



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**



FOTOSSINTETIZANDO CONCEITOS DA BOTÂNICA EM ATIVIDADES COMPLEMENTARES

SIMONE ALVES DAMASCENO

SÃO CRISTÓVÃO-SE

MARÇO/2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



FOTOSSINTETIZANDO CONCEITOS DA BOTÂNICA EM ATIVIDADES COMPLEMENTARES

SIMONE ALVES DAMASCENO

Monografia apresentada ao Departamento de Biologia da
Universidade Federal de Sergipe como requisito para
avaliação da disciplina Prática de Pesquisa em Ensino de
Ciências e Biologia II.

Orientador: Profa. Dra. Marla Ibrahim Uehbe de Oliveira

SÃO CRISTÓVÃO-SE
MARÇO/2018



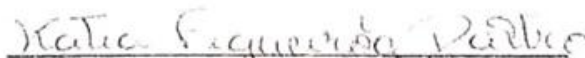
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE – UFS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA – DBI

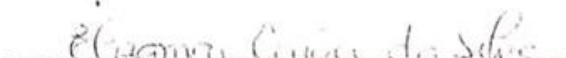
**MINUTA - RESOLUÇÃO No.001/2005/CCCBIO, ANEXO IV
ATA DA SESSÃO DE APRESENTAÇÃO DA MONOGRAFIA**

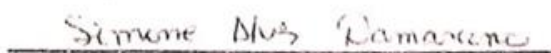
A Banca Examinadora, composta pela Profa. Dra. Marla Ibrahim Uehbe de Oliveira, Profa. MSc. Katia Figueirôa Daltro, e Profa. Dra. Elizamar Ciriaco da Silva, sob a presidência da primeira, reuniu-se às 15:30 horas do dia 09/03/2018, na sala 06 do bloco A do Departamento de Biologia do CCBS, da Universidade Federal de Sergipe, para avaliar a monografia, sob o título: **“Fotossintetizando conceitos da Botânica em atividades complementares”** apresentada pela discente **Simone Alves Damasceno** do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas matriculado na UFS. Dando início às atividades, a Presidente da Sessão passou a palavra a discente para proceder à apresentação da monografia. A seguir, a primeira examinadora, Profa. MSc. Katia Figueirôa Daltro, fez comentários e arguiu a discente, que dispôs de igual período para responder ao questionário. O mesmo procedimento foi seguido com a segunda examinadora, Profa. Dra. Elizamar Ciriaco da Silva. Dando continuidade aos trabalhos, o Presidente da Banca Examinadora, Profa. Dra. Marla Ibrahim Uehbe de Oliveira agradeceu os comentários e sugestões dos membros da Banca. Encerrados os trabalhos, a Banca Examinadora retirou-se do recinto para atribuição da nota. Com base nos preceitos estabelecidos pela Resolução NO. 01/2005/CCCBIO, que normatiza a elaboração e avaliação das monografias do Curso de Ciências Biológicas - Licenciatura Banca Examinadora decidiu aprovar a discente com média 9,0 (nove). Nada mais havendo a tratar, a Banca Examinadora elaborou essa Ata que será assinada pelos seus membros e, em seguida, pelo discente avaliado.

Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, 09 de março de 2018.


Orientador


1º. Examinador


2º. Examinador


Discente avaliado

SUMÁRIO

RESUMO	2
ABSTRACT	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
2.1. SELEÇÃO DE CONTEÚDOS	6
2.2. CONFEÇÃO DO RECURSO DIDÁTICO	6
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	6
4. CONCLUSÃO	11
5. REFERÊNCIAS	11
APÊNDICE (PARADIDÁTICO “BOTÂNICA EM DIA”)	17
ANEXO (NORMAS PARA SUBMISSÃO)	36

**FOTOSSINTETIZANDO CONCEITOS DA BOTÂNICA EM ATIVIDADES
COMPLEMENTARES
PHOTOSINTETIZING BOTANICAL CONCEPTS IN COMPLEMENTARY
ACTIVITIES**

Simone Alves Damasceno^{1,3} & Marla Ibrahim Uehbe de Oliveira²

¹Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Sergipe - UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, CEP 49100-000, São Cristóvão, SE, Brazil.

²Docente, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Sergipe - UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, CEP 49100-000, São Cristóvão, SE, Brazil.

³Autor para correspondência: simonedamasceno01@gmail.com

RESUMO

Existe uma crescente carência em se trabalhar Botânica em sala de aula pelos professores. Esse agravante reforça o empobrecimento da aquisição de conhecimentos nesta área da Biologia por parte dos alunos ou dos docentes. Devido a isso, este trabalho foi realizado com o intuito de abordar a Botânica, a partir de um material didático como complemento para aulas de professores de Biologia do Ensino Médio. Para tanto, foi confeccionado um paradidático através do emprego de programas computacionais. Para a obtenção dos dados, foram feitas pesquisas de conteúdos como Morfologia Vegetal, Anatomia Vegetal e Fisiologia Vegetal. Além disso, foram propostas duas atividades complementares para possível emprego em sala de aula, abordando alguns ecossistemas locais. Espera-se que este paradidático sirva como uma abordagem distinta daquela encontrada nos livros didáticos, podendo ser utilizados pelos docentes como fonte de consulta para aprimorar o ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Biologia. Ensino. Fisiologia Vegetal.

ABSTRACT

There is an increasing need to work on botany in the classroom by teachers. This aggravating factor reinforces the impoverishment of the acquisition of knowledge in this area of Biology by students or teachers. For this reason, this work was carried out with the intention of approaching the Botany, from a didactic material as a complement to classes of teachers of Biology of High School. For that, the didactic material was made by means of the use of computational programs. To obtain the data, research was done on contents such as Plant Morphology, Plant Anatomy and Plant Physiology. In addition, two complementary activities were proposed for possible employment in the classroom, addressing some local ecosystems. It is hoped that this educational material will serve as a distinct approach to that found in textbooks, and may be used by teachers as a source of consultation to improve teaching-learning.

Keywords: Biology. Education. Plant Physiology.

1. INTRODUÇÃO

A fotossíntese é um processo essencial para a manutenção da vida, consistindo na modificação inicial de energia, a qual será posteriormente adquirida pelos seres vivos (KLUGE, 2008). Ela acontece nos cloroplastos, organelas presentes principalmente em células de folhas de plantas e em células de algumas bactérias (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005; KERBAUY, 2008; MARENCO; LOPES, 2009).

Na primeira fase da fotossíntese, ocorrem as reações luminosas, nas quais a energia solar é aproveitada para formar ATP a partir do ADP e fosfato inorgânico, além de reduzir algumas moléculas transportadoras de elétrons. Ainda nessas reações, as moléculas de água são clivadas e há liberação de O_2 e os elétrons liberados são usados para reduzir $NADP^+$ (LARCHER, 2004; EVERT; EICHHORN, 2014).

O NADPH reduz reações de fixação de carbono ao longo do processo, e a energia do ATP é usada para ligar o dióxido de carbono a uma molécula orgânica. O NADPH é assim utilizado para reduzir novos átomos de carbono fixados a um açúcar simples. A energia química proveniente do ATP e do NADP é usada para sintetizar moléculas de carboidrato para transporte (sacarose) ou usadas como reserva (amido) (EVERT; EICHHORN, 2014).

Na segunda fase, ocorrem reações de fixação de carbono, onde ATP e NADPH gerados são usados para produzir açúcares simples. A ribulose bifosfato (RuBP) é o composto inicial desse ciclo (Ciclo de Calvin), e a primeira etapa começa quando o dióxido de carbono é fixado à Ribulose carboxilase/oxigenase (Rubisco), que catalisa a reação inicial. Posteriormente, o ácido 3-fosfoglicerato (PGA) é reduzido a gliceraldeído 3-fosfato (PGAL). A cada volta completa do ciclo, uma molécula de dióxido de carbono é reduzida e uma molécula de RuBP é regenerada (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005; EVERT; EICHHORN, 2014).

Algumas plantas apresentam um mecanismo diferente de realização desse processo, denominado Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM) (MARENCO; LOPES, 2009; EVERT; EICHHORN, 2014). A fotossíntese CAM foi assim denominada a partir da sua descoberta em um exemplar de angiospermas da família Crassulaceae (CUSHMAN, 2001). De acordo com Larcher (2004), há uma grande diversidade de famílias botânicas que exibem representantes com esse tipo de metabolismo, tais como Polypodiaceae, Cactaceae, Crassulaceae, Orchidaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Bromeliaceae, Asteraceae e Portulacaceae. Cerca de 35 famílias, das

quais seis são aquáticas, e aproximadamente 328 gêneros e em média 16.000 espécies botânicas distribuídas em diferentes ecossistemas, apresentam este método de fixar o CO₂ (WINTER; SMITH, 1996; CRAYN *et al.*, 2004; BORLAND *et al.*, 2011), ocorrendo principalmente em angiospermas eudicotiledoneas (EVERT; EICHHORN, 2014).

Essas plantas possuem a capacidade de fixar CO₂ à noite a partir da fosfoenolpiruvato carboxilase (PEP) no citossol e apresentam um vacúolo consideravelmente grande (EVERT; EICHHORN, 2014). Neste, o ácido málico é armazenado como resultado da carboxilação inicial, originando-se do oxaloacetato reduzido a malato. Este ácido, que será utilizado durante o dia, é removido do vacúolo e descarboxilado. Uma vez que os estômatos encontram-se fechados, o CO₂ liberado dentro da célula entregue à enzima Rubisco não pode sair; conseqüentemente, é fixado e convertido a carboidrato pelo ciclo de Calvin (LARCHER, 2004; EVERT; EICHHORN, 2014).

O processo CAM é uma adaptação primordial ao ambiente árido, no qual os indivíduos tentam garantir uma maior eficiência no uso da água (LUTTGE, 2004; CASTRO; KLUGE; PERES, 2005). Apesar de ocupar principalmente regiões com precipitações irregulares, aparatos como cutícula espessa, estômatos com reduzidas lacunas e grande vacúolo, as plantas CAM conseguem produzir muita biomassa (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Algumas espécies de plantas CAM cultivadas possuem grande importância econômica, como *Ananas comosus* (L.) Merr. (abacaxi), *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller (cacto), *Agave sisalana* Perrine ex Engelm. (sisal) e *Agave tequilana* A. Weber (agave azul). Elas exibem uma produtividade quase máxima em termos de biomassa mesmo em áreas onde os níveis pluviométricos são precários ou nos quais a evapotranspiração é tão expressiva que impossibilitaria o cultivo de culturas C₃, que são plantas em que o ciclo de Calvin é a única via de fixação de carbono e o primeiro produto detectável da fixação de CO₂ é o ácido fosfoglicérico (PGA) e C₄ são áquelas plantas em que o CO₂ é inicialmente fixado para produzir oxaloacetato (FAOSTAT, 2005).

Este conteúdo relacionado à Botânica é abordado na disciplina Biologia, durante o Ensino Médio, em conjunto com a citologia, morfologia e funcionamento das plantas. Em conformidade com Evert; Eichhorn (2014), o estudo da Botânica propicia saberes acerca da Biologia vegetal, que podem ser utilizados tanto no presente quanto no futuro, visto que problemas como poluição e escassez de alimentos requerem uma base de conhecimentos para a resolução dos mesmos.

O Ensino Médio nos últimos anos vem sendo direcionado na preparação dos alunos para seleções de vestibulares. Esse fator aumenta cada vez mais o desafio para os professores de Biologia, pois também é aplicada uma gama de conteúdos em curto período de tempo. No entanto, há metas estabelecidas pela Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996 a serem alcançadas (com artigos alterados pela Lei 13415, de 16 de fevereiro de 2017). Esses conteúdos devem desenvolver habilidades nos educandos que os façam internalizar o seu importante papel, sobretudo na natureza (BRASIL, 2008).

Assim, de acordo com Meglhioratti (2009), é fundamental contextualizar o assunto trabalhado, de modo que possa aumentar o campo de visão dos alunos para as realidades que eles próprios vivenciam e muitas vezes não sabem. Não é viável trabalhar conceitos com o intuito de que os alunos apenas memorizem as regras e processos, visto que isso pode descaracterizar a disciplina enquanto ciência (BRASIL, 2008).

Segundo Krasilchik (2008), para fazer uso de forma didática em sala de aula é preciso, dentre outros critérios, avaliar desde o tempo de aula disponível como também os recursos utilizados. Por outro lado, essa escolha vai se limitar ao conhecimento que o docente tem sobre determinados conteúdos (KRASILCHK, 2000). Considerando esta questão de limitação, existe uma carência em se trabalhar Botânica em sala de aula por parte dos professores. Esse agravante propicia ainda mais o empobrecimento da aquisição de conhecimentos nesta área da Biologia, seja por parte dos alunos ou dos professores (ARRUDA; LABURÚ, 1996; CECCANTINI, 2006).

Em Sergipe, isto foi constatado no trabalho de Donato; Dantas (2009), os quais destacam a carência de ferramentas voltadas para o ensino de botânica, fato este que estimula a adoção de livros didáticos confeccionados em outras regiões do país, afastando da visão dos alunos características importantes da vegetação sergipana. Isto é intensificado devido a maior parte dos professores ainda utilizar o livro didático como principal instrumento de trabalho (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002; SILVA; SOUZA; DUARTE, 2009).

Por outro lado, Santos (2011) mostra que dentre os mais variados recursos didáticos que podem ser utilizados por professores, a aquisição de paradidáticos é uma interessante estratégia, a qual visa complementar de modo mais dinâmico as aulas, trazendo um método mais atraente de abordar determinados conteúdos. Com ele também é possível optar por temas transversais,

possibilitando o emprego de diferentes informações, demonstrando suas afinidades com as demais áreas (MACHADO, 1996).

Desta forma, o presente trabalho foi realizado com o intuito de abordar conteúdos da Botânica, a partir de um material didático como complemento para aulas de professores de Biologia do Ensino Médio. Isto se deu em virtude da importância desse ramo da Biologia, sendo o conteúdo trabalhado de maneira a desmistificar a ideia de que Botânica é complexa para ser tratada em sala de aula.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Seleção de conteúdos

Os conteúdos foram selecionados a partir de livros, artigos científicos ou outra fonte bibliográfica que mencionasse o conteúdo de interesse e que estivesse devidamente referenciado. A partir dessa seleção, foi abordada uma visão geral da Botânica, destacando-se a Anatomia e Morfologia de plantas terrestres e Fisiologia Vegetal com foco no processo da fotossíntese, incluindo as diferentes formas de fixação do CO₂.

2.2. Confecção do recurso didático

Com o conteúdo definido e reunido, iniciou-se a confecção do paradidático com emprego de programas, como Corel Draw X3® e Microsoft Office Word 2010®. Este último foi utilizado como plataforma de produção do texto em papel A4, margens superior e direita a 3.0cm, margens inferior e esquerda a 2.0cm, fonte Verdana, tamanho 11pt., espaçamento entre linhas 1.5cm. À medida que foi apresentado o conteúdo proposto, exemplos e/ou esquemas foram ilustrados com a finalidade de aperfeiçoar a compreensão do leitor. Para tanto, a flora local foi utilizada em uma tentativa de biorregionalizar o paradidático. Além disso, duas atividades complementares foram propostas, de modo que o professor possa se interessar em utilizar este recurso didático, sobretudo, em seu ambiente de trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento deste trabalho resultou na elaboração de um paradidático intitulado “Botânica em dia”. Ele foi assim denominado por relacionar a área de conhecimento, além de manter os professores atualizados sobre os conteúdos nele tratados. Os paradidáticos são ferramentas didáticas que fazem uma abordagem distinta daquela usualmente encontrada nos livros, os quais são regidos por programas educacionais (DALCIN, 2007). O prefixo “para” remete aos significados de proximidade e acessório (BORELLI, 1996).

Gasque e Costa (2003) abordam as características dos docentes da educação básica com identificação das principais fontes de pesquisa mais utilizados por eles, e observou-se que os livros didáticos e paradidáticos são os mais procurados. Eles podem ser utilizados para aprimorar o ensino-aprendizagem (MUNAKATA, 1997), e esta foi a intenção do “Botânica em dia”.

Estudos mostram que o uso de paradidáticos em várias áreas de conhecimentos vem se tornando cada vez mais visíveis, como podemos verificar no trabalho de Oliveira e Passos (2008). Nele, foram elaborados alguns paradidáticos com abordagem para conteúdos de Matemática, favorecendo sua ressignificação e possibilidades de desenvolvimento profissional para os professores da área.

Na pesquisa de Marcondes; Akahoshi; Souza (2012) foram elaborados dois paradidáticos voltados aos professores de Química, os quais foram produzidos por colaboradores do GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química da USP). O objetivo foi dar apoio aos docentes no planejamento e execução de experimentos de caráter investigativo e que dialoguem com temas de interesse social. Por esta razão, pensou-se na inserção de atividades complementares no presente paradidático.

No início do “Botânica em dia”, explanou-se sobre uma visão geral da Botânica, tratando inicialmente os componentes estruturais da célula vegetal e suas respectivas funções, além dos fatores que a diferenciam da célula animal e a finalidade deles para a planta. Essa abordagem inicial pode ser trabalhada em sala de aula para melhor preparar os alunos na compreensão dos processos morfofisiológicos do vegetal.

Em conformidade com Palmero; Acosta; Moreira (2001), aludir à biologia celular tem grande significado no que diz respeito à construção da organização de saberes biológicos, sobretudo ao nível celular. A célula é a unidade básica dos seres vivos, tornando-se primordial o conhecimento e compreensão a cerca de todo seu dinamismo (MARENCO; LOPES, 2009). Apesar do reduzido tamanho, ela apresenta toda uma complexidade biológica (ALBERTS, 1997),

constituindo um sistema químico e molecular que assume controle do próprio funcionamento (ALBERTS, 2011), propiciando seu crescimento e desenvolvimento para formação de estruturas a partir de códigos genéticos (MURTA, 2013). Segundo Bastos (1992) é imprescindível construir uma ideia significativa dessa estrutura, o que pode colaborar com a organização de relações entre seus processos e as propriedades que surgem como consequência, tais como funcionamento de tecidos e órgãos.

No tocante ao conteúdo de Anatomia Vegetal apresentado no paradidático, foi dada ênfase aos principais tipos de células e tecidos que compõem uma planta. Dentre eles, foram destacados a epiderme, parênquima, colênquima, xilema, e floema. Para a Morfologia Vegetal, foram destacados os principais órgãos que constituem uma planta, como raiz, caule, folha, flor e fruto. Mencionou-se sobre as funções e particularidades de cada um deles, apresentando exemplos, quando necessários, para familiarizar o conteúdo com o cotidiano. Assim, acredita-se que há maiores chances de êxito em aprender, quando voltamos à temática para o dia a dia.

Nesse sentido, Smith (1975) e Lima *et al.* (1999) defendem a importância de trabalhar todas as possíveis alternativas de ensino com foco no cotidiano dos alunos. Geralmente estas situações tornam as informações mais palpáveis, dinâmicas e atraentes. Além disso, é vivenciando sua realidade que o homem se torna mais apto para assimilar múltiplos saberes (VIOLA, 2011).

Para Silva (2015), a Morfologia e a Anatomia Vegetal são duas das várias áreas de estudo que a Biologia abrange, e devido à sua complexidade, geralmente não despertam o interesse do professor ou aluno para inteirar-se de tais conteúdos. Autores como Cruz; Furlan; Joaquim (2012) defendem que, por não serem abordados ou trabalhados de maneira eficaz, seja por ausência de afinidade ou por falta de preparo, contribuem ainda mais a problemática já existente.

Ao tratar sobre a fotossíntese, pensou-se em discorrer as principais organelas e pigmentos fotossintetizantes (clorofilas, carotenos e ficobilinas), que são fundamentais nesse processo. Também se explanou sobre os fotossistemas, as etapas de reações da fotossíntese, as enzimas que desempenham funções singulares na condução fotossintética, o mecanismo de fixação de carbono das plantas C3, C4 e CAM. Dessa maneira, supõem-se a possibilidade de abranger uma percepção geral das estruturas envolvidas na fotossíntese, além da sua condução em algumas famílias botânicas. Assim poderão ser trabalhadas explicações dos eventos e não apresentando,

simplesmente, fórmulas químicas dos processos fotossintéticos que se seguem, como costumeiramente ocorrem.

Muitas espécies de famílias botânicas que apresentam o metabolismo CAM podem ser facilmente encontradas, tais como bromélias, cactáceas, orquídeas, e também espada-de-são-jorge (LARCHER, 2004). No estado de Sergipe, são encontradas formações vegetais como Mata atlântica (ou mata costeira), manguezais e Caatinga (PRATA *et al.*, 2013), onde há uma probabilidade de ocorrência de espécies CAM, visto que existem em média 16.000 espécies distribuídas em diferentes biomas (WINTER; SMITH, 1996; CRAYN *et al.*, 2004; BORLAND *et al.*, 2011).

A Mata Atlântica abrange uma valiosa diversidade biológica, com uma gama de fitofisionomias, resultando no desenvolvimento de um complexo biótico de natureza vegetal e animal (MMA, 1998). A Caatinga, cujo nome significa floresta branca por apresentar uma vegetação seca na estação de estiagem (PRADO, 2003), dispõe de inúmeras famílias botânicas, as quais exibem maior número de espécies endêmicas (MMA, 2003). O manguezal é caracterizado por ser um ecossistema de transição entre os ambientes terrestre e marinho, típico de regiões tropicais e subtropicais (SCHAEFFER; NOVELLI, 1995). É considerado importante no tocante ao domínio de espécies vegetais e animais que encontram nesse ecossistema condições favoráveis para sua reprodução, proteção e alimentação (QUINÕES, 2000).

De acordo com Chassot (2004), quando os assuntos expostos se resumem a uma adição de simbologias ou expressões distantes das necessidades pessoais do indivíduo, dificilmente haverá compreensão e transformação da realidade, assim como também não existirá mudanças para a cidadania e educação. Segundo Figueiredo (2009), normalmente o ensino de Botânica é realizado apenas com o intuito de fazer provas, além de não levar em consideração, na maioria das vezes, as necessidades pessoais, sociais e o contexto da vida do aluno, o que torna ainda mais precária a aquisição de conhecimento.

Com relação às atividades complementares sugeridas no paradidático, estas foram elaboradas com o intuito de proporcionar uma estratégia prazerosa e dinâmica de aprofundar a realidade estudada em sala de aula. Ao sugerir como uma das atividades a aula de campo abrangendo uma área de mangue, imaginou-se ser uma maneira interessante de mostrar vários conteúdos da Botânica, como raiz e sua particularidade neste ambiente, caule, flor, fruto e suas

sementes. Além disso, o ecossistema sugerido tem uma grande importância, principalmente pelo fato de ser berçário de vários organismos, o que pode ser também explicado.

A segunda atividade complementar imaginada foi de abordar espécies vegetais suculentas (pelo fato de serem facilmente encontrados), as quais apresentam o metabolismo CAM, como cactos, bromélias, e espada-de-são-jorge. Essa prática poderá ser realizada em sala de aula e, as plantas seriam trazidas pelos alunos, visto que são comuns no Estado e, portanto, podem ser facilmente encontradas. Com o auxílio do professor, os alunos poderiam identificar as principais características entre um vegetal e outro, e em seguida citar as possíveis causas de elas apresentarem uma estrutura corporal distinta, além de citar as diferenças entre as CAM e uma outra planta (trazida pelo professor).

Acredita-se que essa interação em classe pode favorecer ainda mais a aprendizagem por parte do aluno, uma vez que LemKe (1997) afirma que a aquisição de conhecimento é essencialmente social, ou seja, é fundamental a interação social para que haja melhor desenvolvimento pessoal, intelectual (ALMEIDA, 1997). Silva *et al.* (2015) obteve resultados satisfatórios na sua pesquisa após aplicação de aulas teórico/práticas voltadas para conteúdos de Botânica numa escola da Paraíba. Eles verificaram um aumento na quantidade de acertos nos assuntos explanados, além de melhoria na relação professor/aluno, o que mostra indício da relevância de trabalhar aulas práticas.

Pesquisa semelhante foi realizada pelos autores Silva; Maknamara (2012) na cidade de Aracaju/ SE. Eles verificaram os conhecimentos prévios dos alunos sobre o Ecossistema Manguezal através de desenhos. Em seguida, realizaram uma aula expositiva dialogada que auxiliaria nas respostas da atividade seguinte: outro desenho e uma redação sobre o Manguezal. Foi observado que houve mudança conceitual, com explicitações do tipo importância do Manguezal para a população e preservação do mesmo.

No tocante à teoria e à prática ou experimentação, para Silva e Zanon (2000), elas devem andar juntas a todo tempo numa perspectiva de que, quanto mais as inter-relacionarmos, maiores serão as possibilidades de aprendizagem. A partir da teoria é possível apresentar os conceitos e conteúdos; já com a experimentação pode-se, de maneira mais palpável, verificar aquilo que é informado na aula teórica (OLIVEIRA, 2005).

4. CONCLUSÃO

Pensando nessa perspectiva, este paradidático foi desenvolvido para destacar uma abordagem geral de conteúdos relacionados à Botânica, desde a Anatomia e Morfologia Vegetal até a Fisiologia Vegetal. Isso se deu devido ao fato de o ensino nesse campo da Biologia não ser trabalhado de modo apreciável, seja por falta de preparo por parte dos docentes, por falta de motivação ou até mesmo por achar os conteúdos muito complexos, dando assim, preferência a outros assuntos.

Com o paradidático de nome “Botânica em dia”, será possível ter um material didático bom, confiável, diferenciado, interessante, que possivelmente irá reavivar nos professores de Biologia do Ensino Médio, o ânimo de ensinar Botânica. Ele apresenta conteúdos e ideias que podem contribuir para a construção de conhecimentos (ao tratar os assuntos e atividades complementares, respectivamente) e na educação para a cidadania daqueles que, consciente ou inconscientemente, buscam no ensino uma oportunidade de adquirir habilidades e competências para seu crescimento pessoal e profissional.

5. REFERÊNCIAS

- ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. In: Pesquisas em ensino de ciências e matemática. **Ciências & Educação**, São Paulo, Bauru, n. 3, p.14-24, 1996.
- ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. **Biologia Molecular da Célula**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- ALBERTS, B. **Biologia Molecular da Célula**. 3 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- ALMEIDA, A. **As relações entre pares em idade escolar**: um estudo de avaliação da competência social pelo método Q-sort. Tese (Doutorado)-Universidade do Minho, Portugal, 1997.
- BASTOS, F. **O conceito de célula viva entre os alunos de segundo grau**. vol. 11, n. 55, p. 63 – 69, Brasília: Em Aberto, 1992.
- BORELLI, S. H. S. **Ação, suspense, emoção**: literatura e cultura de massa no Brasil. São Paulo, Educ/Estação Liberdade/Fapesp, 1996.

BORLAND, A. M., ZAMBRANO, V. A. B., CEUSTERS, J., SHORROCK, K. **The photosynthetic plasticity of crassulacean acid metabolism an evolutionary innovation for sustainable productivity in a changing world.** *New Phytol*, vol. 191, p. 619–633, 2011.

BRASIL, Secretaria da Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio.** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Vol. 2. Brasília: Ministério da Educação, 2008.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. **Manual de Fisiologia Vegetal:** teoria e prática. 1. ed. São Paulo: Piracicaba Agronômica Ceres, 2005.

CECCANTINI, G. Os tecidos vegetais têm três dimensões. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.29, n.2, p.335-337, 2006.

CHASSOT, A. I. **Alfabetização científica:** questões e desafios para a educação. 3ª ed. Ijuí: Unijuí, 436p. 2004.

CRAYN, D. M.; WINTER, K.; ANDREW, J.; SMITH, C. Multiple origins of crassulacean acid metabolism and the epiphytic habit in the Neotropical family Bromeliaceae. *PNAS*, vol. 101 n. 10, p. 3703–3708. march, 2004. Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/101/10/3703.full.pdf>>. Acesso em: 05, jun, 2017.

CRUZ, L. P.; FURLAN, M. R.; JOAQUIM, W. M. **O estudo de plantas medicinais no ensino fundamental:** uma possibilidade para o ensino da botânica. Disponível em: <http://www.foco.fae.ufmg.br/viienepec/index.php/enpec/viienepec/paper/viewFile/270/484>. Acesso em: 28 Ago. 2012.

CUSHMAN, J. Crassulacean Acid Metabolism. A plastic photosynthetic adaptation to arid environments. **Plant Physiol**, vol. 127, 1439–1448, 2001.

DALCIN, A. **Um olhar sobre o paradidático de matemática.** 2002. 222f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática)-UNICAMP, Faculdade de Educação, Campinas, 2002.

DALCIN, A. **Um olhar sobre o paradidático de Matemática.** Campinas: Zetetiké, v. 15, n. 27, p. 25-36, 2007.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências:** fundamentos e métodos. São Paulo, Cortez, 364 p. 2002.

DONATO, C. R.; DANTAS, M. A. T. CD-ROM como instrumento de aprendizagem significativa sobre a Bioespeleologia Sergipana. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, vol. 4, n. 2. p.39-47. 2009.

EVERT, R.F. & EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal.** 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

FAOSTAT. Recent developments in agricultural commodity markets. Committee on Commodity Problems, Sixty-fifth Session. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Rome, 2005.

FIGUEIREDO, J. A. **O ensino de botânica em uma abordagem ciência, tecnologia e sociedade**: Propostas de atividades didáticas para o estudo das flores nos cursos de ciências biológicas. 2009. 88f. Dissertação (Mestrado em ensino de Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

GASQUE, K. C. G. D. COSTA, S. M. DE S. **Comportamento dos professores da educação básica na busca da informação para formação continuada**. Vol. 32, n. 3, p. 54-61, Brasília: Ci. Inf., 2003.

GIULIETTI, A.M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L.P.; BARBOSA, M.R.V.; BOCAGE NETA, A.L.; FIGUEIREDO, M.A. **Espécies endêmicas da Caatinga**. In: Vegetação e Flora da Caatinga. 1ed. APNE/CNIP, Pernambuco, 2002.

EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**, 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

KLUGE, R.A. **Fotossíntese**. São Paulo: USP, 2008. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/54973120/FOTOSSINTESE-apostila>. Acesso em: 12, ago, 2017.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. São Paulo. Perspectiva, São Paulo, v. 14, n. 1, mar. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>. Acesso em 12, jul, 2017.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 6.ed. São Paulo: Edusp, 2008.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Paulo: Rima, 2004.

LEAL, I. N., SILVA, J. M. C., TABARELLI, M., LACHER JR, T. E. **Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil**. Megadiversidade, vol.1,n.1, p.139-146, Pernambuco, 2005.

LEMKE, J.L. **Aprender a hablar ciência**: Lenguaje, aprendizaje y valores. Buenos Aires: Paidós, 1997.

LIMA, M. E. C. C.; JÚNIOR, O. G. A.; BRAGA, S. A. M. **Aprender ciências**: Um mundo de materiais. Belo Horizonte: UFMG. 78p. 1999.

LUTTGE, U. Ecophysiology of Crassulacean Acid Metabolism (CAM). **Annals of Botany**, 93., p. 629-652, 2004.

MACHADO, N.J. **Sobre Livros Didáticos**: Quatro Pontos. vol. 16. Brasília: Em aberto, p. 30-38, 1996.

MARCONDES, M. E. R. AKAHOSHI, L. H. SOUZA, F. L. Experimentação no Ensino de Química e na Divulgação Científica – Propostas do GEPEQ-IQUSP em materiais produzidos coletivamente. Bahia: UFBA, 2012. **Anais XVI Encontro Nacional de Ensino de Química e X Encontro de Educação Química da Bahia**, Bahia, 2012. Disponível em: https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwji5M7LjtXZAhUkrVvKHciECQ0QFgg2MAE&url=https%3A%2F%2Fportalseer.ufba.br%2Findex.php%2Fanaiseq2012%2Farticle%2Fdownload%2F8207%2F5920&usg=AOvVaw2_W4T2oNbkSX_0AjI0YkcR. Acesso em 28 fev. 2018.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. 3. ed. Minas Gerais: UFV, 2009.

MEGLHIORATTI, F. A.; BRANDO, F.R.; ANDRADE, M.A.B.S.; CALDEIRA, A.M.A. A interação conceitual no ensino de biologia: uma proposta hierárquica de organização do conhecimento biológico. In: CALDEIRA, A.M.A. & NABUCO, E.S.N. (Orgs). **Introdução a didática**. São Paulo: Escrituras, p. 189-205. 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. Primeiro Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica no Brasil. Brasília, MMA, 1998.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Programa de revitalização da bacia hidrográfica do rio São Francisco. Brasília, MMA. 2003. 134p.

MUNAKATA, KAZUMI. **Produzindo livros didáticos e paradidáticos**. 1997. 223 f. Tese (Doutorado em Educação). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 1997.

MURTA, M.M. Transição Do Vitalismo Para A Visão De Mundo Mecanicista: Contribuições Para O Perfil Conceitual Do Átomo – **IX Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências**. São Paulo, 2013.

MYERS, N., R.A. MITTERMEIER, C.G. MITTERMEIER, G.A.B. FONSECA, J. KENT. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-845. 2000.

OLIVEIRA, S. S. DE. Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados. **Educar**, vol. 26, p. 233-250. 2005.

OLIVEIRA, R. M. M. A. de; PASSOS, C. L. B. Promovendo o desenvolvimento profissional na formação de professores: a produção de histórias infantis com conteúdo matemático. **Ciência e Educação**, Bauru, vol. 14, n. 2, p. 315-330, 2008.

PALMERO, M. L. R.; ACOSTA, J. M.; MOREIRA, M. A. La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird y sus principios: una aplicación con modelos mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 3, p. 243-268, 2001.

PRADO, D. E. As Caatingas da América do Sul. In.: LEAL, I. R. & TABARELLI, M. (Eds.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Pernambuco: UFPE. 2003.

PRATA, A. P. N. AMARAL, M. C. E. FARIAS, M. C. V. ALVES, M. V. **Flora de Sergipe**. Vol. 1, Aracaju: Triunfo, 2013.

QUINÕES, E. M. Relações água - solo no sistema ambiental do estuário de Itanhaém. Campinas, FEAGRI, UNICAMP, 2000.

SANTOS, L.C.M. Experiência com a Utilização dos Recursos Didáticos nas Aulas de Ciências do 7º Ano na Escola Estadual Profº Arício Fortes. **V Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”**. São Cristóvão-SE, p. 1-17. 2011.

SCHAEFFER- NOVELLI, Y. Manguezal: Ecossistema entre a Terra e o Mar. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995.

SILVA, S.N.; SOUZA, M.L. & DUARTE, A.C.S. O professor de ciências e sua relação com o livro didático. IN: TEIXEIRA, P.M.M. & RAZERA, J.C.C. (Orgs.). **Ensino de Ciências: pesquisas e pontos em discussão**. Capinas: Komedi, p. 147-166. 2009.

SILVA, I. G. DA; MAKNAMARA M. VI Colóquio internacional “Educação e contemporaneidade”. Sergipe, 2012.

SILVA, A. P. M.; SILVA, M. F. S.; ROCHA, F. M. R.; ANDRADE, I. M. **Aulas práticas como estratégia para o conhecimento em botânica no ensino fundamental**. Universidade Federal do Piauí. Paraíba: HOLOS, Ano 31, Vol. 8. 2015.

SMITH, K.A. Experimentação nas Aulas de Ciências. In: CARVALHO, A.M.P.; VANNUCCHI, A.I.; BARROS, M.A.; GONÇALVES, M.E.R.; REY, R.C. **Ciências no Ensino Fundamental: O conhecimento físico**. 1. ed. São Paulo: Scipione.1998. p. 22-23.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 918, 2013.

WINTER, K.; SMITH, J. A.C. Taxonomic distribution of Crassulacean acid metabolism. In: WINTER, K.; SMITH, J.A.C. (Orgs). **Crassulacean acid metabolism. Biochemistry, ecophysiology and evolution**. Berlin: Springer- Verlag, p. 1 -13. 1996.

VIOLA, M. G. Estudo sobre a concepção de flor para educandos de uma escola estadual de educação básica em Porto Alegre. 2011. 110f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2011.

SILVA, L.H.de A.; ZANON, L.B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R.M.R. (Org.). **Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens.** Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000. 182 p.

SILVA, T. S. DA. A Botânica na educação básica: concepções dos alunos de quatro Escolas públicas estaduais em João Pessoa sobre o ensino de Botânica. João Pessoa, 2015. 63 fls.

APÊNDICE

(PARADIDÁTICO: “BOTÂNICA EM DIA”)

A microscopic image of plant tissue, likely a cross-section of a stem or root, showing various cellular structures. The image is divided into three main horizontal regions. The top region shows a dense layer of cells with prominent pinkish-purple staining, possibly indicating lignified tissue or specific cell wall components. The middle region is a lighter, more uniform area. The bottom region shows large, elongated cells with thick, dark green walls, characteristic of sclerenchyma or collenchyma tissue. A white rectangular box with a thin black border is centered in the middle region, containing the title. The authors' names are positioned in the bottom right area of the image.

BOTÂNICA EM DIA

Simone Alves Damasceno
Marla Ibrahim Uehbe de Oliveira

Universidade Federal de Sergipe – UFS
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – CCBS
Departamento de Biologia – DBI

Ficha catalográfica

BOTÂNICA EM DIA

Simone Alves Damasceno
Marla Ibrahim Uehbe de Oliveira

APRESENTAÇÃO

O presente material é uma fonte de consulta para professores de Ciências e Biologia da rede pública e particular de ensino, cujo intuito seja trabalhar a Botânica em sala de aula de maneira precisa e dinâmica. Espera-se que esta área da Biologia não seja mais vista como difícil ou complexa de ser tratada. Há necessidade de os conteúdos relacionados a este campo do conhecimento serem discutidos em sala de aula por se tratarem de base para diferentes abordagens no Ensino Médio.

Como o nosso principal foco é trabalhar a Botânica, selecionamos, primeiramente, conteúdos dentro da Anatomia e Morfologia Vegetal para uma visão geral dessa área do conhecimento. Logo depois, a Fisiologia Vegetal é abordada a partir do processo de fotossíntese, juntamente com os elementos que fazem parte da condução do mesmo, como os pigmentos e organelas. Além disso, são indicadas as etapas desse procedimento e algumas plantas com mecanismos C3, C4 e, finalmente, CAM.

Temos a expectativa de que o uso desta ferramenta didática seja útil nas aulas de Botânica, servindo de estímulo também para mostrar, quando necessário, o real significado e importância que as plantas e essa área de conhecimento possuem para a vida, nas suas diversas formas.

Simone Alves Damasceno

Marla Ibrahim Uehbe de Oliveira

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. A CÉLULA VEGETAL	1
3. ANATOMIA VEGETAL	3
3.1. EPIDERME	3
3.2. PERIDERME	4
3.3. PARÊNQUIMA	4
3.4. ESCLERÊNQUIMA	5
3.5. COLÊNQUIMA	6
3.6. XILEMA	6
3.7. FLOEMA	7
3.8. ESTRUTURAS SECRETORAS	8
4. MORFOLOGIA VEGETAL	8
4.1. RAIZ	10
4.2. CAULE	11
4.3. FOLHA	11
4.4. FLOR	12
4.5. FRUTO	12
5. FISIOLOGIA VEGETAL	13
5.1. CLOROPLASTOS	13
5.2. PIGMENTOS	14
5.3. FOTOSSISTEMAS	14
5.4. REAÇÕES DA FOTOSSÍNTESE	15
5.4.1. <i>Etapas fotoquímica (reação de Hill)</i>	15
5.4.2. <i>Etapas química (ciclo de Calvin)</i>	16
5.4.3. <i>Fixação do tipo C3</i>	16
5.4.4. <i>Fixação do tipo C4</i>	16
5.4.5. <i>Fixação do tipo CAM</i>	17
6. ATIVIDADES COMPLEMENTARES	17
6.1. ATIVIDADE 1	17
6.2. ATIVIDADE 2	18
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1. INTRODUÇÃO

Os vegetais fazem parte do nosso dia a dia, estando presentes nele direta ou indiretamente, desde as paisagens à alimentação, ou da folha de papel à roupa que vestimos. Na antiguidade, as plantas já eram utilizadas para diversas finalidades, como no preparo de equipamentos para a caça e construção de alojamentos (FURLAN *et. al.*, 2008).

Assim, o estudo da Botânica mostra-se fundamental, propiciando saberes que podem ser utilizados a curto ou longo prazos para lidar com problemas, como poluição e escassez de alimentos (EVERT; EICHHORN, 2014).

2. A CÉLULA VEGETAL

A célula é o elemento básico e estrutural dos organismos vivos. De modo geral, pode ser procariótica, apresentando núcleo sem envoltório e encontrada em bactérias e cianobactérias; ou eucariótica, com núcleo organizado em uma membrana. Estas últimas são encontradas em animais, vegetais, protozoários e fungos (ESAU, 1974; CASTRO; KLUGE; PERES, 2005).

Células vegetais apresentam particularidades, como a presença de uma parede celular, de vacúolos e plastídios (Fig. 1).

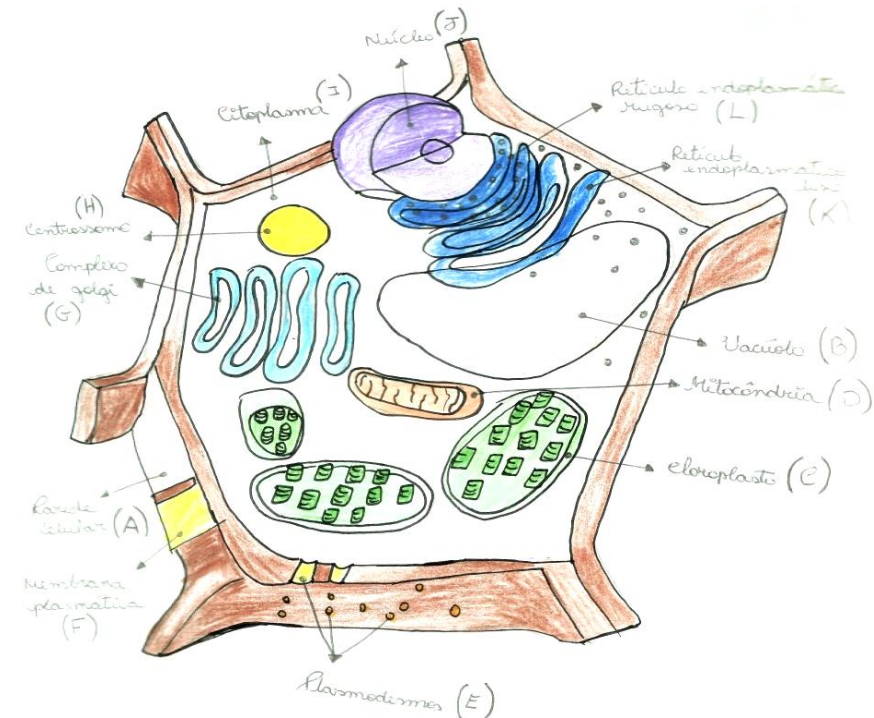


Figura 1. Célula vegetal e suas diversas estruturas. **A.** Parede celular. **B.** Vacúolo. **C.** Cloroplasto. **D.** Mitocôndria. **E.** Plasmodesmos. **F.** Membrana plasmática. **G.** Complexo de golgi. **H.** Centrossomo. **I.** Citoplasma. **J.** Núcleo. **K.** Retículo endoplasmático liso. **L.** Retículo endoplasmático rugoso. Imagem adaptada: <https://www.google.com/>.

A primeira estrutura citada (Fig. 1A) recobre externamente a membrana plasmática, apresentando a função de proteger, dar forma e rigidez à célula. O vacúolo (Fig. 1B) possui água, açúcares, enzimas, íons inorgânicos, metabólitos secundários, atuando como reservatório de substâncias. Ainda tem a função na regulação das trocas de água que ocorrem no processo de osmose. Quando a célula é jovem, vários vacúolos são encontrados dentro dela; porém, torna-se único quando a célula atinge a maturidade, ocupando boa parte da mesma (ESAU, 1974; CASTRO; KLUGE; PERES, 2005).

Os plastídios são estruturas envolvidas por dupla membrana, possuem seu próprio genoma e se autoduplicam, assimilam nitrogênio e enxofre. Eles têm participação na fotossíntese, além de produzir aminoácidos e ácidos graxos. Existem diversos tipos de plastídios, como leucoplastos e cromoplastos. Os primeiros são desprovidos de cor e armazenam substâncias. Um exemplo deles são os amiloplastos, que depositam amido encontrado em tubérculos, por

exemplo (TAIZ; ZEIGER, 2004; CASTRO; KLUGE; PERES, 2005; MARENCO; LOPES, 2009).

Os cromoplastos possuem pigmentação em seu interior e ocorrem em várias flores, frutos e em raízes como a cenoura. Existem cromoplastos vermelhos (eritroplastos), que se desenvolvem em frutos maduros como o tomate (TAIZ; ZEIGER, 2004; CASTRO; KLUGE; PERES, 2005; MARENCO; LOPES, 2009). Um dos cromoplastos mais famosos são os cloroplastos (Fig. 1C).

Eles são frequentes em plantas e possuem como principal componente a clorofila, de cor verde. Eles participam da fotossíntese, através da qual a planta, na presença de luz, produz compostos orgânicos a partir de substâncias inorgânicas. Esse processo é facilitado pela presença de pigmentos, como a clorofila e carotenoides (TAIZ; ZEIGER, 2004; CASTRO; KLUGE; PERES, 2005; MARENCO; LOPES, 2009).

Enzimas relacionadas ao controle da fotossíntese encontram-se em membranas que formam os tilacoides. Quando estes estão empilhados, como se fossem moedas, são chamados de grana. Todos estão imersos em uma matriz denominada estroma (TAIZ;

ZEIGER, 2004; CASTRO; KLUGE; PERES, 2005; MARENCO; LOPES, 2009).

3. ANATOMIA VEGETAL

Este é o ramo da Botânica que estuda a estrutura interna das plantas. Assim como a maioria dos seres vivos, os vegetais apresentam em sua composição corporal células que, em conjunto, podem se diferenciar de outros grupos em estrutura e/ou função, formando assim tecidos (ESAU, 1974). Vejamos abaixo alguns tipos de células e tecidos.

3.1. Epiderme

É uma camada fina que reveste a parte externa do corpo vegetal. Suas células variam em formato, sendo geralmente achatadas e bem unidas, de modo a impossibilitar lacunas intercelulares (com exceção dos estômatos). Exemplos típicos de células epidérmicas são as células-guarda dos estômatos, tricomas, pelos absorventes da raiz, etc. (CUTTER, 1986).

Nas paredes das células epidérmicas de órgãos aéreos há a presença de uma camada denominada

cutícula (Fig.2.A), a qual protege e inviabiliza a transpiração excessiva do vegetal.

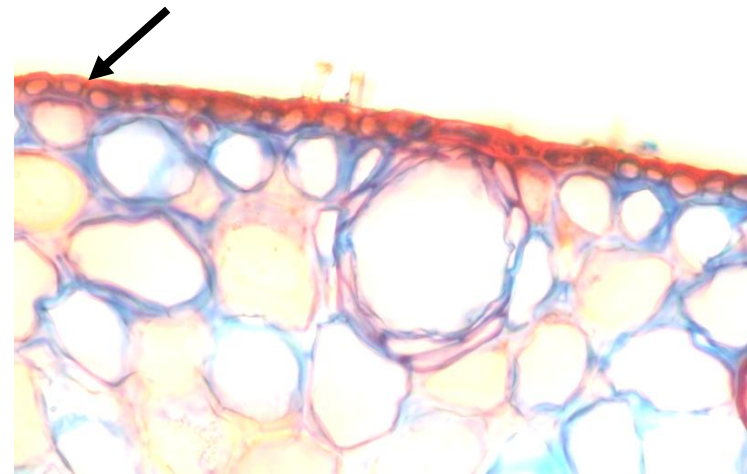


Figura 2. Corte transversal no pecíolo de uma folha, com a seta indicando a cutícula espessa acima das células epidérmicas. Imagem: M. Ibrahim.

Essa camada é mais espessa em plantas adaptadas a altos níveis de radiação, como aquelas pertencentes à família Cactaceae (Fig. 3). Estas vivem normalmente em ambientes com baixos níveis pluviométricos, e precisam investir na economia de água para sobreviver (VANNUCCI; RESENDE, 2003).



Figura 3. Planta com folhas modificadas em espinhos e flores vistosas, pertencente à família Cactaceae. Imagem: M.Ibrahim.

3.2. Periderme

É um revestimento de origem secundária, que substitui a epiderme em caules e raízes com crescimento secundário em espessura. É formada pelo felogênio, súber e feloderme (Fig.4). O primeiro é o meristema secundário lateral, ocorrendo próximo à

superfície dos órgãos, formando súber para fora e feloderme para dentro. O súber é um tecido compacto, impermeável, com a parede celular possuindo deposição de suberina. A feloderme se desenvolve em direção ao centro do órgão vegetal, apresentando poucas células (ESAU, 1974).

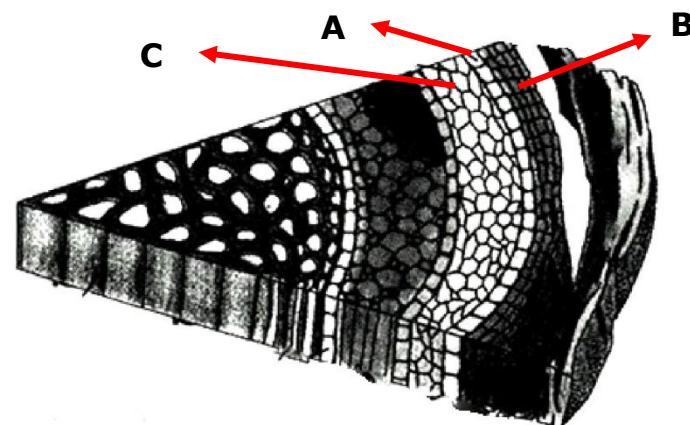


Figura 4. Estruturas que constituem a periderme. **A.** Felogênio. **B.** Súber. **C.** Feloderme. Imagem: <https://www.resumoescolar.com.br/biologia/tecidos-tecidos-meristematicos-epiderme-cuticula-pelos-estomatos-e-suber/>

3.3. Parênquima

É o tecido mais comum no corpo vegetal, constituindo células da camada medular do córtex de caules e raízes, além do mesófilo de folhas (Fig. 5),

endosperma de sementes, polpa de frutas (ESAU, 1974; CUTTER, 1986). Está associado com o xilema e floema, auxiliando na fotossíntese, reserva de substâncias, cicatrização e surgimento de estruturas adventícias.

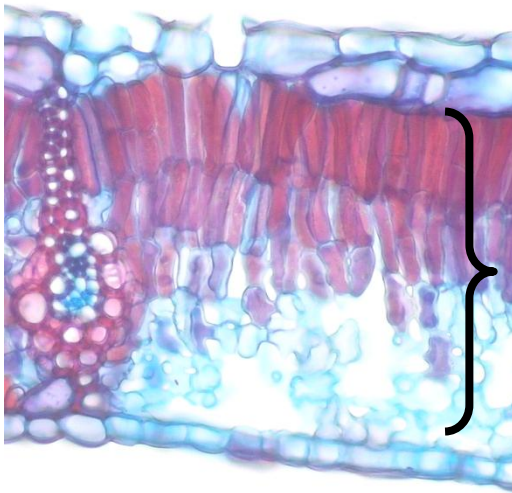


Figura 5. Corte transversal de uma folha, destacando com a chave a região do mesofilo. Imagem: M. Ibrahim.

Apresentam células com formatos variados, sendo as isodiamétricas as mais comuns. O conteúdo varia de acordo com o metabolismo que cada uma realiza – podem possuir cristais, óleos, amido, plastídios (ESAU, 1974). Seus principais tipos são:

preenchimento ou fundamental, clorênquima ou fotossintetizante, armazenamento ou reserva, e transporte (VANNUCCI; RESENDE, 2003).

3.4. Esclerênquima

É composto por células com paredes grossas, secundárias, apresentando lignina (Fig. 6). Elas podem se desenvolver em alguns ou todos os órgãos do vegetal, sejam eles vegetativos ou reprodutivos. Está relacionado à sustentação de órgãos maduros. Suas principais células são esclereides e fibras (ESAU, 1974).

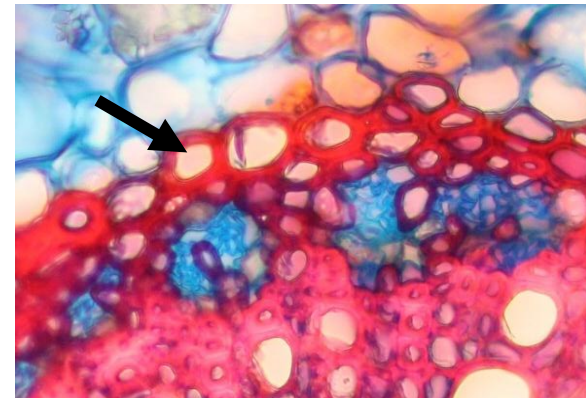


Figura 6. Corte transversal mostrando fibras de esclerênquima (seta), que envolvem tecido vascular. Imagem: M. Ibrahim.

3.5. Colênquima

Compõe o tecido de sustentação juntamente com o Esclerênquima. Suas células são ricas em celulose, com paredes primárias grossas, que auxiliam na absorção de água (Fig. 7) (ESAU, 1974). Pode assumir, quando necessário, papel de tecido esclerenquimático.

É formado por células que ocorrem nos feixes da superfície do córtex de caules, pecíolos e nervuras das folhas (CUTTER, 1986). Sua função é de resistência mecânica e provavelmente de transporte e armazenamento de água (ESAU, 1974).

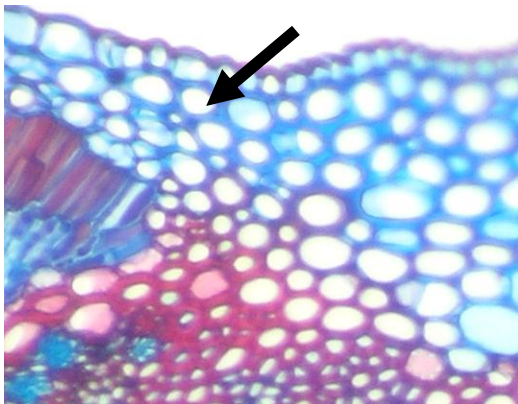


Figura 7. Corte transversal no limbo foliar, mostrando o colênquima (detalhe da célula - seta). Imagem: M. Ibrahim.

3.6. Xilema

Tecido que se faz presente ao longo de todo corpo vegetal, e está relacionado à condução de água e nutrientes. Atua na sustentação e armazenamento de substâncias, como o amido da mandioca, que fica retido no parênquima xilemático (CUTTER, 1986; VANNUCCI; RESENDE, 2003).

O xilema primário (Fig. 8) é originado no procâmbio, um meristema apical; e o xilema secundário é formado pelo câmbio vascular, tecido meristemático secundário (ESAU, 1974).



Figura 8. Corte transversal de um pecíolo, mostrando o xilema primário em vermelho (detalhe da célula - seta). Imagem: M. Ibrahim.

Os principais componentes condutores do xilema são traqueídes e elementos de vaso. Os primeiros não apresentam perfurações, crescem muito pouco em comprimento e diâmetro. Já os elementos de vaso possuem perfurações e são mais eficientes no transporte de água devido ao conjunto de poros. Além desses elementos, o xilema é formado também por fibras, células parenquimáticas e às vezes por esclereídes (VANNUCCI; RESENDE, 2003).

3.7. Floema

O floema (Fig. 9) é um tecido complexo e está em todo corpo da planta junto com o xilema. Sua função está voltada para sustentação, transporte e armazenamento de alimentos. Assim como o xilema, ele pode ser primário (originado no procâmbio) ou secundário (formado no câmbio vascular). Seus principais tipos celulares são células crivadas, elementos do tubo crivado, elementos esclerenquimáticos, parenquimáticas, células

companheiras e laticíferos (ESAU, 1974; CUTTER, 1986).

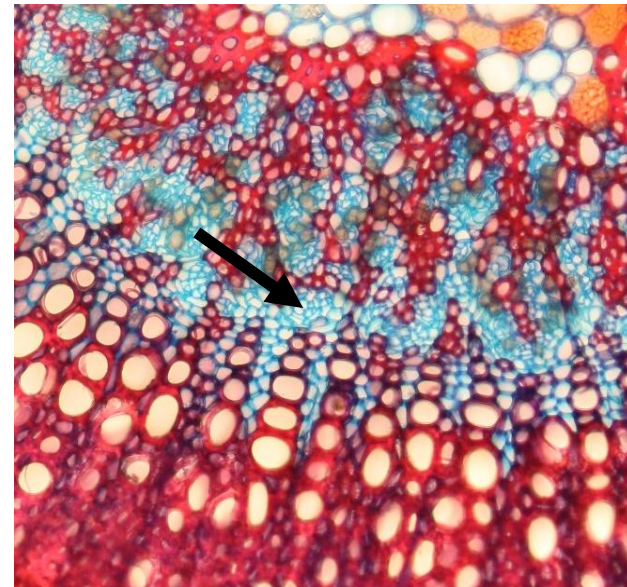


Figura 9. Corte transversal de um pecíolo, mostrando o floema primário em azul (detalhe da célula - seta). Imagem: M. Ibrahim.

Os elementos crivados compõem o principal mecanismo de condução do floema; células parenquimáticas estão presentes em todo floema e podem atuar na fotossíntese, quando houver

cloroplastos, ou atuar como células de transferência, quando apresentar invaginações em suas paredes.

Elementos esclerenquimáticos no floema podem ser de dois tipos: fibras, que apresentam grande importância econômica; e os esclereides, que podem ou não estar associadas às fibras. Células companheiras são um tipo especializado de célula parenquimática e recebem essa denominação devido ao fato de sempre acompanhar os elementos de tudo crivado. Os laticíferos tem forte papel na produção e condução de látex, podendo ser encontrados em toda planta e associados ao floema (CUTTER, 1986; VANNUCCI; RESENDE, 2003).

3.8. Estruturas secretoras

Ocorrem entre outros tecidos, sejam eles primários ou secundários, em formações na superfície ou interior do vegetal. Células epidérmicas glandulares, pelos e glândulas como as digestivas, nectários florais e extraflorais (Fig. 10) representam as principais estruturas secretoras. As secreções podem ser liberadas para o interior ou exterior da planta,

dependendo da célula que a produz (ESAU, 1974; VANNUCCI; RESENDE, 2003).



Figura 10. Nectário extrafloral (seta) presente na base do pecíolo de uma folha de maracujazeiro. Imagem: M. Ibrahim.

4. MORFOLOGIA VEGETAL

Morfologia é o campo da Botânica que se ocupa dos termos e definições empregadas para cada parte da planta, de modo que seu reconhecimento se torne mais fácil (PIMENTEL *et al.*, 2017).

Segundo Souza; Flores; Lorenzi (2013), ao encontrar condições favoráveis como temperatura, umidade e luz, a semente irá germinar (Fig. 11A). No decorrer do seu desenvolvimento, raiz e caule se diferenciam, este último dando origem a folhas (Fig. 11B). Aos poucos, a planta vai adquirindo a capacidade de sintetizar energia a partir da fotossíntese. Os cotilédones (Fig. 11C) (primeiras folhas a surgirem na planta) caem, visto que já não apresentam mais função alguma.

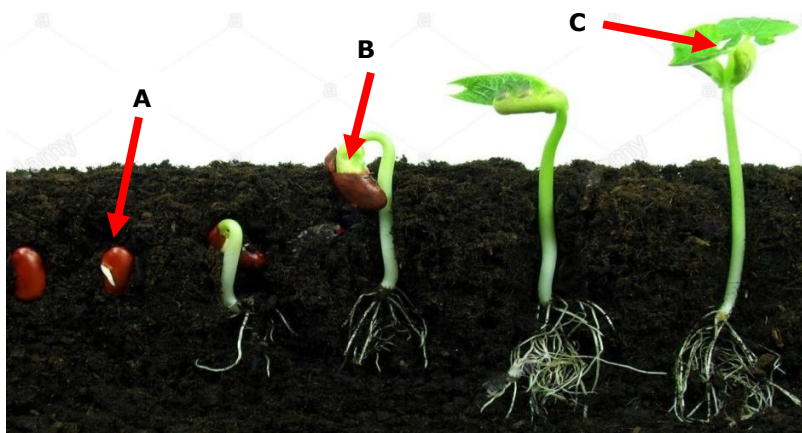


Figura 11. Desenvolvimento inicial de uma planta. **A.** Germinação. **B.** Cotilédones. **C.** Folhas. Imagem: <https://www.alamy.com/stock-photo-sequence-of-bean-seeds-germination-in-soil-32870583.html>
<https://slideplayer.com.br/slide/3971879/>

As gemas axilares (Fig. 12) são estruturas situadas entre os ramos e as folhas, e originam outras ramificações, enquanto que a gema apical do caule dará prosseguimento ao crescimento vertical da planta. Assim, ela já poderá ser chamada de esporófito jovem e não mais de plântula, e de adulto quando produzir flores para reprodução.



Figura 12. Planta já crescida apresentando a gema axilar (setas). Imagem: M. Ibrahim.

Após esta breve explanação, vejamos a seguir os principais componentes de uma planta vascular, em especial as angiospermas.

4.1. Raiz

Presente nas plantas vasculares, possui a função de captar água e nutrientes do solo, auxiliando na fixação e sustentação. Está dividida em coifa (ou caliptra), zona de alongamento, zona pilífera e zona de ramificação (Fig. 13) (PIMENTEL *et al.*, 2017).

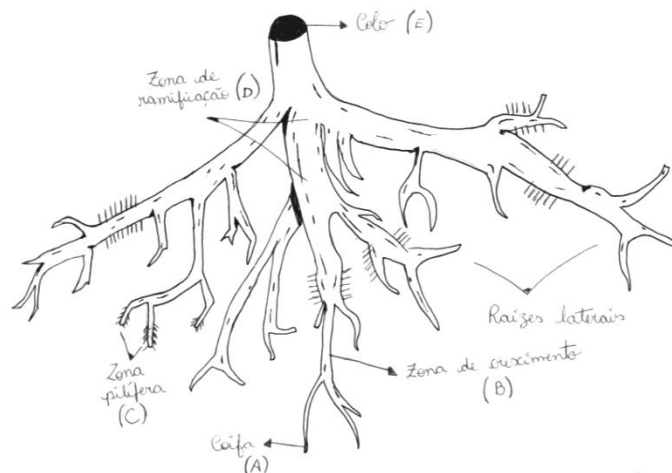


Figura 13. Principais partes da raiz. **A.** Coifa. **B.** Zona de crescimento. **C.** Zona pilífera. **D.** Zona de ramificação. **E.** Colo. **F.** Raízes laterais. Imagem:

<https://www.todamateria.com.br/tipos-de-raizes/>

A primeira é composta de células vivas e indiferenciadas responsáveis por proteger o meristema radicular contra agentes patógenos ou atrito. Além disso, ajuda na penetração da raiz no solo e indução no crescimento em direção ao mesmo. A zona de alongamento determina o crescimento; e a zona pilífera contém pelos que tornam mais eficiente sua superfície de contato. A zona de ramificação está relacionada com a região entre o colo e zona pilífera, onde raízes laterais surgirão (PIMENTEL *et al.*, 2017).

As raízes podem ser pivotantes quando originadas da radícula (Fig. 14A) ou fasciculadas (Fig.14B), quando originadas de outras partes da planta, como o caule (raízes adventícias). (APEZATTO-DA-GLÓRIA; CARMELO-GUERRERO, 2012)

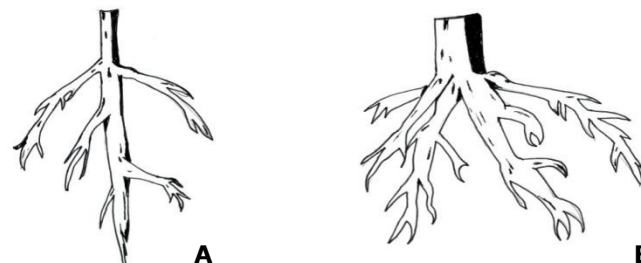


Figura 14. Tipos de raízes de acordo com sua origem. **A.** Raiz pivotante. **B.** Raiz fasciculada. Imagem:

<https://www.todamateria.com.br/tipos-de-raizes/>

Quanto ao ambiente, podem ser classificadas em subterrâneas, aquáticas ou aéreas (SOUZA; FLORES; LORENZI, 2013; PIMENTEL *et al.*, 2017).

4.2. Caule

Estrutura intermediária entre raízes e folhas, composto de nós e internós ou entrenós (relacionado ao intervalo entre os nós). Existem diferentes tipos de caules, podendo ser subterrâneos, aquáticos ou aéreos.

Alguns deles possuem tecido de reserva e normalmente são subterrâneos, como rizoma (ex. inhame, gengibre, bananeira e bambu); bulbo (ex. cebola e alho); e tubérculo (ex. batata-inglesa).

Os caules podem ser modificados para gavinhas, espinhos, cladódios e filocládios, adquirindo funções de fixação, proteção e fotossíntese, respectivamente (PIMENTEL *et al.*, 2017).

4.3. Folha

Principal estrutura da planta, incumbida de realizar a fotossíntese e sintetizar diversas substâncias químicas. Estas funções são facilitadas pelo seu

formato, o que possibilita uma melhor execução (TAIZ; ZEIGER, 2004). Constituem uma folha completa: bainha (Fig.15A), pecíolo (Fig. 15B) e limbo ou lâmina foliar (Fig. 15C). Podem apresentar diferentes formas, tamanhos, cores, variando com a espécie, como é o caso das cactáceas, que exibem folhas modificadas em espinhos (ESAU, 1974).

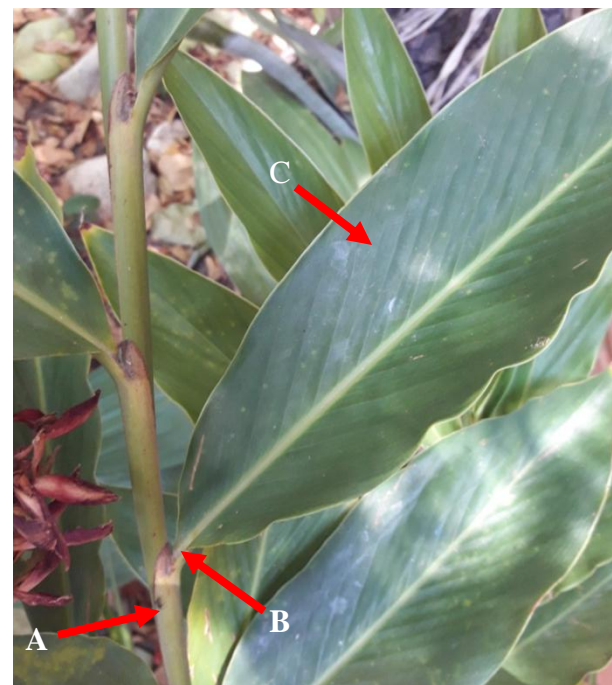


Figura 15. Principais estruturas da folha. **A.** Limbo; **B.** Pecíolo. **C.** Bainha. Imagem: M. Ibrahim.

4.4. Flor

Estrutura responsável pela perpetuação da espécie. É exclusiva das angiospermas, sendo um órgão complexo. As partes que a compõem são: pedicelo (Fig.16A), que é um talo ou haste com função de sustentar a flor; receptáculo (Fig.16B), estrutura na qual as partes florais se fixam; verticilos florais (Fig. 16C-F), que são folhas modificadas para proteção e atração, classificadas de acordo com a função que realizam (PIMENTEL *et al.*, 2017).

Sendo assim, os verticilos protetores são as sépalas (Fig. 16C), que em conjunto formam o cálice; e pétalas (Fig. 16D), formando a corola quando aglomeradas. Os verticilos reprodutores são os estames (Fig. 16E), que fornecem grãos de pólen e em conjunto formam o androceu; e carpelos, que formam o gineceu e recebem os grãos de pólen no estigma, transportando-os pelo estilete (Fig. 16F) até os óvulos no ovário (SOUZA; FLORES; LORENZI, 2013; PIMENTEL *et al.*, 2017).

Geralmente, androceu e gineceu estão na mesma flor, sendo assim bissexuada ou hermafrodita. Quando uma flor apresenta apenas uma dessas

estruturas reprodutoras, ela é unissexuada. Eles também podem inexistir, sendo a flor considerada neutra ou estéril (SOUZA; FLORES; LORENZI, 2013; PIMENTEL *et al.*, 2017).

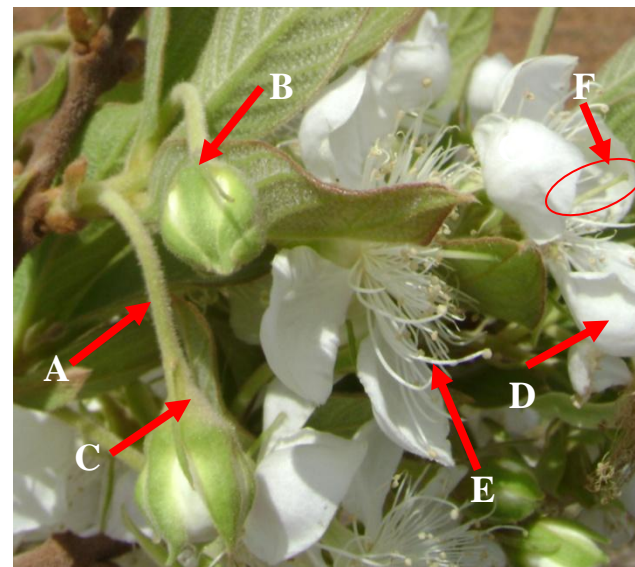


Figura 16. Flor bissexuada e suas principais estruturas. **A.** Pedicelo. **B.** Receptáculo. **C.** Sépalas. **D.** Pétalas. **E.** Estames. **F.** Estigma e Estilete. Imagem: M. Ibrahim.

4.5. Fruto

Resultado do desenvolvimento do ovário, protege o óvulo fecundado. Os frutos, de acordo com a origem, consistência, número de sementes e

deiscência, recebem diversas classificações, dentre elas temos: frutos simples a exemplo do feijão, uva, café, tomate, caju e a goiaba; frutos agregados como o morango e a graviola; e frutos compostos como o abacaxi e a jaca (ESAU, 1974).

5. FOTOSSÍNTESE

É um fenômeno realizado pelas plantas com o intuito de produzir, a partir de compostos inorgânicos, matéria orgânica com o uso da luz (SAMPAIO, 2010). Para isso, faz-se necessário o auxílio de algumas estruturas, as quais são essenciais na condução desse processo, como veremos a seguir.

5.1. Cloroplastos

São organelas citoplasmáticas envolvidas por duas membranas e que possuem dentro de si estruturas em forma de disco, denominadas tilacoides (Fig. 17A). Eles se apresentam empilhados um sobre o outro, sendo chamados de granum (Fig. 17B). As moléculas de clorofila estão situadas nessas membranas (SAMPAIO, 2010).

Internamente, os cloroplastos são banhados por um fluido chamado estroma (Fig. 17C), que é rico em DNA, enzimas e ribossomos. A quantidade de cloroplastos depende da espécie e estado de desenvolvimento do vegetal, podendo ser de um a 100 para cada célula (MARENCO; LOPES, 2009; SAMPAIO, 2010).

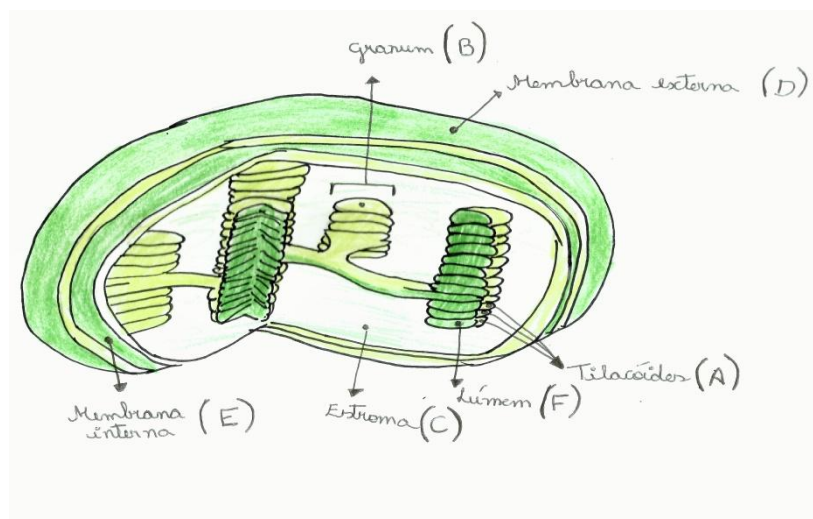


Figura 17. Estrutura de um cloroplasto. **A.** Tilacóide. **B.** Granum. **C.** Estroma. **D.** Membrana externa. **E.** Membrana interna. **F.** Lúmen. Imagem:

<http://docentes.esalq.usp.br/luagallo/fotossintese1.html>

5.2. Pigmentos

Dentre os pigmentos fotossintetizantes, a *clorofila a* é a que mais se destaca, visto que possui o papel de captar radiação solar, primordial para o início do processo de fotossíntese. A *clorofila b*, carotenoides e ficobilinas auxiliam nesse processo ao transferir a energia luminosa, recebendo assim a denominação de pigmentos acessórios (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005; SAMPAIO, 2010).

5.3. Fotossistemas

Nos cloroplastos, existem centros de reações que utilizam a luz para reduzir moléculas chamados de fotossistemas (Fig. 18). Esses grupos proteicos recebem localizados nos tilacoides recebem a classificação de fotossistemas I (FSI) e II (FSII), nos quais a reação fotoquímica da fotossíntese ocorre (MARENCO; LOPES, 2009).

O primeiro (FSI), situado nas membranas intergranais e em contato com o estroma, está relacionado à oxidação da plastoquinona reduzida, com transferência de elétrons, pela plastocianina, para a ferredoxina (F_d), uma proteína periférica ligada ao

tilacoide em contato com o estroma. Possui um complexo central que recebe energia luminosa do seu próprio complexo coletor de luz (CCLI), que é constituído por várias proteínas, além de receber elétrons. O centro de reação absorve luz com comprimentos de onda na faixa de 700nm (P700) (MARENCO; LOPES, 2009; SAMPAIO, 2010).

O FSII localiza-se nas membranas dos tilacoides e tem papel de converter, a partir da luz, plastoquinona oxidada (PQ) para o modo reduzido (PQH_2) com uso de elétrons da água. Seu centro de reação é o P680, que absorve luz com comprimentos de onda em torno de 680nm. Além disso, é aceptor de energia luminosa de moléculas de *clorofila a* e *b* e xantofilas (um tipo de carotenoide) presentes no seu complexo coletor de luz (CLII), que atua como um sistema antena, capturando-a e transferindo energia de excitação para o P680 (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005; SAMPAIO, 2010).

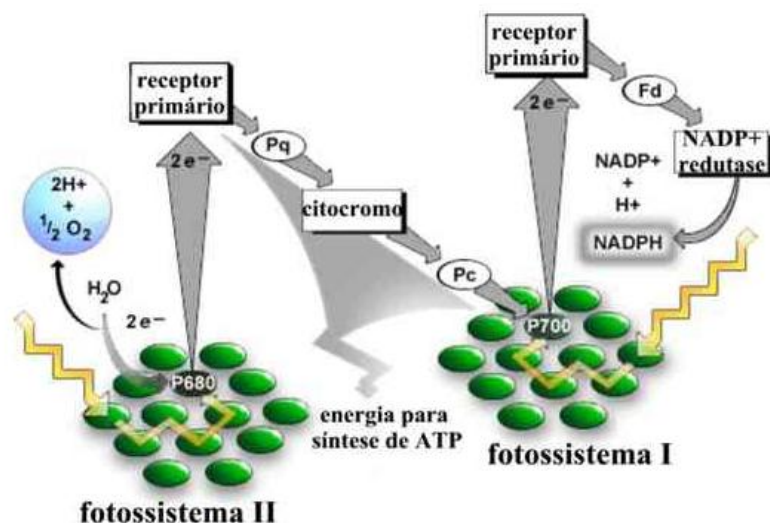


Figura 18. Esquema do funcionamento dos centros de reações ou fotossistemas. Imagem: <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/bioquimica/bioquimica15.php>

5.4. Reações da fotossíntese

São duas as etapas que compõem a fotossíntese. Vejamos, a seguir, como se processam.

5.4.1. Etapa fotoquímica (reação de Hill)

Ocorre com participação do FSII e FSI, com presença de luz, e se destaca pela quebra da molécula da água (fotólise) no FSII, com posterior liberação de

O_2 , síntese de ATP (nucleotídeo que armazena energia em suas ligações químicas) e de $NADPH_2$ (composto redutor). Tais eventos acontecem em duas fases paralelas chamadas de fotofosforilação cíclica e acíclica (SAMPAIO, 2010).

Na fotofosforilação cíclica, a *clorofila a* após ser iluminada, perde um par de elétrons excitados (ricos em energia), que são recolhidos por uma série de citocromos (substâncias que aceitam elétrons adicionais) perdendo energia. Esta é empregada na fosforilação (produção de ATP pela união de mais um grupo de fosfato a uma molécula de ADP), tornando-se instáveis e transferindo esses elétrons para outras moléculas. Após a passagem pelo conjunto de citocromos, os elétrons voltam à molécula da clorofila, daí o nome desse evento (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005).

Na fotofosforilação acíclica são utilizados os FSI e FSII e seu início ocorre com a excitação da clorofila P680 do FSII. Ela libera elétrons para a clorofila P700 através de uma cadeia transportadora de elétrons, que ao ser excitada, lança elétrons para a ferredoxina (transportador de elétrons), transferindo-os para o

NADP (aceptor de elétrons). A clorofila do FSII está sem elétrons, e é preciso que a fotólise da água ocorra para estabilização. Com isso são gerados H^+ , O^2 e elétrons. Prótons de hidrogênio são capturados pelo NADP, formando $NADPH^2$, e átomos de oxigênio irão formar o gás oxigênio. A passagem de elétrons da clorofila P680 para a P700 gera gradiente eletroquímico de membrana que irá servir para formar ATP (TAIZ; ZEIGER, 2004).

5.4.2. Etapa química (ciclo de Calvin)

Ocorre no estroma do cloroplasto e independe da presença de luz. Nesta etapa os hidrogênios liberados da água e instalados no $NADPH_2$, reagem com CO_2 produzindo triose (SAMPAIO, 2010). No estroma, a ribulose-fosfato (C5) recebe energia do ATP, dando origem a ribulose-difosfato, que formará duas moléculas de ácido fosfoglicérico (PGA) a partir dos hidrogênios do $NADPH_2$ recombinações com o gás carbônico. O PGA, a partir do estímulo do ATP e $NADPH_2$, irá reconstituir ribulose-fosfato em reações eventuais, sintetizando açúcares distintos (MARENCO; LOPES, 2009).

5.4.3. Fixação do tipo C3

São aquelas que apresentam como produto inicial da fotossíntese o ácido 3-fosfoglicérico (3-PGA), e por isso a denominação de plantas C3 para este grupo. Neste mecanismo de fixação de CO_2 atmosférico é utilizado, exclusivamente, o ciclo de Calvin (SAMPAIO, 2010).

As taxas de fotossíntese dessas plantas são sempre elevadas, uma vez que a planta atinge as taxas máximas de fotossíntese em intensidades de radiação solares consideravelmente baixas. Devido a isso, são consideradas espécies que não economizam água; são altamente produtivas, contribuindo para a biodiversidade terrestre. Exemplos de plantas deste grupo incluem todas as gimnospermas, briófitas, algas, grande parte das pteridófitas e maioria das angiospermas (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005; MARENCO; LOPES, 2009).

5.4.4. Fixação do tipo C4

Espécies que produzem os ácidos de quatro carbonos como seu primeiro produto de fixação do CO_2

são chamadas de plantas C4. Elas podem fixar CO₂ por duas vias: pela via C3 e pela C4 (SAMPAIO, 2010).

Elas apresentam vantagens em relação às plantas C3: podem sobreviver em ambientes áridos por só atingirem taxas máximas de fotossíntese a partir de elevadas taxas de radiação solar. Isto permite mais fixação de CO₂ por unidade de água perdida, portanto, são mais econômicas quanto ao uso da água (SALISBURY; ROSS, 2012). São exemplos de plantas com esse tipo de fixação do CO₂, a maioria das monocotiledôneas, como gramíneas (cana-de-açúcar, milho, sorgo), ciperáceas e a família Chenopodiaceae (MARENCO; LOPES, 2009).

5.4.5. Fixação do tipo CAM

Metabolismo Ácido das Crassuláceas ou simplesmente CAM, são plantas típicas de ambientes áridos e quentes que possuem a capacidade de fixar CO₂ sem alterar o balanço positivo de água e de carbono nos tecidos (SAMPAIO, 2010; SALISBURY, ROSS, 2012).

O diferencial para essas plantas é que o CO₂ é fixado em fosfoenolpiruvato, formando o oxaloacetato,

sendo transformado em malato e estocado à noite nos vacúolos. Durante o dia, os estômatos se fecham e o ácido málico é transportado do vacúolo ao cloroplasto da célula. Ele é descarboxilado produzindo piruvato (que pode ser convertido em açúcar e amido) e CO₂, transferido para ribulose 1,5-bifosfato (RuBP) do ciclo de Calvin. Podemos encontrar exemplos de plantas com esse tipo de metabolismo no estado de Sergipe, como bromélias (macambira, abacaxi), cactáceas (madacaru, cabeça-de-frade), orquídeas, e asparagáceas (espada-de-são-jorge) (TAIZ; ZEIGER, 2004; MARENCO, LOPES, 2009; SAMPAIO, 2010).

6. ATIVIDADES COMPLEMENTARES

6.1. Atividade 1

- Ambiente: área de mangue, restinga, mata atlântica, caatinga, ou próxima à escola.
- Objetivos: identificar as características dos vegetais e suas particularidades, quando houver, e relacionar com o conteúdo visto em sala de aula.
- Observar e esquematizar: raiz, caule, flor, fruto.

- Descrever o ecossistema em questão.

6.2. Atividade 2

- Ambiente: sala de aula.
- Materiais: i) espécies denominadas popularmente como suculentas, que sejam típicas da nossa região (cactos, bromélias, espada-de-são-jorge), trazidas por alunos; ii) planta trazida pelo professor (sugestão: alguma leguminosa);
- Objetivos: Identificar as principais características entre os vegetais trazidos; citar as possíveis causas de elas apresentarem uma estrutura corporal diferenciada tendo em vista o tipo de ambiente em que vivem; relacionar a diferença na fotossíntese (com relação à fixação de carbono) que cada uma apresenta.

7. GLOSSÁRIO

Aceptor – aquele que doa algo.

ATP – sigla utilizada para denominar a adenosina trifosfato, molécula primordial que garante a liberação de energia para as células dos seres vivos.

Cladódios – ramo de formato comprido ou até laminar geralmente provido de folhas rudimentares.

Córtex – sistema fundamental da raiz, ou seja, que ocupa a grande parte do corpo.

Deiscência – é quando um órgão vegetal (fruto, antera etc.) abre-se naturalmente ao alcançar a maturação.

Elétron – partícula que constitui o átomo, e que tem uma carga negativa.

Espinhos – estruturas endurecidas e pontiagudas.

Filocládios – ramos curtos que assumem o aspecto de folhas.

Frutos simples – aqueles formados por um único carpelo ou carpelos fusionados de uma mesma flor.

Frutos compostos – aqueles originados pelo desenvolvimento de vários ovários pertencentes a diversas flores (inflorescência).

Frutos agregados – aqueles originados pelos diversos ovários de uma flor multipistilada.

Gavinhas –órgãos filamentosos que diversas espécies vegetais utilizam para firma-se em suportes.

Gema apical – estrutura terminal que se localiza no ápice caulinar.

Formato isodiamétrico – que apresenta diferentes formatos.

Meristema –tecido vegetal responsável pelo crescimento da planta e pela formação de outros tipos de tecidos.

Mesófilo – tecido composto, na sua grande maioria, por parênquima, rico em cloroplastos.

Plântula – planta recém-nascida.

Proteína periférica – aquelas situadas na superfície interna ou externa da membrana, não estão mergulhadas na bicamada.

Receptor – aquele que recebe algo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. (Eds.). **Anatomia vegetal**. 3a ed. Viçosa: Editora UFV, 2012.

CASTRO, P. R. C., KLUGE, R. A., PERES, L. E. P. **Manual de Fisiologia Vegetal: teoria e prática**. 1. ed. São Paulo; Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005.

CUTTER, E.G. **Anatomia vegetal**. 2. Ed. São Paulo: Roca, 1986.

DAMIÃO-FILHO, C.F. **Morfologia vegetal**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 243p. 1993.

ESAU, C. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: Edgard Blucher, 1974.

EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

FURLAN, C. M.; SANTOS D. Y. A. C.; CHOW F. **A botânica do cotidiano**. v. 5. São Paulo: Instituto de biociências da USP, 2008.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 3. ed. Minas Gerais: UFV, 2009.

PIMENTEL, R.G., BRAZ, D.M., FILHO, P.G., GEVU, K.V., SILVA, I.A.A. **Morfologia de angiospermas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2017.

SALISBURY, F.B. ROSS, C.W. **Fisiologia das plantas**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

SAMPAIO, E.S. **Fisiologia vegetal: teoria e experimentos**. 2. Ed. Ponta Grossa: UEPG, 2010.

SOUZA, V.C., FLORES, T.B., LORENZI, H. **Introdução à Botânica: Morfologia**. São Paulo: Instituto Plantarum de estudos da Flora, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

VANNUCCI, A.R.; REZENDE, M.H. **Anatomia vegetal: noções básicas**. Goiânia: edição do autor, 2003.

ANEXO

(NORMAS PARA SUBMISSÃO)

ANEXO 1

CIÊNCIA & EDUCAÇÃO

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

ISSN-L 1516-7313 *versão*
impressa
ISSN 1980-850X *versão online*

- Escopo e política
- Forma e preparação de manuscritos
- Envio de manuscritos

Escopo e política

Ciência & Educação tem como missão publicar artigos científicos sobre resultados de pesquisas empíricas ou teóricas e ensaios originais sobre temas relacionados à Educação Científica. Entenda-se por pesquisa em Educação Científica as investigações que geram conhecimentos, por exemplo, sobre o ensino e a aprendizagem de Ciências, Física, Química, Biologia, Geociências, Educação Ambiental, Matemática e áreas afins. A revista tem, ainda, como responsabilidade disseminar a pesquisadores, professores e alunos dos diversos níveis de ensino, bem como aos interessados em geral, a produção nacional e internacional nesta área de pesquisa. Criada e editada desde 1995, sob a responsabilidade de Conselho Editorial pertencente ao Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência da UNESP, **Ciência & Educação** passou a ser importante veículo nacional na área de Educação em Ciências e Matemática. A participação, em seus Conselhos Consultivos e de Avaliadores, de importantes pesquisadores de várias instituições nacionais e internacionais proporcionou ao periódico atingir a classificação Qualis A1 na área de Ensino no sistema Qualis de avaliação da Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES).

O periódico não cobra taxas para submissão ou avaliação de manuscritos e adota o modelo de acesso aberto e gratuito ao seu conteúdo.

Forma e preparação de manuscritos

Ciência & Educação publica artigos científicos e de revisões de literatura resultantes de pesquisas empíricas ou teóricas originais sobre temas relacionados à Educação Científica (Ciências, Física, Química, Biologia, Geociências, Educação Ambiental, Matemática e áreas afins) incluindo críticas, defesas e comentários sobre artigos publicados na própria revista.

Apresentação dos trabalhos

Ciência & Educação aceita colaborações em português, espanhol e inglês. Os originais devem ser enviados com texto digitado em Word for Windows ou software compatível, fonte Times New Roman, corpo 12, espaço simples, com até 15 laudas. O tamanho do papel é A4 e as margens devem ser configuradas: 3 cm para as margens esquerda e superior, e 2 cm para as margens inferior e direita.

ARTIGO ORIGINAL

Todos os originais submetidos à publicação devem conter resumo em língua vernácula e em inglês (abstract), bem como até cinco palavras-chave alusivas à temática do trabalho, em português ou espanhol e inglês.

Os padrões de referências e de citações seguem as normas mais atualizadas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR6023 e NBR10520, respectivamente.

Na *folha de rosto* devem constar o título do trabalho (em português ou espanhol e inglês) e afiliação completa de todos os autores na seguinte ordem: **última formação** (graduado em..., graduando em..., especialista em..., mestre em..., doutor em..., mestrando em..., doutorando em...), **função** (docente, pesquisador, coordenador, diretor...), **departamento** ou **unidade** (por extenso), **universidade** (sigla). **Cidade, estado, e-mail** e endereço do primeiro autor, para correspondência.

Na *primeira página* do texto devem constar o título completo do artigo em português ou espanhol e inglês, resumo em português ou espanhol e abstract, com até 150 palavras. Também devem ser atribuídas até cinco palavras-chave em português e em inglês (key words), separadas por ponto final. Esses descritores (palavras-chave/key words) devem refletir da melhor maneira possível o conteúdo abordado no artigo, de forma a facilitar a pesquisa temática dos usuários.

TABELAS

Tabelas devem ser representadas segundo as normas de apresentação tabular do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1993). A identificação da tabela deve figurar na parte superior da mesma, em algarismo arábico, precedido da palavra tabela, seguida pelo título, item obrigatório, todos em fonte menor do que a do texto. Toda tabela deve citar a fonte, inscrita a partir da primeira linha de seu rodapé, para identificar o(s) responsável(is) pelos dados numéricos. A identificação deste(s) deve ser precedida da palavra Fonte ou Fontes.

Toda tabela deve ter cabeçalho para indicar o conteúdo das colunas. A moldura de uma tabela não deve ter traços verticais que a delimitem à esquerda e à direita. Recomenda-se que uma tabela seja apresentada em uma única página e que tenha uniformidade gráfica nos corpos e tipos de letras e números, no uso de maiúsculas e minúsculas e no uso de sinais gráficos.

ILUSTRAÇÕES

Ilustrações de quaisquer tipos (desenhos, fotos, esquemas, fluxogramas, gráficos, mapas, organogramas, plantas, quadros etc.) devem ter extensão .jpeg, com resolução mínima de 400 dpi. Quando se tratar de gráficos e imagens coloridas, os autores devem enviar gráficos e imagens em versão colorida e em versão preto e branco ou tons de cinza. A versão on-line disponibilizará a versão colorida.

A ilustração deve ser inserida o mais próxima possível do texto a que se refere. A identificação deve figurar na parte superior da ilustração, em algarismo arábico, seguido do título. Na parte inferior da ilustração, deve ser citada a fonte, item obrigatório, que identifica o(s) responsável(is) pela mesma. A identificação deve ser precedida da palavra Fonte ou Fontes. Esses dados devem ser digitados em fonte menor do que a do texto.

NOTAS DE RODAPÉ

Numeradas em algarismos arábicos, devem ser sucintas e usadas somente quando estritamente necessário. Além disso, devem estar em fonte menor e alinhadas à esquerda, no final da página.

TRANSCRIÇÕES

Devem ser colocadas entre aspas e em itálico (por exemplo: transcrição de entrevista, de discurso etc.).

CITAÇÕES

As chamadas de citações por sobrenome de autor e data devem ser em letras maiúsculas e minúsculas e, quando entre parêntesis, devem ser em letras maiúsculas. Devem ser citados até três autores, com sobrenomes separados por ponto e vírgula. Para mais de três autores, usar o sobrenome do primeiro e a palavra et al.

1. Citações diretas ou literais no texto: devem subordinar-se à forma: (sobrenome de autor, data, página). Com até três linhas, as citações devem ficar entre aspas e **sem itálico**. Com mais de três linhas, as citações devem seguir o seguinte padrão: recuo de 4 cm na margem, fonte menor, **sem aspas e sem itálico**.

2. Citações indiretas: quando o autor for citado no texto, colocar sobrenome do autor e ano (entre parêntesis).

Exemplos:

- Seu caráter interdisciplinar compreende "[...] uma área de estudos onde a preocupação maior é tratar a ciência e a tecnologia, tendo em vista suas relações, conseqüências e respostas sociais" (BAZZO; COLOMBO, 2001, p. 93).
- Na mesma perspectiva, Peixoto e Marcondes (2003) discutem visões equivocadas da ciência presentes nas interpretações de alunos inscritos em um programa especial de formação de professores de química para o Ensino Médio.

3. Citações de diversos documentos de um mesmo autor publicados no mesmo ano são distinguidas pelo acréscimo de letras minúsculas, em ordem alfabética, após a data e sem espacejamento.

- Reside (1927a)
- Reside (1927b)

4. Todos os autores citados devem constar das referências listadas no final do texto, em ordem alfabética, segundo as normas.

REFERÊNCIAS

Livro

SILVA, F. **Como estabelecer os parâmetros da globalização**. 2. ed. São Paulo: Macuco, 1999.

MINAYO, M. C. S. **O desafio de conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 7. ed. São Paulo; Rio de Janeiro: Hucitec-Abrasco, 2000.

Capítulo de livro

Regra 1: Autor do livro igual ao autor do capítulo

- SANTOS, J. R. dos. Avaliação econômica de empresas. In: _____. **Técnicas de análise financeira**. 6. ed. São Paulo: Macuco, 2001. p. 58-88. (*páginas inicial e final do capítulo são obrigatórias*)

Regra 2: Autor do livro diferente do autor do capítulo

- ROSA, C. Solução para a desigualdade. In: SILVA, F. (Org.). **Como estabelecer os parâmetros da globalização**. 2. ed. São Paulo: Macuco, 1999. p. 2-15. (*páginas inicial e final do capítulo são obrigatórias*)

Regra 3: Quando o autor for uma entidade:

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: meio ambiente e saúde. 3. ed. Brasília: SEF, 2001. v. 9.

Regra 4: Quando houver mais de um autor, separá-los com ponto-e-vírgula:

- MERGULHÃO, M. C.; VASAKI, B. N. G. Educando para a conservação da natureza: sugestão de atividades em educação ambiental. São Paulo: EDUC, 1998.

Nota: quando existirem mais de três autores, indica-se apenas o primeiro, acrescentando-se a expressão et al. (sem itálico). Exemplo:

- SANZ, M. A. et al. **Ciencia, tecnología y sociedad**. Madrid: Noesis, 1996.

Regra 5: Séries e coleções

MIGLIORI, R. **Paradigmas e educação**. São Paulo: Aquariana, 1993. 20 p. (Visão do futuro, v. 1).

Regra 6: Livro em meio eletrônico

- ALVES, C. **Navio negreiro**. [S.l.]: Virtual Books, 2000. Disponível em: <http://.....>. Acesso em: 04 mar. 2004 (*dia, mês abreviado, ano*).

Periódico

A regra para autores segue a mesma orientação de livros.

Regra 1: Artigos de revistas

- VILLANI, A.; SANTANA, D. A. Analisando as interações dos participantes numa disciplina de física. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 2, p. 197-217, 2004.

Em meio eletrônico:

- RODRIGUES, R. M. G. Tarefa de casa: um dos determinantes do rendimento escolar. **Educação e Filosofia**, v. 12, n. 24, p. 227-254, jul./dez. 1998. Disponível em: <http://.....>. Acesso em: 04 mar. 2004 (*dia, mês abreviado, ano*)

Teses e Dissertações

BOZELLI, F. C. **Analogias e metáforas no ensino de física**: o discurso do professor e o discurso do aluno. 2005. 234f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência)-Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

Nota: quando o trabalho for consultado on-line, mencionar o endereço eletrônico: Disponível em: <http://.....>. Acesso em: 04 mar. 2004 (*dia, mês abreviado e ano*)

Trabalho apresentado em evento

(Atas, anais, proceedings, resumos, entre outras denominações)

ZYLBERSZTAJN, A. Resolução de problemas: uma perspectiva Kuhniana. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6., 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF, 1998. 1 CD-ROM.

Nota: Quando o trabalho for consultado em material impresso, colocar páginas inicial e final do mesmo. Se o evento estiver publicado em meio eletrônico, especificar a descrição física do documento (CD-ROM, disquete etc). Para consultas on-line mencionar o endereço eletrônico e a data de acesso. Disponível em: <http://.....>. Acesso em: 04 mar. 2004 (*dia, mês abreviado e ano*)

ORDENAÇÃO DAS REFERÊNCIAS

Todos os documentos citados no texto devem constar na lista de referências, que, por sua vez, deve estar ordenada de acordo com o sistema alfabético e alinhada à esquerda da página.

Referências de mesmos autores podem ser substituídas por um traço sublinear (equivalente a seis espaços) e ponto, desde que apareçam na **mesma página**.

Exemplos:

- RUBBA, P. A.; HARKNESS, W. L. Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about science technology-society interactions. **Science Education**, v. 77, n. 4, p. 407-431, 1993.
- _____.; SCHONEWEG, C.; HARKNESS, W. L. A new scoring procedure for the views on science-technology-society instrument. **International Journal of Science Education**, London, v. 18, n. 4, p. 387-400, 1996.

Obras com mesmo autor e título, mas de edições diferentes:


- FREIRE, G. Sobrados e mucambos: decadência do patriarcado rural no Brasil. São Paulo: Ed. Nacional, 1936. 405 p.
- _____. _____. 2. ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1938. 410 p.

Nota: cabe ao(s) autor(es) verificar se os endereços eletrônicos (URL) citados no texto e/ou nas referências estão ativos.

Envio de manuscritos

Use o site <https://mc04.manuscriptcentral.com/ciedu-scielo> para a submissão de artigos ao periódico *Ciência & Educação*. Crie login e senha através da opção Usuário > Cadastro New user. Os dados de acesso são necessários para introduzir artigos para avaliação, bem como para acompanhar o status de itens já submetidos. Os artigos devem seguir os requisitos recomendados na seção **Instruções aos Autores**.

[\[Home\]](#) [\[Sobre esta revista\]](#) [\[Corpo editorial\]](#) [\[Assinaturas\]](#)

 Todo o conteúdo do periódico, exceto onde está identificado, está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](#)

Revista Ciência & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência
Av. Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01
Campus Universitário - Vargem Limpa CEP 17033-360 Bauru São Paulo SP Brasil
Caixa Postal 473
Tel./Fax: +55 14 3103-6177



revista@fc.unesp.br