.

Introdução

A fisiologia vegetal é o ramo da botânica que explora e estuda os fenômenos vitais para a permanência das plantas nos diferentes ambientes, abordando conteúdos fundamentais como as relações hídricas, nutrição mineral nas plantas, respiração vegetal, fotossíntese, ação de fitormônios, reprodução e dispersão de sementes, além de analisar os comportamentos adaptativos desses organismos nos diferentes ambientes ao longo dos tempos (PRISCO, 2007). Com isso, o ensino da fisiologia vegetal está diretamente ligado ao componente curricular de diversas áreas da ciência, como das ciências biológicas; agrárias; engenharia florestal; biotecnologia; ecologia e meio ambiente (TRAVESSAS *et al.*, 2018).

Um dos conteúdos abordados é a fotossíntese, processo pelo qual as plantas e alguns organismos transformam energia luminosa em energia química, resultando na produção de carboidratos que irão atuar como “combustível” utilizados principalmente no processo de respiração. Esse processo ocorre nos cloroplastos, organelas que apresentam estruturas formadas por dupla membrana, uma matriz fluida (estroma) e um sistema de membranas internas denominadas tilacóides. O arranjo dos tilacóides permite a captura da energia radiante, uma vez que os pigmentos da fotossíntese encontram-se associados a ela em estruturas denominadas fotossistemas (PEIXOTO, 2020; SCHALCH, 2011).

Os fotossistemas são formados por proteínas e pigmentos acessórios (clorofila a, clorofila b, β -carotenos e xantofilas), componentes das “antenas dos fotossistemas”, e pelos centros de reação, constituídos por moléculas de clorofila *a* especiais, os únicos pigmentos efetivamente envolvidos nos processos de transferência de elétrons na cadeia de transporte de elétrons da fotossíntese (PEIXOTO, 2020). Esses pigmentos recebem colorações diferentes e funções específicas, sendo a técnica de cromatografia em papel um método de realizar a extração desses pigmentos (FÉLIX, 2010).

Por sua vez, dentro do ensino dessa disciplina, as aulas práticas se tornam essenciais para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos, principalmente no ensino superior, onde se deve entender de forma clara e detalhada os aspectos que a englobam, para que, dessa forma, seja possível construir uma formação adequada a ser aplicada na área profissional escolhida. Assim, a elaboração de propostas de aulas práticas e dinâmicas devem ser levadas como prioridade, levando em consideração também o conhecimento prévio dos alunos, seguindo as definições básicas e colocando-as em prática, traçando paralelos com o cotidiano dos mesmos (SALESSE, 2012).

Nesse contexto, a monitoria surge como uma forma de contribuição mútua na formação do aluno-monitor e dos demais alunos, pois ela permite auxiliar os demais colegas de determinada disciplina através dos conhecimentos previamente adquiridos pelo monitor, fazendo com que este aluno contribua intelectualmente no processo de ensino e aprendizagem, tanto dele, como da turma como um todo (FARIAS; COSTA, 2012).

Desse modo, o monitor da disciplina consegue desenvolver atividades práticas que podem auxiliar na compreensão dos conteúdos abordados em aula, além de solucionar dúvidas frequentes e relacionar teoria e prática (CAVALCANTE *et al.*, 2012). Vale ressaltar que tal modalidade de ensino-aprendizagem contribui fortemente na formação dos graduandos, pois ela consegue unir professor e aluno, aproximando o monitor das abordagens técnico-pedagógicas utilizadas pelo orientador e, assim, contribuir na formação acadêmica e profissional do aluno (LINS *et al.*, 2009; TRAVESSAS *et al.*, 2018).

Com isso, objetivou-se com este trabalho utilizar a técnica de cromatografia em papel para separar pigmentos vegetais durante as aulas virtuais sobre fotossíntese, no decorrer do período de monitoria na disciplina de Fisiologia Vegetal, em uma turma de ensino superior.

Material e Métodos

A atividade prática foi realizada durante a monitoria da disciplina de Fisiologia Vegetal no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, Campus I, Arapiraca, ao fim do conteúdo de fotossíntese, em uma turma de ensino superior com 36 alunos no total, como uma atividade assíncrona e com intuito de facilitar a compreensão do conteúdo, tendo como objetivo separar e identificar alguns pigmentos vegetais por meio da técnica de cromatografia em papel e relacioná-los com sua função na fotossíntese.

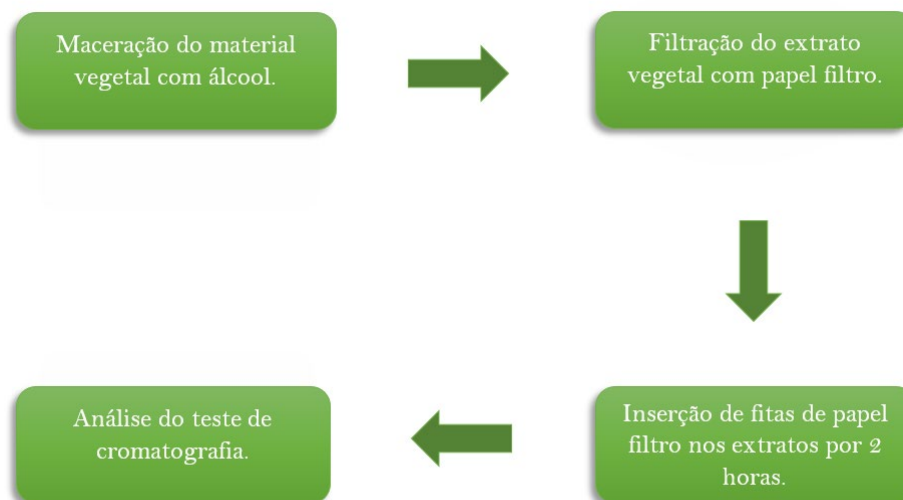
Devido a pandemia da COVID-19 e da realização do Semestre Especial Virtual adotado pela Universidade, assim como outras instituições de ensino superior, todas as atividades práticas foram realizadas individualmente pelos alunos em suas casas, com a adaptação dos materiais para que todos os alunos conseguissem realizar a execução dos experimentos com recursos utilizados no cotidiano, sem nenhuma dificuldade, uma vez que os mesmos não teriam acesso ao laboratório.

Assim, para a atividade prática realizada, a metodologia foi enviada via sala virtual da plataforma *Google Classroom*, acompanhada de um questionário para verificação de aprendizagem ao fim da execução do experimento, junto com um material teórico para auxiliar na prática e na compreensão da mesma. As dúvidas referentes ao conteúdo e a execução da prática eram esclarecidas diretamente com os monitores, a fim de facilitar o processo de aprendizagem do experimento.

Para o experimento, foi solicitado a utilização de: folhas verdes de uma planta (à escolha do aluno); folhas avermelhadas/roxas de uma planta (também escolhida pelo aluno) ou metade de uma beterraba; parte de uma cenoura; almofariz e pistilo (ou algum outro substituto para o processo de maceração); álcool 70°; 1 funil; 3 recipientes cilíndricos (um para

cada espécie de planta escolhida); papel filtro. A metodologia seguida para a execução do teste de cromatografia em papel está ilustrada conforme mostra a Figura 1.

Figura 1. Esquema de execução para o teste de cromatografia em papel.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

Peres (2002) conceitua essa técnica como sendo um processo físico de separação, no qual os componentes a serem separados se distribuem em duas fases: a fase estacionária, em que um sólido ou um líquido ficam dispostos sobre um suporte sólido com grande área superficial; e a fase móvel, que pode ser gasosa, líquida ou ainda um fluido supercrítico, que passa sobre a fase estacionária, arrastando consigo os diversos componentes da mistura.

Assim, ao fim da execução da aula prática, os alunos responderam um questionário e o enviaram novamente pela mesma plataforma, junto com imagens do experimento. Para avaliar o nível de conhecimento dos alunos sobre o conteúdo abordado e a prática aplicada, foi elaborado um critério de avaliação (Tabela 1) a partir do questionário.

Tabela 1. Critério de avaliação do questionário

Acertos	Avaliação
3 a 4	Ruim
5 a 6	Regular
7 a 8	Bom
9 a 10	Ótimo

Fonte: Acervo dos autores (2021).

Resultados e Discussão

Ao todo, participaram 18 alunos da atividade prática (Figura 2). Infelizmente, metade da turma (18 alunos) não realizou o experimento, seja por motivos pessoais ou, mesmo com as

sugestões de adaptação de alguns recursos, pela falta de alguns dos materiais necessários. Entretanto, todos os alunos participaram das aulas teóricas ministradas pelo professor.

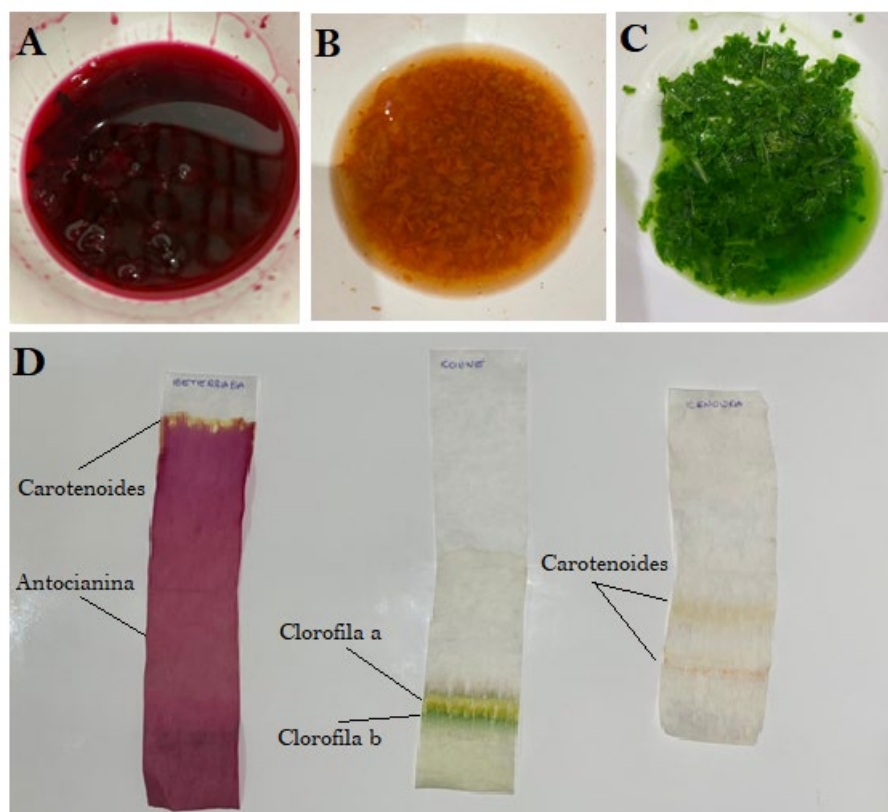
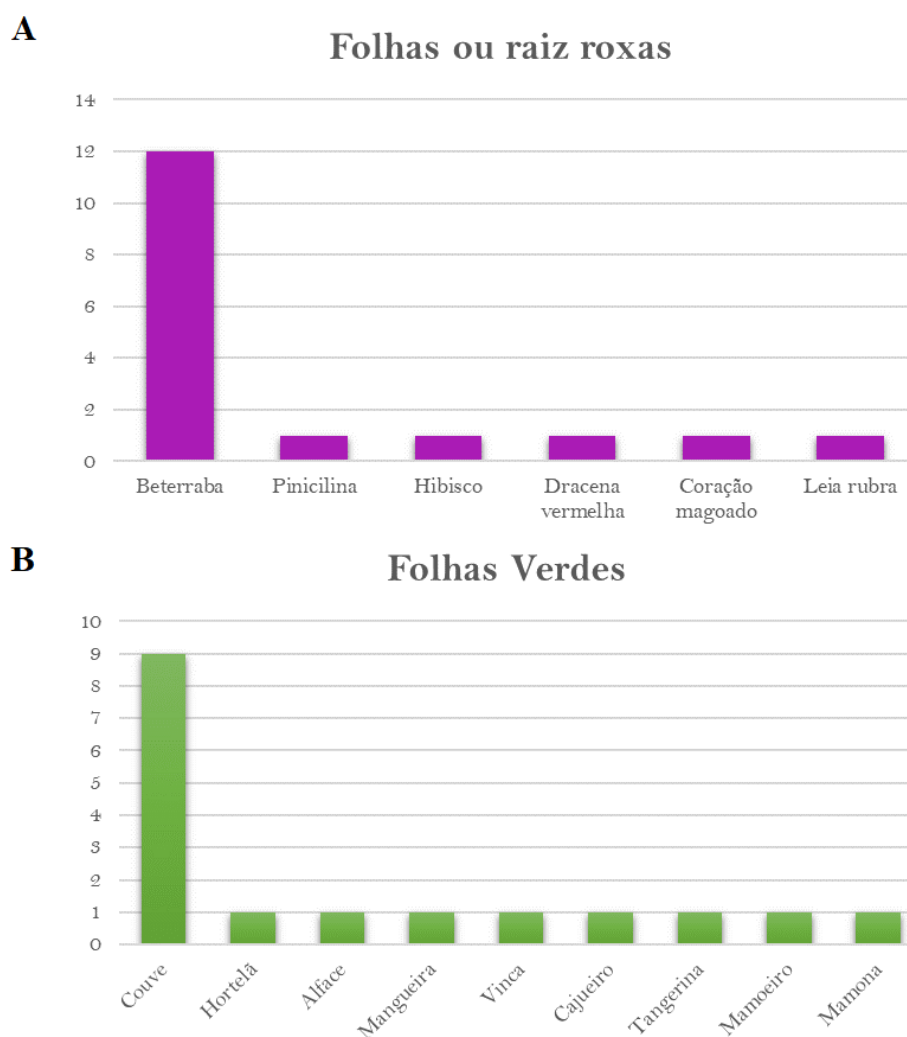


Figura 2. Exemplo de resultados obtidos pelos alunos com a utilização de cromatografia em papel durante a atividade prática. (A) Beterraba macerada em álcool; (B) Cenoura macerada em álcool; (C) Couve macerada em álcool; (D) Resultados.

Fonte: Acervo dos autores (2021).

A maioria dos alunos escolheram a utilização da beterraba (*Beta vulgaris* esculenta), cenoura (*Daucus carota* L.) e couve (*Brassica oleracea* L.) para a realização do teste de cromatografia. Entretanto, uma pequena parcela optou pela utilização de folhas de dracena-vermelha (*Cordyline fruticosa*), leia-vermelha (*Leea rubra* L.), coração-magoado (*Solenostemon scutellarioides* L.) ou penicilina (*Alternanthera brasiliana* L. L. Kuntze) para substituir a beterraba. Outros utilizaram folhas de hortelã (*Mentha x villosa*), vinca (*Catharanthus roseus*), mangueira (*Mangifera indica*), tangerina (*Citrus reshni* Hort. Ex Tan.), mamoeiro (*Carica papaya* L.) ou mamona (*Ricinus communis* L.) para substituir as folhas da couve (Figuras 3 e 4).

Figuras 3. Variedade de espécies vegetais escolhidas para a realização do experimento de Cromatografia em Papel para a extração dos pigmentos vegetais.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Félix (2010) menciona que dentro dessa técnica, a cromatografia em papel pode ser utilizada para a separação de pigmentos vegetais, para identificação e estudos fisiológicos ou químicos através do princípio da absorção (FÉLIX, 2010). A maioria dos discentes fizeram a atividade sem dificuldades obtendo resultados satisfatórios, corroborando com o autor acima.

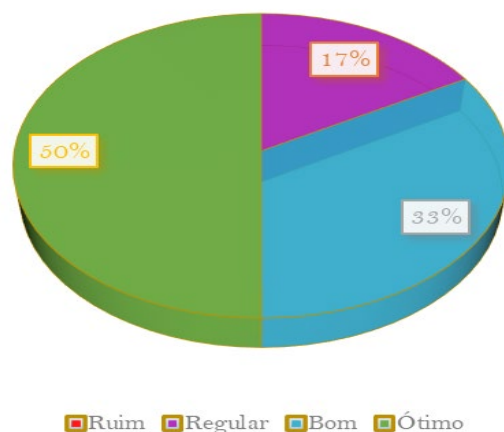
Vale lembrar que os pigmentos fotossintéticos que se encontram nas plantas são a clorofila *a*, de cor verde intensa, clorofila *b*, verde-amarelada e os carotenoides, que incluem os carotenos e xantofilas, respectivamente de cor laranja e amarela, sendo todos esses pigmentos responsáveis por funções específicas (FÉLIX, 2010). As clorofilas são pigmentos naturais abundantes nas plantas e ocorrem nos cloroplastos das folhas e em outros tecidos vegetais, estando diretamente ligadas ao processo de fotossíntese (ELBE, 2000). Os alunos também fizeram a identificação e a relação dos pigmentos encontrados com a fotossíntese, de acordo com o que foi visto nas aulas teóricas e no material enviado pelos monitores. Os

carotenoides, por sua vez, também são pigmentos encontrados nas plantas, sendo estudados desde os anos 80 e estando associado as clorofilas (GOMES, 2007).

Já as antocianinas, mesmo não estando diretamente ligadas ao processo de fotossíntese, são um grupo de pigmentos de coloração azul, roxa e tons avermelhados que estão presentes em algumas folhas, caules, flores e frutos de espécies vegetais, sendo solúveis em água amplamente e distribuídos no reino vegetal, conferindo a elas função reprodutiva, por atração de insetos envolvidos na polinização, antioxidante, de fotoproteção e de defesa contra certos tipos de agressores (LANDI; TATTINI; GOULD, 2015).

Para a compreensão da função desses pigmentos nos processos fisiológicos das plantas, ter um conhecimento prévio sobre outras áreas do conhecimento é fundamental para se trabalhar com a interdisciplinaridade e para o planejamento de aulas e práticas capazes de suprir as necessidades de compreensão dos alunos, através de uma postura reflexiva do docente, com uma bagagem cultural e pedagógica importantes para o desenvolvimento de tais atividades interdisciplinares (SANTOMÉ, 1998). Assim, a execução de aulas práticas pode contribuir para um melhor processo de ensino-aprendizagem, como pode-se ver com base nos resultados obtidos do questionário aplicado após a prática (Figura 5).

Figura 5. Percentual de acertos do questionário de acordo com o critério de avaliação proposto pelos monitores.



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Portanto, é possível afirmar que a atividade prática aplicada contribuiu para uma melhor aprendizagem sobre os diferentes tipos de pigmentos vegetais e suas respectivas funções nas plantas em aulas de fisiologia vegetal, durante o conteúdo de fotossíntese, corroborando com a visão de Lunetta, (1991), que ressalta a importância de aulas práticas como uma ferramenta capaz de ajudar no desenvolvimento de conceitos científicos, permitindo que os estudantes aprendam como abordar objetivamente o seu mundo e como desenvolver

soluções para problemas complexos comuns no cotidiano. Pode-se afirmar que os resultados obtidos colaboraram com a disciplina de Fisiologia Vegetal.

Além disso, Barros, Araújo e Lima (2019) ainda relatam que a dinamização de aulas como as de fotossíntese, utilizando práticas simples e com metodologias acessíveis, contribuem para a melhora do processo de ensino e aprendizagem do conteúdo em questão, permitindo que os alunos tragam para a sala de aula conhecimentos já construídos, com os quais ouvem e interpretam o que falam. Desse modo, respeitar e trabalhar o conhecimento prévio do alunado como uma forma de contribuir em sua formação, é de grande importância para que seja possível formar profissionais capazes de replicar o conhecimento adquirido durante a graduação.

Ademais, Borges *et al.* (2015), propõem que a figura do docente deve estar por dentro e começar a trabalhar com as novas tecnologias, utilizando as novas ferramentas digitais e ambientes virtuais como recursos que possam facilitar os processos de ensino e aprendizagem, sendo capaz de auxiliar e expandir as diferentes formas de ensino. Nesse contexto, o monitor pode se adaptar as novas mudanças e propor novas metodologias ou adaptar atividades práticas didáticas a serem desempenhadas durante as atividades de monitoria, mesma que remotamente e, assim, contribuir na sua formação acadêmica.

Conclusão

Com base no que foi exposto, pode-se concluir que a atividade interdisciplinar sobre extração e separação de pigmentos vegetais utilizando a técnica de cromatografia em papel, solicitada on-line e realizada nas casas dos alunos, para estudo em aulas virtuais de fotossíntese, na disciplina de Fisiologia Vegetal, é de fácil aplicação e de grande importância como uma ferramenta de ensino e aprendizagem, sendo capaz de facilitar a compreensão do que é visto nas aulas teóricas e permitindo que os alunos consigam identificar, entender e relacionar os diferentes pigmentos vegetais com os papéis fisiológicos que eles desempenham nas plantas. Além disso, a prática aplicada é capaz de despertar o interesse do aluno permitindo a construção de uma aprendizagem integrada através da prática.

REFERÊNCIAS

- Cavalcante, A. C. P., Azeredo, G. A., & Diniz, B. L. M. T. (2012). Contribuições da monitoria na disciplina de Anatomia e Ecofisiologia Vegetal. *Anais do Encontro Unificado da Universidade Federal da Paraíba*, UFPB.
- Elbe, J. H. (2000). Von. Colorantes. In FENNEMA, O. W. (Ed). *Química de los alimentos*. 2 ed. Zaragoza: *Wisconsin*, p. 782-799.

- Farias, D. P.; Costa, N. P. da. (2012). *A monitoria como ferramenta auxiliar no processo ensino/aprendizagem na disciplina de biologia celular*. Areia: UFPB/CCHSA.
- Felix, A. A. F. (2010) *Extração e separação de pigmentos fotossintéticos - Protocolo experimental*. Biologia e Geologia (ano 1).
- Gomes, F. S. (2007). Carotenoides: uma possível proteção contra o desenvolvimento de câncer. *Rev. Nutr.* [online], vol.20, n.5. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732007000500009>.
- Landi, M.; Tattini, M.; Gould, K. S. (2015). Multiple functional roles of anthocyanins in plant-environment interactions. *Environmental and Experimental Botany*, v. 119, p. 4-17. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2015.05.012>.
- Lins, L. F.; Ferreira, L. M. C.; Ferraz, L. V.; Carvalho, S. S. G. de. (2009). A importância da monitoria na formação acadêmica do monitor. In: JEPEX 2009 - IX Jornada de ensino, pesquisa e extensão da UFRPE, Recife. <http://www.eventosufrpe.com.br/jepeX2009/cd/resumos/R0147-1.pdf>
- Lunetta, V. N. (1991). Atividades práticas no ensino da Ciência. *Revista Portuguesa de Educação*, v.2, n.1, p.81-90.
- Peres, T. B. (2002). Noções básicas de cromatografia. *Biológico, São Paulo*, v. 64, n. 2, p. 227-229. http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v64_2/peres.pdf
- Prisco, J. T. (2007). Introdução à fisiologia vegetal: conceito e aplicações. In: LACERDA, C. F.; FILHO, J. E.; PINHEIRO, C. B. *Fisiologia vegetal*. Fortaleza: UFC, 2007, p. 1- 7.
- Schalch, C. S. (2011). *A biologia e a fonte de energia dos combustíveis fósseis: Análise das concepções de alunos do ensino médio sobre a origem da energia presente nos combustíveis fósseis*. (Monografia para título de Especialista). Universidade de São Paulo.
- Torres, S. J. (1998). Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado. *Porto Alegre: Artmed*.
- Travessas, A. O.; Pedroso, L. D.; Aguiar, A. V.; Vestena, S. (2018). Monitoria Em Fisiologia Vegetal Na Universidade Federal Do Pampa - Campus São Gabriel. In: *Anais do 10º Salão Internacional De Ensino, Pesquisa E Extensão – SIEPE*. Santana do Livramento, Universidade <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/86357>.
- Peixoto, P. H. P.; Pimenta, M. R.; Dos Reis, L. B. (2020). *Fisiologia Vegetal*. <https://www.ufjf.br/fisiologiavegetal/files/2018/07/Referencial-Te%3%b3rico-dos-Subt%3%b3picos.pdf>.