

ORGANIZADORES

Nathália Helena Azevedo | Adriana Maria Zanforlin Martini

Alexandre Adalardo de Oliveira | Daniela Lopes Scarpa

ECOLOGIA NA RESTINGA

UMA SEQUÊNCIA

DIDÁTICA ARGUMENTATIVA



A planície costeira ocorre ao longo de praticamente toda a costa brasileira e apresenta grande importância ambiental, por representar a interface entre os compartimentos terrestre, marinho e atmosférico. Além disso, é uma região de extrema importância social, por apresentar uma alta densidade populacional humana e um longo tempo de ocupação. A vegetação de Restinga, estabelecida sobre as planícies costeiras, apresenta peculiaridades relacionadas às condições ambientais à que está sujeita e por isso representa uma ótima oportunidade de estudar a relação entre as plantas e o ambiente físico. Apesar disso, o ambiente de Restinga está pouco presente nas aulas de ciências da Educação Básica. Este livro apresenta uma série de atividades com o objetivo de tratar conceitos de ecologia relacionados ao ambiente da Restinga. As atividades propostas envolvem observações e experimentos sobre fenômenos naturais, comparações, análises de evidências, uso de evidências para a elaboração de explicações, entre outras habilidades. Por compartilhar a convicção de que a compreensão do processo de construção do conhecimento científico é fundamental na formação da cidadania, as atividades propostas tomam o estudante como protagonista do aprendizado e o professor como mediador e orientador do ensino na perspectiva da Alfabetização Científica.

ISBN 978-85-916948-0-8



9 788591 694808



ECOLOGIA NA RESTINGA

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
ARGUMENTATIVA

Parceria



Organizadores



Apoio





Floresta Alta de Restinga
Parque Estadual da Ilha do Cardoso
Nathália Helena Azevedo





ECOLOGIA NA RESTINGA

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
ARGUMENTATIVA

ORGANIZADORES

Nathália Helena Azevedo

Adriana Maria Zanforlin Martini

Alexandre Adalardo de Oliveira

Daniela Lopes Scarpa

1ª edição – 2014

São Paulo

Edição dos autores



Floresta de Restinga
Parque Estadual da Ilha do Cardoso
Nathália Helena Azevedo



Vegetação arbustiva de Restinga
Praia do Marujá, Ilha do Cardoso
Camila de Toledo Castanho

ORGANIZADORES

Nathália Helena Azevedo
Adriana Maria Zanforlin Martini
Alexandre Adalardo de Oliveira
Daniela Lopes Scarpa

CAPA, PROJETO GRÁFICO E PRODUÇÃO EDITORIAL

Monique Sena

FOTOS

Capa: Praia do Marujá, Ilha do Cardoso - Camila de Toledo Castanho
Alexandre Adalardo de Oliveira
Adriana Maria Zanforlin Martini
Camila de Toledo Castanho
Daniela Zanelato
Nathália Helena Azevedo
Paulo Inácio Prado
Renato Augusto Ferreira de Lima

PARCERIA

Petrobras

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SERVIÇO DE BIBLIOTECA
DO INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS / USP

E19 ECOLOGIA NA RESTINGA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
ARGUMENTATIVA / ORGANIZADO POR NATHÁLIA HELENA
AZEVEDO ... [ET AL.]. – SÃO PAULO: PETROBRAS: USP, IB,
LABTROP/BIOIN, 2014. 140P. : IL.

ISBN: 978-85-916948-0-8

1. ECOLOGIA 2. RESTINGA 3. ENSINO DE BIOLOGIA 4. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA
I. AZEVEDO, NATHÁLIA HELENA, ORG. II. MARTINI, ADRIANA MARIA ZANFORLIN,
ORG. III. OLIVEIRA, ALEXANDRE ADALARDO DE , ORG. IV. SCARPA, DANIELA
LOPES , ORG. V. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS.

LC: QH541.5.S24

Disponível no endereço eletrônico: <http://restinga.ib.usp.br/apostila>

Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução parcial desta obra, desde que citada a fonte.

São Paulo, janeiro de 2014

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a elaboração desse material. Em especial, agradecemos:

Ao Marcelo Tadeu Motokane e à Mayumi Yamada Tokairin por, juntamente com o LabTrop, idealizarem e organizarem o curso de treinamento em pesquisa para professores que inspirou a construção desse material. Também agradecemos pelas sugestões pontuais a algumas atividades da sequência didática.

Ao Glauco Machado, por aceitar o desafio de coordenar o curso de treinamento em pesquisa para professores.

Aos professores da rede de Ensino de Registro que participaram desse curso.

A todos que trabalham no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, pelo apoio na realização desse curso.

À Ana Amelia de Oliveira Lavenère-Wanderley, pelas orientações, correções e sugestões que foram essenciais para a elaboração da primeira atividade (“De onde vem a areia da praia?”) da sequência didática.

À Ivy Chiarelli, pelo apoio logístico fundamental em todas as etapas de elaboração desse material.

À Camila de Toledo Castanho, ao Renato Augusto Ferreira de Lima e ao Paulo Inácio Prado, por gentilmente cederem imagens utilizadas nesse material.

À Petrobras, pela parceria e apoio financeiro para a realização do Projeto Conserva Restinga, que deu origem ao material aqui apresentado.

À FUSP (Fundação de Apoio a Pesquisa na USP), pela gestão de recursos do projeto Conserva Restinga.

SUMÁRIO

Apresentação 12

PARTE I – A Restinga na sala de aula: fundamentação teórica

Capítulo 1. Alfabetização Científica e Argumentação 17

Capítulo 2. Restinga e Ecologia 23

Capítulo 3. Objetivos e estrutura da sequência didática 43

PARTE II – A Restinga na sala de aula: uma sequência didática argumentativa de ecologia

Atividade 1. De onde vem a areia da praia?

Usar evidências para construir explicações 53

Atividade 2. Como ocorre o transporte de água no corpo das plantas? Construir explicações a partir de observações 65

Atividade 3. Características das plantas em solos com pouca água: Aplicar o conhecimento em um novo contexto 75

Atividade 4. O que as plantas precisam para crescer?

Construir explicações a partir de experimentos 89

Atividade 5. Como a matéria orgânica se transforma?

Escolher hipóteses concorrentes 103

Atividade 6. O que são os nódulos das leguminosas?

Relacionar informações 117

Pranchas dos Experimentos e Atividades práticas 133



APRESENTAÇÃO

Prezado Professor,

Com o objetivo de oferecer a você possibilidades de criar um ambiente estimulante e enriquecedor para os seus alunos e contribuir na construção da Alfabetização Científica, apresentamos com prazer o livro “Ecologia na Restinga: uma sequência didática argumentativa”. Aqui, você encontrará sugestões de atividades sobre vários conteúdos de ecologia de Restinga por meio de uma abordagem investigativa e argumentativa, de forma que um ecossistema brasileiro tão importante seja mais conhecido e valorizado.

Este material foi produzido como parte do projeto Recuperação e Conservação dos Ecossistemas de Restingas do Litoral Sul de São Paulo, conduzido pelo Laboratório de Ecologia de Florestas Tropicais do Instituto de Biociências da USP (LabTrop), apoiado e financiado pela Petrobras. Coordenado pelo Prof. Alexandre Adalardo de Oliveira e pela Profa. Adriana Maria Zanforlin Martini, as pesquisas realizadas no LabTrop focam no entendimento dos mecanismos de geração e manutenção da diversidade de florestas tropicais, principalmente no estudo de espécies arbóreas. Os resultados dessas pesquisas forneceram subsídios para a elaboração das atividades sugeridas neste livro.

Em parceria com o Laboratório de Pesquisa em Ensino de Biologia por Investigação do Instituto de Biociências da USP (BioIn), coordenado pela Profa. Daniela Lopes Scarpa, os conceitos de ecologia ganharam uma nova roupagem, sendo tratados de forma mais contextualizada, investigativa e argumentativa. Com isso, esperamos que os alunos se sintam protagonistas do seu processo de aprendizagem e o professor exerça seu importante papel como mediador na formação de indivíduos que pensam criticamente e sabem usar evidências e dados para se posicionarem frente aos desafios da atualidade.

O livro está dividido em duas partes. A primeira parte é introdutória, contendo 3 capítulos. O capítulo 1 discorre sobre a Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação, fruto de pesquisas do BioIn, o capítulo 2 descreve os aspectos ecológicos da Restinga, pelo viés dos estudos realizados no LabTrop. No capítulo 3, são apresentados os objetivos, conteúdos e estrutura da sequência didática. A segunda parte consta de seis atividades voltadas para os anos finais do Ensino Fundamental, com o objetivo de ensinar conceitos de ecologia relacionados ao ambiente da Restinga por meio de uma abordagem argumentativa.

Este livro também está disponível no endereço eletrônico <http://restinga.ib.usp.br/apostila>. A nossa intenção é que os professores que estiverem interessados em testar as atividades aqui propostas em suas salas de aula de ciências contribuam com o aprimoramento desse material. Para isso, é muito importante que você mantenha contato conosco pelo email restinganaescola@gmail.com e nos envie suas dúvidas, conte suas experiências e sugira alterações. O conhecimento e a ciência são construídos por meio da interação e de processos colaborativos!

Bom trabalho!

Os autores



Floresta de Restinga
Parque Estadual da Ilha do Cardoso
Nathália Helena Azevedo



PARTE I

**A RESTINGA NA SALA DE AULA
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**



CAPÍTULO 1

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E ARGUMENTAÇÃO

Daniela Lopes Scarpa

Atitudes de conservação do ambiente natural têm sido estimuladas e incentivadas por diversas instâncias de nossa sociedade como parte da formação de indivíduos críticos do papel da humanidade no universo. As disciplinas de ciências e biologia da Educação Básica são exemplos dessas instâncias que assumem a responsabilidade de engajar crianças e adolescentes no conhecimento sobre o mundo natural a partir da perspectiva científica. Dessa forma, nós, professores de ciências e de biologia, temos o compromisso de pensar nos objetivos de nossas disciplinas e em como podemos contribuir com a formação crítica de nossos alunos.

Poderíamos responder à pergunta: “Por que ensinar ciências na escola?” de várias maneiras. O fato é que ensinar os conteúdos científicos de maneira descontextualizada, memorística, como uma lista de definições sem sentido, não tem contribuído para que os estudantes aprendam sobre o que é a ciência e como ela funciona, nem para se interessarem sobre os assuntos relacionados à ciência e que interferem na sua vida ou no seu cotidiano e sobre os quais deveriam ter embasamento para se posicionar.

Para além da beleza intrínseca dessa forma de entender o mundo natural, as explicações fornecidas pelas ciências da natureza para os fenômenos colaboram profundamente, em conjunto com outras formas de conhecimento, para a elaboração de soluções para os desafios que a humanidade enfrenta atualmente, como os relacionados à conservação do ambiente, à saúde e à energia. O ensino de ciências na escola, portanto, deve acompanhar essa tendência e fornecer aos estudantes oportunidades para compreender o papel da ciência na sociedade, seus modos de funcionamento, suas contribuições, suas limitações e auxiliá-los nas suas escolhas e posicionamentos.

Para construir atitudes relacionadas com a conservação do ambiente natural, por exemplo, o aluno precisa conhecer esse ambiente, entrar em contato com os conceitos científicos de uma maneira contextualizada, compreendendo a forma pela qual esses conceitos foram criados historicamente e raciocinando criticamente diante de diferentes dados e evidências. Um ambiente de aprendizagem elaborado com esses objetivos estão inseridos na perspectiva da Alfabetização Científica, em que ensinar ciências vai além dos conceitos, ampliando a visão sobre a natureza do conhecimento científico e incorporando as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Investigar situações problemáticas seria a abordagem privilegiada para engajar os indivíduos na Alfabetização Científica, uma vez que a investigação é o que caracteriza a atividade científica. Situações problemáticas não são somente aquelas que necessitam de um laboratório para responder à questão. Um problema de sala de aula envolve situações conflituosas, em que as soluções não são evidentes. Planejar estratégias, tomar decisões, analisar resultados obtidos, elaborar explicações sobre os fenômenos naturais e comunicar ações realizadas são habilidades colocadas em prática nesse tipo de ensino.

Na busca pela solução de um problema, o aluno é convidado a reconhecer as variáveis que interferem no fenômeno estudado e aquelas que devem ser desconsideradas. No processo de estabelecer relações entre as variáveis, novos conhecimentos são construídos. Cada uma dessas ações é parte do processo investigativo, permitindo aos estudantes resolverem o problema e compreenderem as causas do que foi realizado, bem como preverem o que pode surgir em decorrência. E como um problema pode gerar outro, a curiosidade sobre os fenômenos naturais e a consciência de que é um grande e prazeroso desafio explicá-los são alimentadas.

18

A discussão com os colegas em grupos de trabalho e com o professor evidencia as diferentes visões sobre a questão, uma vez que a resolução a que se pretende chegar está verdadeiramente em construção. A interação social é fundamental no processo de aprendizagem, já que é por meio da mediação do outro que a significação é produzida. Estratégias didáticas que promovem a cooperação, a negociação e a argumentação contribuem, então, para a Alfabetização Científica.

Principalmente a partir da segunda metade do século XX, é consenso entre a comunidade acadêmica de que o ensino de ciências por investigação é uma ferramenta poderosa para desenvolver o raciocínio científico, para possibilitar a compreensão do status epistêmico das afirmações científicas e para promover a comunicação de ideias, na medida em que atividades baseadas nessa perspectiva oferecem oportunidades aos estudantes de estabelecerem, justificarem e avaliarem relações entre evidências e explicações. Em outras palavras, permitem o exercício e a construção da argumentação científica.

Nesse sentido, a argumentação é aqui entendida como avaliação de conhecimento à luz das evidências disponíveis. Ser capaz de estabelecer essa relação contribui para a compreensão das práticas da ciência e

para a construção da Alfabetização Científica. Ambientes de aprendizagem desenhados para promoverem a argumentação permitiriam que o estudante assumisse o papel de produtor de conhecimento científico, enquanto o professor teria a função central de conduzir esse progressivo aumento de responsabilidade.

O professor estimula o exercício de práticas argumentativas quando pede a seus alunos que justifiquem uma afirmação, que elaborem uma explicação para o resultado de um experimento ou que sustentem uma afirmação em evidências. No entanto, quando o professor apresenta a definição de um conceito de forma descontextualizada e, em seguida, solicita que eles apliquem esse conceito em outras situações também descontextualizadas, o ensino de ciências e de biologia se distancia da maneira como o conhecimento é produzido nas ciências naturais. Infelizmente, essa última forma de ensinar é a mais comum tanto nos materiais didáticos disponíveis ao professor quanto na realidade das salas de aulas brasileiras.

Pode-se usar como exemplo os conceitos de interações entre populações de uma espécie, que estão presentes tanto no Ensino Fundamental, na disciplina ciências, quanto no Ensino Médio, na disciplina biologia. Em geral, é apresentada aos alunos uma lista das interações, suas definições e classificação. Assim, são definidas interações harmônicas ou positivas e interações desarmônicas ou negativas que podem ocorrer entre indivíduos da mesma população e entre indivíduos de populações diferentes. Por exemplo, a competição é considerada um tipo de interação desarmônica que pode ser intraespecífica ou interespecífica. Mutualismo é considerada uma relação harmônica que ocorre entre indivíduos de espécies diferentes. Em seguida, são apresentados aos alunos exemplos das interações e propostos exercícios de verificação da memorização desses conceitos. Em alguns casos, as interações são utilizadas para discutir os fatores que regulam o tamanho de populações. A relação entre presa e predador é apontada como importante para a manutenção do equilíbrio das populações por meio da análise de gráficos. É comum os alunos apresentarem muita dificuldade na leitura e interpretação de gráficos, que são construções científicas e que ajudam a visualizar determinados fenômenos.

As pesquisas em ensino de ciências têm defendido que a escolha por essa estratégia didática, descontextualizada e que toma o estudante como um receptor passivo de conteúdo não é eficiente do ponto de vista dos objeti-

vos de promover tanto a construção do conhecimento científico, quanto a compreensão da natureza da ciência. O processo de conhecer se torna algo chato e burocrático, em que aquela curiosidade natural de criança sobre o mundo vai desaparecendo aos poucos ao longo da escolarização.

O mesmo conteúdo, ou pelo menos parte dele, pode ser abordado, por exemplo, por meio do *Jogo Presa e Predador*¹. No jogo, um grupo de alunos assume o papel de plantas, outro grupo, o de preás e outro, o de jaguatiricas. Como num jogo de pega-pega, em que cada personagem tem um comportamento diferente (análogo ao comportamento na natureza), é construída uma tabela com o número de plantas, preás e jaguatiricas em dez rodadas. A partir da análise da tabela, é possível tecer várias considerações sobre o tamanho das três populações ao longo do tempo e estabelecer analogias e referências com o que acontece com essas três populações no seu ambiente natural. O professor pode optar por construir gráficos com os dados da tabela. Pesquisas têm demonstrado que a construção de gráficos, a partir de dados coletados pelos próprios alunos, contribuem na aprendizagem de seu significado para a explicação do fenômeno.

20

Outras abordagens e estratégias poderiam ser exploradas para tratar desse conteúdo. A História da Ciência pode trazer elementos para a discussão sobre os fatores que possibilitam a sobrevivência em ambientes inóspitos a determinados tipos de organismos. É o que está proposto, por exemplo, na Atividade 6 da parte II deste livro. O conceito de mutualismo é construído e utilizado pelos alunos para resolverem o problema de como plantas leguminosas sobrevivem em solos pobres no nutriente nitrogênio. A lógica do processo de ensino e aprendizagem é invertida: no lugar de o professor fornecer uma definição do conceito e o estudante ter que memorizá-lo para aplicá-lo em situações descontextualizadas, o professor cria um ambiente de aprendizagem em que o estudante mobiliza um grupo de conhecimentos para construir explicações sobre fenômenos. Esse processo envolve o desenvolvimento de habilidades cognitivas e implica no compromisso, responsabilidade e criatividade no lidar com fatos, evidências, hipóteses, justificativas sobre o mundo natural.

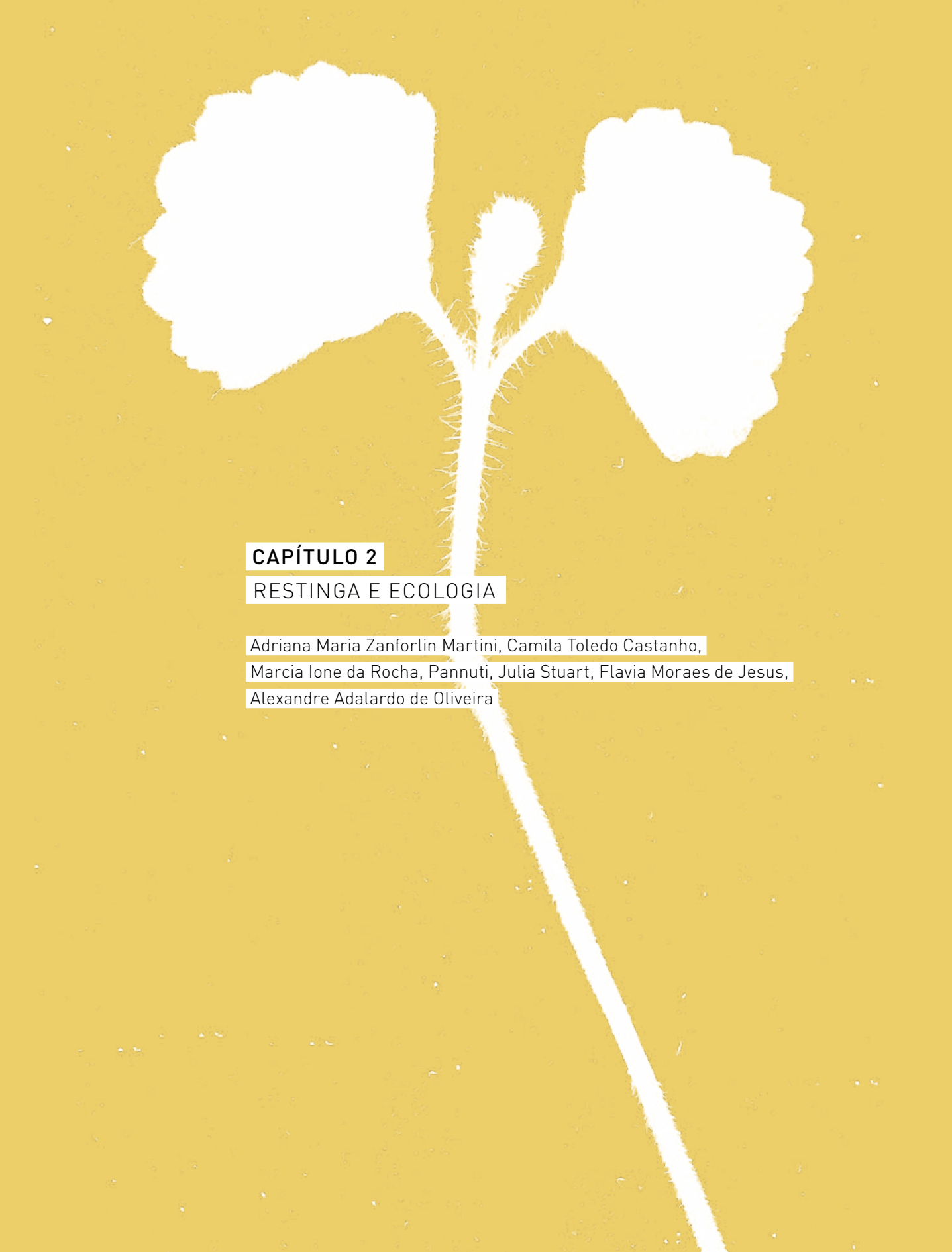
1. Originalmente proposto em CENP. Subsídios para Implementação de Biologia para o 2º Grau. Brasil, CECISP/CENP, 1980, v.1, pp.45-47, adaptado pelo Centro de Divulgação Científica e Cultural da USP em http://www.cdcc.sc.usp.br/experimentoteca/fundamental_serres-vivos.html. Acessado em 20/01/2014.

O objetivo da sequência didática proposta neste livro é fornecer subsídios para que o professor crie um ambiente de aprendizagem em que o estudante, na interação com os colegas, com o professor e com o material didático, produza conhecimento sobre a ecologia de Restinga por meio da elaboração de explicações, da análise e avaliação de evidências.

Nessa perspectiva, o uso da argumentação em aulas de ciências possibilita a construção de uma visão da ciência como realizada por uma comunidade que constrói explicações, modelos e teorias coletivamente e que essas explicações estão em constante processo de avaliação. Os alunos devem conhecer essa faceta do conhecimento científico, identificando-o como o resultado de interações entre ideias diferentes, como réplica a outros enunciados e também sujeito a novas réplicas. A apropriação de uma argumentação cada vez mais complexa é importante, não só como uma habilidade linguística, mas também como instrumento ampliador de uma visão de ciência diferente daquela veiculada frequentemente pela escola como um processo estático, com teorias acabadas e inquestionáveis.

Considerando a importância ambiental e social da Restinga, dado que é um ecossistema que ocupa praticamente toda a costa brasileira e apresenta características fisionômicas e ecológicas específicas, acreditamos que é necessário incorporar de maneira mais contextualizada os aspectos relativos a esse ecossistema no ensino de ciências na educação básica. No entanto, para que o ensino de ciências contribua com a Alfabetização Científica dos estudantes, não basta abordar os conceitos ecológicos utilizados para explicar a complexidade da Restinga, mas oferecer oportunidades para que a natureza e o funcionamento da ciência sejam compreendidos. Desenhar ambientes de aprendizagem que promovam a prática da argumentação em salas de aulas de ciências naturais pode contribuir com a melhoria da educação básica ao oferecer oportunidades aos estudantes de sustentarem afirmações baseando-se em evidências, contribuindo para que se aproximem das práticas epistêmicas da ciência.

Para que o professor exerça com tranquilidade e segurança o seu papel de mediador no processo de construção da alfabetização científica de seus alunos no que se refere à ecologia de Restinga, o próximo capítulo oferece uma descrição sucinta das características dos fatores abióticos e da vegetação desse ambiente.



CAPÍTULO 2

RESTINGA E ECOLOGIA

Adriana Maria Zanforlin Martini, Camila Toledo Castanho,

Marcia Ione da Rocha, Pannuti, Julia Stuart, Flavia Moraes de Jesus,

Alexandre Adalardo de Oliveira

A RESTINGA

Em ciência, é muito comum que uma mesma palavra tenha significados diferentes a depender da área do conhecimento em que é utilizada. Algumas vezes os significados são tão diferentes que é fácil distingui-los pelo contexto em que a palavra está inserida. Infelizmente, esse não é o caso da palavra “Restinga”, pois duas áreas de conhecimento (Geologia e Ecologia) a utilizam com significados sutilmente diferentes.

Na área de Geologia e Geomorfologia, a definição mais aceita para o termo Restinga se refere estritamente às faixas arenosas recentes e instáveis na região litorânea, praticamente sem vegetação recobrendo a areia ou apenas com vegetação rasteira (Figura 2.1). Uma explicação detalhada pode ser encontrada no livro de Souza et al. (2008)².

Entretanto, na área de Ecologia Vegetal, ao estudarmos a vegetação costeira, o termo Restinga é utilizado para definir as diferentes formas de vegetação estabelecidas sobre solos arenosos que ocorrem na região da



© Camilla de Toledo Castanho

Figura 2.1. Restinga no sentido geológico. Praia do Marujá, Ilha do Cardoso, SP.

2. Souza et al. (2008). Restinga. Conceitos e Emprego do Termo no Brasil e Implicações na Legislação Ambiental. Instituto Geológico. Secretaria do Meio Ambiente do governo de São Paulo.

planície costeira. Esses solos arenosos têm origem predominantemente por deposição marinha nas fases de recuo do nível do mar em diferentes períodos geológicos e não apenas deposições recentes. Nesse contexto, o termo “Restinga” tem um sentido mais amplo que o utilizado na área de Geologia e é utilizado como sinônimo de “Vegetação da planície costeira estabelecida sobre solo arenoso”. Essa será a definição adotada ao longo de todo este livro.

Na planície costeira, a vegetação estabelecida não é homogênea. Podemos destacar três fatores principais para a definição das condições ambientais e, conseqüentemente do tipo de vegetação que se estabelece nessa região. Talvez o fator mais importante seja a distância do mar. Mais próxima ao mar a vegetação está sujeita a condições de alta salinidade, ventos fortes e um substrato muito inconstante, além de temperaturas mais altas. Nos locais mais distantes, as condições são diferentes, tanto em função do tempo que o solo está exposto às condições ambientais quanto em função do adensamento de plantas que propiciam um aumento da quantidade de matéria orgânica e modificam as condições microclimáticas, amenizando as temperaturas extremas.

24

Um segundo fator que determina condições ambientais distintas é a topografia do terreno. Associado aos processos de deposição e remoção de material nessas regiões, há a formação de faixas de elevações do terreno (2-5 m), chamadas de “cordões” e faixas de depressões, chamadas de “entre-cordões” nas quais a condição do solo é muito diferente. Nos cordões a condição é de um solo mais seco, que se alaga apenas em eventos mais drásticos de chuva e marés. Por outro lado, os entre-cordões alagam com facilidade, criando ambientes muito distintos. Além disso, nos entre-cordões há um acúmulo mais rápido de material orgânico no solo, pela simples posição mais baixa do terreno, muitas vezes formando solos escuros e orgânicos nas camadas mais superficiais.

Um terceiro fator na definição do tipo de vegetação é a própria vegetação que ao se estabelecer no solo de areia vai mudando as condições ambientais e permitindo que outras plantas se estabeleçam. Por exemplo, uma árvore que se estabelece na praia vai facilitar a germinação de novas sementes de árvores abaixo de sua copa, por amenizar as altas temperatura com a sombra da sua copa. A presença de mais plantas acarreta um aumento de matéria orgânica e conseqüentemente mudanças nas condições do solo.

Em função das condições ambientais estabelecidas, diferentes tipos de vegetação podem ser reconhecidas e são denominados “fisionomias de Restinga”. Com o objetivo de padronizar a nomenclatura e identificar as características principais das diferentes fisionomias encontradas na Restinga, existem resoluções que definem essas fisionomias. Com base nas resoluções 07/1996 e 417/2009 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), são apresentadas abaixo algumas dessas definições:

VEGETAÇÃO HERBÁCEA E SUBARBUSTIVA DE RESTINGA (OU VEGETAÇÃO DE PRAIAS E DUNAS): “*vegetação composta por espécies predominantemente herbáceas ou subarbustivas, atingindo até cerca de 1 (um) metro de altura, ocorrendo em praias, dunas frontais e internas (móveis, semifixas e fixas), lagunas e suas margens, planícies e terraços arenosos, banhados e depressões, caracterizada como vegetação dinâmica*” (Figura 2.2).



Figura 2.2. Vegetação herbácea e subarbustiva de Restinga. Ilha do Cardoso, SP.

VEGETAÇÃO ARBUSTIVA DE RESTINGA (OU ESCRUBE): “vegetação constituída predominantemente por plantas arbustivas apresentando até 5 (cinco) metros de altura, com possibilidade de ocorrência de estratificação, epífitas, trepadeiras e acúmulo de serapilheira”. Nesse tipo de vegetação os arbustos podem formar moitas separadas por áreas com solo arenoso exposto (Figura 2.3 A) ou formar um adensamento contínuo (Figura 2.3 B). É comum a presença de gramíneas e de bromélias e orquídeas terrestres (Figura 2.3 C). Nas depressões (entre-cordões) permanentemente alagadas, ocorre uma vegetação similar à de brejos (Figura 2.3 D).



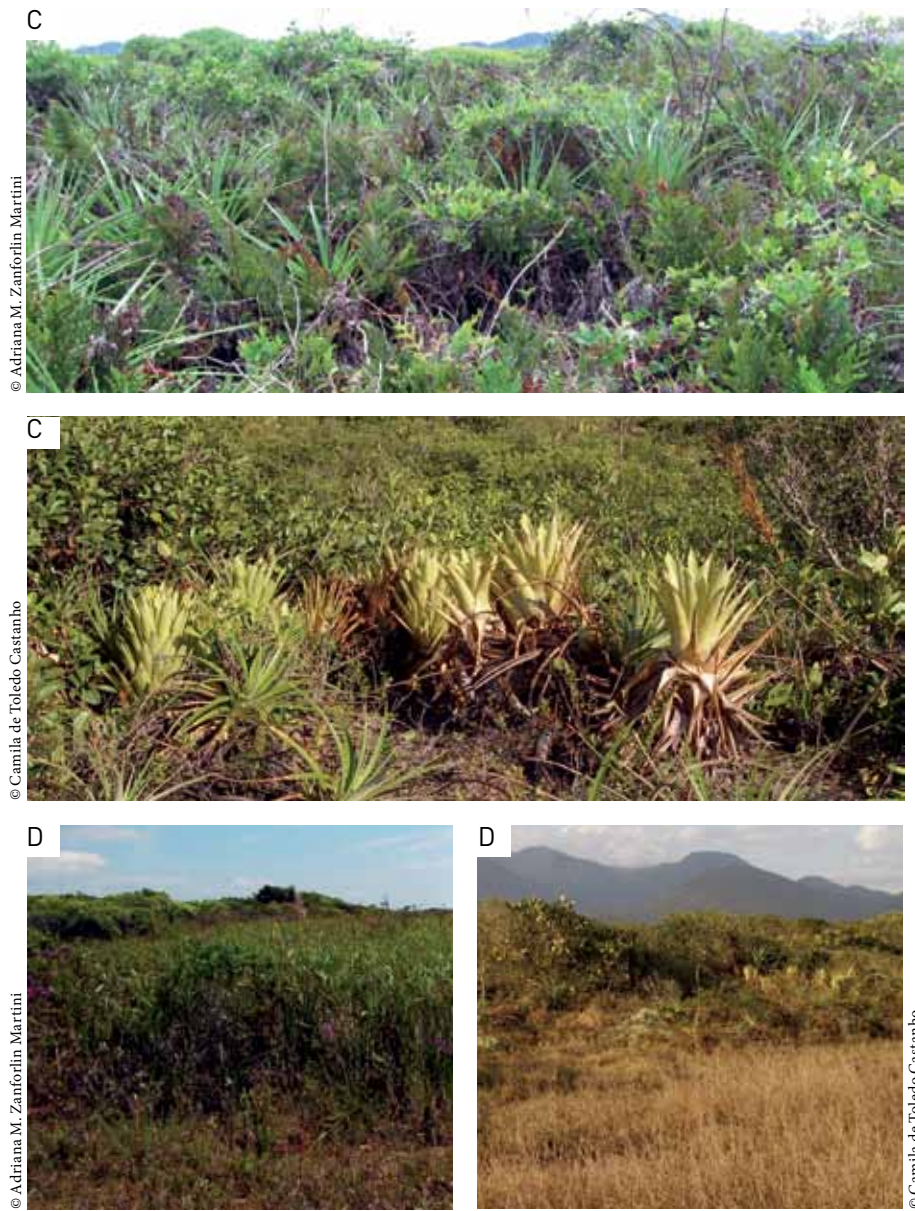


Figura 2.3. Características da vegetação arbustiva de Restinga no litoral de São Paulo. (A) Moitas intercaladas com solo exposto, (B) adensamento contínuo, (C) presença de gramíneas e de bromélias terrestres, (D) vegetação similar à de brejos nas depressões (entre-cordões) permanentemente alagadas.

VEGETAÇÃO ARBÓREA DE RESTINGA: “*vegetação densa com fisionomia arbórea, estratos arbustivos e herbáceos geralmente desenvolvidos e acúmulo de serapilheira, comportando também epífitos e trepadeiras*”. Dentre as fisionomias arbóreas, podemos distinguir dois tipos principais de florestas:

FLORESTA BAIXA DE RESTINGA: “*fisionomia arbórea com dossel aberto, estrato inferior aberto e árvores emergentes; estratos predominantes arbustivo e arbóreo; árvores em geral de 3 a 10 metros de altura, sendo que as emergentes chegam a 15 metros, com grande número de plantas com caules ramificados desde a base. Pequena amplitude diamétrica (5 a 10 cm), dificilmente ultrapassando 15 centímetros*” (Figura 2.4). Nessas definições, o termo “dossel” se refere à copa das árvores e o termo “estrato” se refere às camadas de vegetação, definidas pela altura das plantas.

28



© Nathália Helena Azevedo



© Adriana M. Zanforlin Martini

Figura 2.4. Floresta Baixa de Restinga da Ilha do Cardoso, no litoral de São Paulo.

FLORESTA ALTA DE RESTINGA: “*fisionomia arbórea com dossel fechado; estrato predominante arbóreo; altura variando entre 10 e 15 metros, sendo que as emergentes podem atingir 20 metros; Amplitude diamétrica mediana variando de 12 a 25 centímetros, com algumas plantas podendo ultrapassar 40 centímetros*” (Figura 2.5).

Essa fisionomia localiza-se nas áreas mais distantes do mar sobre solos com maior quantidade de matéria orgânica e mais ricos em nutrientes.



Figura 2.5. Floresta Alta de Restinga da Ilha do Cardoso, no litoral de São Paulo.

Mesmo nessas áreas mais distantes, o relevo ainda pode se apresentar estruturado em cordões e entre-cordões. Nas áreas de entre-cordões, que são mais baixas, ocorre a Floresta Alta Alagada de Restinga, Floresta Paludosa ou Floresta Inundável (Figura 2.6), em que algumas espécies mais adaptadas às condições de alagamento, como a Caixeta (*Tabebuia cassinoides*) e o Guanandi (*Calophyllum brasiliense*) ocorrem em maior frequência.

30



Figura 2.6. Floresta Alta Alagada de Restinga. (A) Visão geral da floresta e (B) detalhe do solo alagado.



© Nathália Helena Azevedo

Um ponto que merece ser destacado é o fato de que as diferentes fisionomias de vegetação nem sempre ocorrem de maneira tão regular em faixas localizadas a diferentes distâncias do mar, formando um gradiente, como descrito acima. Muitas vezes o que se observa é uma configuração mais parecida com um mosaico (como uma “colcha de retalhos”) do que com um gradiente linear. A presença de lagoas, a desembocadura de rios e córregos intermitentes e a dinâmica costeira, que promove modificações nas configurações das praias ao longo do tempo, contribuem para essa configuração em mosaico. Outros tipos de vegetação ocorrem na planície costeira, mas possuem denominação específica (não sendo, portanto, chamados de “Restinga”), como os Manguezais, Brejos, Florestas de Terras Baixas (em solos argilosos) e Vegetação Rupícola (sobre rochas expostas) (Figura 2.7).

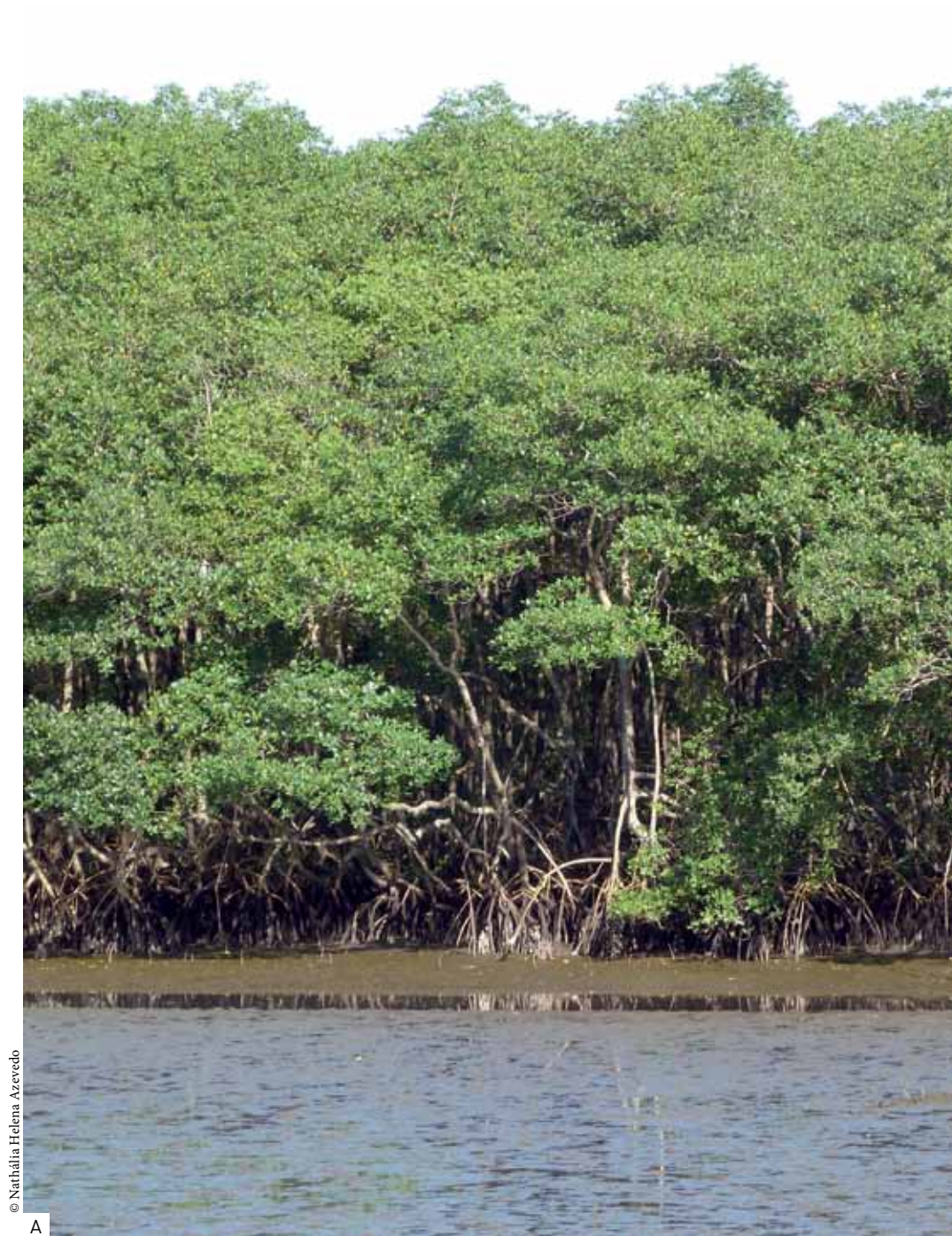
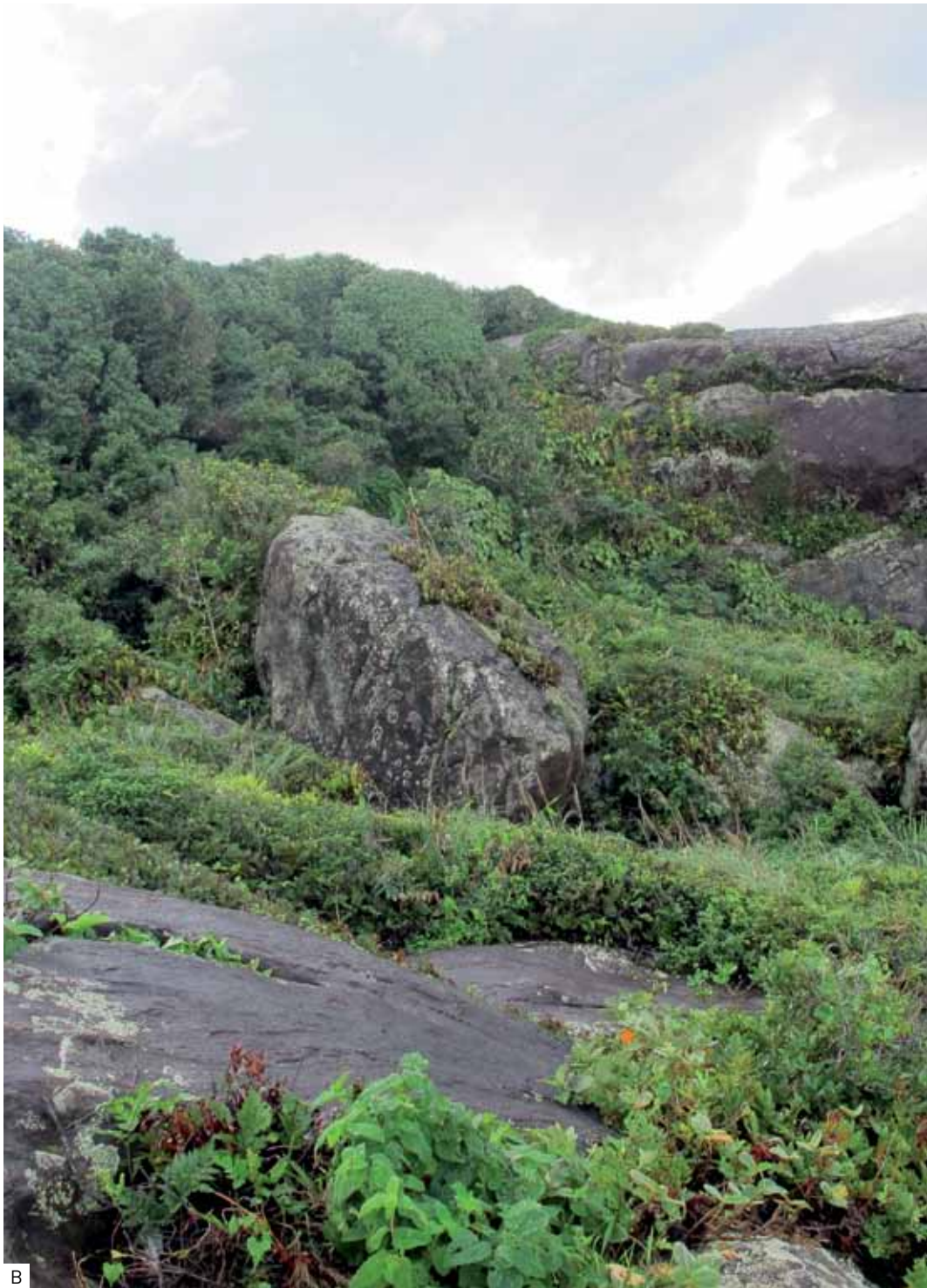


Figura 2.7. Exemplos de outros tipos de vegetação que ocorrem na planície costeira. (A) Manguezal e (B) Vegetação Rupícola.



POR QUE USAR O AMBIENTE DE RESTINGA PARA ESTUDAR ECOLOGIA?

Em primeiro lugar vamos apresentar duas definições formais para a ciência Ecologia. A primeira definição é a mais tradicionalmente utilizada em livros didáticos e estabelece que: “Ecologia é a ciência que estuda a interação dos organismos entre si e com o ambiente em que vivem”. Uma outra definição mais abrangente estabelece que “Ecologia é o estudo da distribuição e abundância dos organismos e as interações que determinam sua distribuição e abundância”. O termo “abundância”, em geral, se refere ao número de indivíduos, mas também pode ser representado pela biomassa dos organismos.

A grande variação nas condições ambientais encontradas ao longo da planície costeira e as diferentes fisionomias da vegetação propiciam estudos sobre: i) a distribuição dos organismos nesses diferentes ambientes; ii) como variam suas abundâncias, ou seja, o número de indivíduos ou a biomassa; iii) as adaptações dos organismos às condições do ambiente, e iv) as interações entre os organismos nessas condições. Todos esses temas são objetos de estudo da Ecologia. Como neste livro o foco será principalmente a vegetação da Restinga, apresentaremos abaixo alguns aspectos importantes das relações entre as plantas e as condições físicas do ambiente nesse ecossistema.

34

RELAÇÕES DAS PLANTAS COM O AMBIENTE

Apesar de luz ser essencial para o desenvolvimento das plantas, a luz em excesso pode danificar o sistema fotossintético e impedir que a planta consiga crescer e se reproduzir. Nas regiões mais próximas da linha do mar, além da radiação direta incidente vinda do sol, grande parte do solo arenoso está exposto e os grãos de areia refletem grande quantidade de radiação. Esse excesso de radiação é acompanhado de um aumento na temperatura nesses locais. Nos horários mais quentes do dia, a temperatura na superfície do solo arenoso exposto pode chegar a mais de 60 °C. Somente plantas com determinadas características

morfológicas ou fisiológicas conseguirão sobreviver nessas condições de excesso de radiação e temperaturas elevadas. Em função disso é muito comum encontrarmos plantas cujas folhas têm pelos esbranquiçados que servem como isolantes térmicos, ou uma camada protetora formada por cutícula espessa ou ceras que evitam a perda de água em condições de altas temperaturas (Figura 2.8).

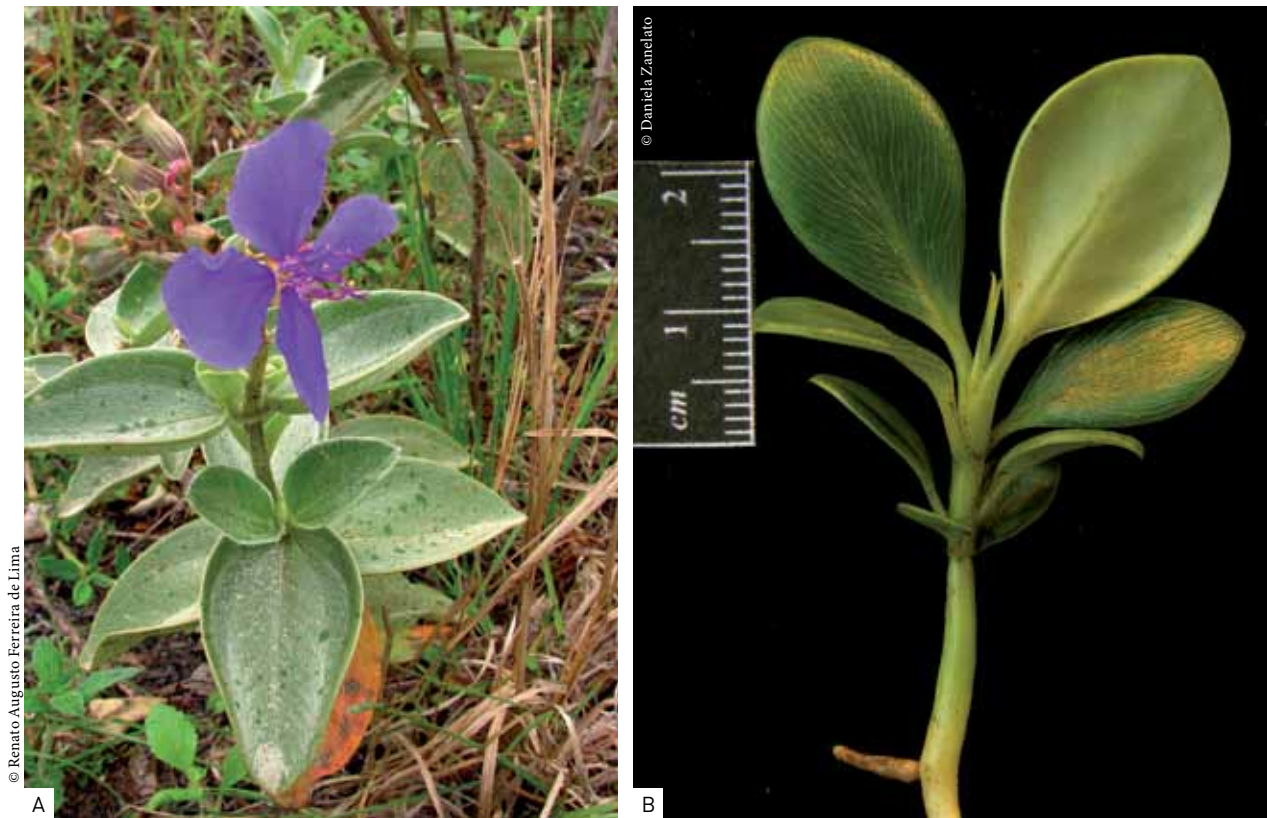


Figura 2.8. Exemplos de espécies de Restinga com adaptações que evitam a perda de água em condições de altas temperaturas (A) *Tibouchina clavata* que possui pêlos foliares e (B) *Clusia criuva*, com suas folhas que possuem uma camada protetora de cera.

O solo muito arenoso também representa dificuldades para o estabelecimento de plantas em função da incapacidade de retenção de água. Isso ocorre tanto em função dos materiais que constituem os grãos de areia (predominantemente quartzo, no caso das planícies costeiras brasileiras), que têm baixa capacidade de atrair moléculas de água, mas também pelo fato dos grãos de areia serem relativamente grandes e deixarem grandes espaços entre eles, por onde a água passa mais livremente. Dessa forma, nesses solos muito arenosos a água drena muito rapidamente e as plantas só conseguem aproveitar a água da chuva por um tempo muito curto depois do final da chuva. Muitas plantas nesse tipo de ambiente apresentam uma maior concentração de raízes na porção superficial do solo e assim conseguem captar mais rapidamente a água da chuva. Em solos mais argilosos e com maior quantidade de matéria orgânica, a água fica retida no solo por vários dias após o final da chuva e as raízes das plantas conseguem acessar essa água por um período maior de tempo e em diferentes profundidades.

36

Por outro lado, é importante lembrar que em função da proximidade com o mar, o lençol freático muitas vezes está bastante próximo da superfície (cerca de 1 metro de profundidade) e as plantas que apresentam raízes bastante longas conseguem acessar essa água, representando uma estratégia alternativa. Além disso, em locais onde ocorrem depressões no terreno, essa água aflora permanentemente e espécies de plantas que toleram esse tipo de ambiente alagado conseguem sobreviver e se reproduzir e se tornam mais abundantes.

Da mesma forma que as características do solo muito arenoso afetam a retenção de água, elas também afetam a retenção e conseqüentemente a disponibilidade de nutrientes essenciais para as plantas. As plantas estabelecidas em solos muito arenosos contam com nutrientes presentes na atmosfera e transportados pela chuva e com a ciclagem dos materiais que se depositam a partir de partes mortas da própria vegetação que caem no solo e são lentamente decompostas. Quando as plantas têm raízes longas e conseguem atingir o lençol freático, podem contar também com os nutrientes vindos na água. Dessa forma, em função da escassez de nutrientes, as plantas de ambientes com solos muito arenosos apresentam crescimento lento.

Uma outra característica importante e que define a distribuição das espécies de plantas ao longo dos ambientes da planície costeira é a depo-

sição de sal vinda tanto pela água do lençol freático como pelo *spray* marinho, que contém gotículas de água com sal e se espalha sobre as folhas das plantas localizadas próximas do mar. Existem estudos indicando a presença de sal marinho mesmo a grandes distâncias do mar, mas certamente o efeito é maior próximo à linha de praia. O sal que chega pelo *spray* marinho também se deposita no solo e a água da chuva, ao infiltrar na areia, se torna mais salina. Ao contrário dos animais que precisam de sal para várias funções no metabolismo, as plantas não necessitam de sal e, pelo contrário, são prejudicadas quando em contato com excesso de sal. Somente plantas com características morfológicas ou fisiológicas que permitam que elas tolerem, eliminem ou isolem o sal presente no ambiente poderão ocorrer nas áreas mais próximas do mar. Algumas espécies de plantas possuem pelos ou glândulas especializadas em eliminar o excesso de sal que entra na planta pelas raízes. Outras espécies podem acumular o sal na forma de cristais inertes, isolando-o de modo que não prejudique o metabolismo da planta.

Nas regiões mais distantes da linha do mar, em que o material do solo já foi bastante intemperizado, há uma retenção maior da água e dos nutrientes no solo. Em conjunto com a menor salinidade e um tempo maior de existência, essas condições de solo possibilitam a colonização por um número maior de espécies de plantas que, por sua vez, promovem uma maior cobertura do solo. A presença de uma vegetação mais abundante ameniza a temperatura no nível do solo e promove a deposição de maior quantidade de material vegetal, tornando o processo de ciclagem de nutrientes mais intenso e disponibilizando matéria orgânica no solo. Nesses locais é possível notar um processo cíclico, profundamente dependente da presença das plantas que melhoram as condições ambientais locais e promovem o estabelecimento de novas plantas.

Diante do exposto até aqui, podemos observar que a planície costeira nos oferece um intrigante laboratório de campo no qual podemos estudar as interações entre as plantas e as diferentes condições abióticas existentes ao longo do gradiente (ou do mosaico) ambiental. Entretanto, um outro aspecto interessante que pode ser analisado nesse laboratório de campo são as interações entre plantas e com outros organismos.

INTERAÇÕES ENTRE PLANTAS E COM OUTROS ORGANISMOS

Uma vez que uma determinada espécie de planta conseguiu se dispersar e chegar em um dado local, a sua manutenção nesse local depende de sua capacidade de sobreviver e se reproduzir diante das condições do ambiente. Mas o que determina se uma planta vai viver e produzir sementes? As condições abióticas do ambiente são fundamentais, porém, as relações das plantas com outros organismos também são essenciais para sua existência, sendo comum observarmos na natureza diferentes tipos de interações entre plantas e das plantas com animais.

Como as plantas são organismos sésseis (não se movem) e, portanto, não podem buscar ativamente outros ambientes para explorar recursos, não é difícil imaginar que quanto maior o número de plantas em uma área, maior a chance delas interagirem. Uma determinada área é capaz de abrigar uma quantidade limitada de plantas, seja pela quantidade de recursos naturais disponível nessa área ou pelo próprio espaço disponível. Quando os recursos dos quais as plantas necessitam estão disponíveis em quantidades limitadas pode ocorrer uma forte competição entre as plantas.

A competição é uma interação negativa entre plantas, na qual a presença de uma planta afeta negativamente o desempenho (o crescimento e/ou a produção de sementes) de outra planta. Ela pode ocorrer entre plantas da mesma espécie (competição intraespecífica) ou entre plantas de diferentes espécies (competição interespecífica) e é considerada uma interação negativa porque as plantas envolvidas nessa interação serão afetadas em alguma fase do seu desenvolvimento.

Mas, se todas as plantas competirem pelos poucos recursos existentes, todas elas serão igualmente prejudicadas? Não necessariamente, pois algumas poderão ser mais prejudicadas do que outras. Cada espécie de planta necessita de quantidades diferentes de recursos e isso pode favorecer a permanência delas no ambiente ou não. Algumas conseguem ter um bom desempenho utilizando uma pequena quantidade de recurso, enquanto outras só conseguem sobreviver usando grandes quantidades desse mesmo recurso. Sendo assim, se as plantas não conseguirem obter o mínimo necessário para sua sobrevivência podem ter seu desenvolvimento bastante afetado ou até mesmo morrer.

Entretanto, a competição não é a única forma de interação entre plantas e em algumas situações, talvez nem seja a mais importante. Nas últimas décadas, ecólogos vêm estudando a importância das interações positivas entre as plantas. Em várias situações a presença de um vizinho pode melhorar o desempenho das plantas, aumentando seu crescimento, sobrevivência ou reprodução e essa interação é denominada facilitação. As plantas podem, por exemplo, proteger umas às outras dos impactos de herbívoros ou de condições climáticas severas. Além disso, algumas plantas podem ainda adicionar recursos no sistema. Vale lembrar que a planta facilitadora não tem intenção de ajudar outra planta e que tais benefícios simplesmente decorrem dos efeitos que a planta facilitadora tem sobre o ambiente ao seu redor.

Considerando as condições da Restinga, imagine uma planta crescendo em uma área aberta sob as condições severas impostas pelo sol forte sobre a areia. Agora, imagine outra planta crescendo sob a sombra de uma outra planta que ameniza os efeitos negativos do excesso de radiação e altas temperaturas. Esse tipo de facilitação é comum em diversos locais com condições severas e essas plantas facilitadoras são chamadas de “plantas-berçário”, porque possibilitam a existência de outras plantas que não seriam capazes de suportar as condições do ambiente na ausência dessa facilitadora. Acredita-se que em ambientes com condições severas a facilitação entre plantas seja mais importante que a competição, enquanto em condições menos extremas as relações de competição seriam mais importantes. Isso não quer dizer, entretanto, que não exista facilitação em ambientes menos severos, mas simplesmente que outros efeitos das plantas, por exemplo o uso e esgotamento de recursos, interferem mais fortemente, determinando as espécies que farão parte da comunidade.

As plantas, além de interagirem com outras plantas, também mantêm relações complexas de existência com outros organismos. A diversidade de interações existentes é imensa, mas ainda conhecemos muito pouco sobre elas. De um modo bastante simplista poderíamos fazer uma distinção entre interações que são prejudiciais para as plantas, que são benéficas para as plantas e as que são benéficas para os dois tipos de organismos (mutualismos). Dentre as prejudiciais para as plantas, as mais conhecidas são a herbivoria, a predação de sementes e o ataque de patógenos. Dentre as interações vantajosas, as mais conhecidas são a

polinização e a dispersão de sementes, em que as plantas interagem com várias espécies de animais.

As interações das plantas com microrganismos existentes no solo, apesar de serem reconhecidamente importantes para a sobrevivência de plantas em condições limitantes, não têm sido estudadas de forma aprofundada. Algumas dessas relações são bastante complexas e envolvem modificações estruturais nos organismos, como a presença de nódulos nas raízes das plantas da família das leguminosas, dentro dos quais algumas bactérias transformam o nitrogênio, tornando-o mais disponível. Essa interação é extremamente importante para algumas leguminosas que vivem nos ambientes mais severos da Restinga em que os nutrientes, principalmente o nitrogênio, são extremamente escassos. Além disso, as espécies que possuem capacidade de se associar com microrganismos do solo e, portanto, obter maior quantidade de nitrogênio podem beneficiar outras espécies por aumentarem a quantidade de nitrogênio disponível ao redor. Nesse caso temos uma associação benéfica entre a planta e os microrganismos (mutualismo) e também entre a planta e as outras plantas do entorno (facilitação).

40

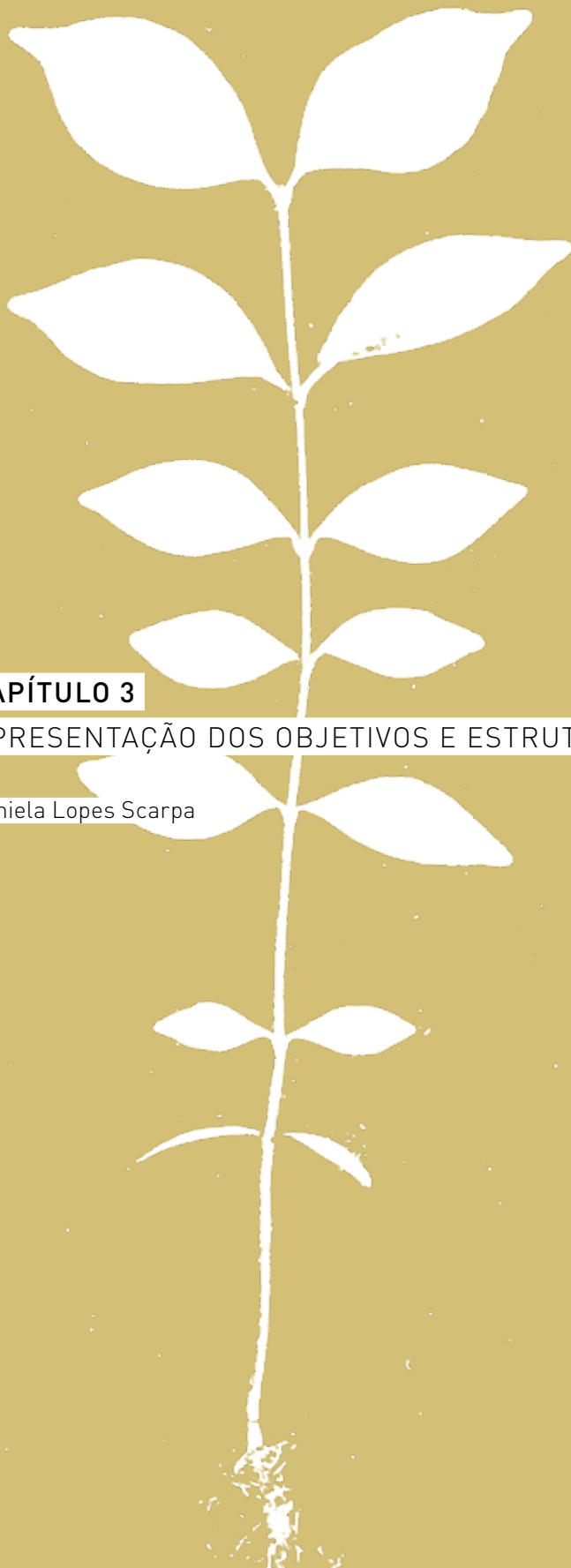
E qual é a importância de estudarmos as interações às quais as plantas estão sujeitas? Quando somos capazes de compreender como a sobrevivência e a capacidade de deixar descendentes de uma planta dependem de suas relações com outros organismos, também podemos entender como e porque algumas espécies de plantas existem em alguns lugares e não em outros. Em conjunto com as relações entre as plantas e o ambiente, o estudo das interações nos permite avançar no conhecimento dos mecanismos envolvidos com a ocorrência das espécies e, conseqüentemente, entender como esses mecanismos interferem na manutenção da grande biodiversidade atualmente conhecida.

POR QUE ESTUDAR A RESTINGA É IMPORTANTE?

Em função de sua beleza cênica, relevo plano e disponibilidade de recursos pesqueiros, a planície costeira possui um longo histórico de ocupação humana que vem sendo intensificado nos últimos séculos. Curiosamente, essas mesmas características que fazem da planície costeira um lugar atrativo - como sua beleza natural e a abundância de recursos - estão sendo destruídas pelas constantes perturbações devido principalmente ao estabelecimento de edificações, associado a uma forte especulação imobiliária, além da instalação de complexos industriais, retirada de areia, entre outros tipos de degradação.

Apesar das iniciativas de proteção que transformaram alguns trechos de Restinga em unidades de conservação, como parques, estações ecológicas e áreas de proteção ambiental, a área protegida ainda é pequena e faltam muitas informações sobre importantes aspectos ecológicos dessa região. O conhecimento sobre as relações dos organismos com o ambiente e as interações entre as espécies, permite uma contribuição mais qualificada para a definição de novas áreas de conservação e de melhores estratégias de conservação e também para acelerar a recuperação de áreas que foram intensamente degradadas.

Dessa forma, esperamos que ao aproximarmos alunos e professores desse ecossistema, aprofundando seus conhecimentos e instigando-os a refletir sobre as peculiaridades e sobre a importância desse tipo de ambiente, possamos também estimular um maior envolvimento com a conservação e recuperação dos ambientes de Restinga.



CAPÍTULO 3

APRESENTAÇÃO DOS OBJETIVOS E ESTRUTURA

Daniela Lopes Scarpa

3.1. OBJETIVOS E ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Essa sequência didática foi desenhada com dois objetivos bem claros e que se conectam: oferecer ao professor oportunidades de trabalhar conceitos de ecologia de maneira autêntica e significativa e propiciar um ambiente de aprendizagem em que o estudante seja o protagonista do processo de aprendizagem, exercitando a argumentação científica, especialmente a habilidade de relacionar evidências com explicações.

No currículo brasileiro, temas relacionados à ecologia são abordados geralmente no 7º ano do Ensino Fundamental ou no 3º ano do Ensino Médio. Apesar de a ecologia ter um potencial integrador, ao fazer parte do seu objeto de estudos as interações entre organismos e entre organismos e ambiente, os conteúdos dessa área de conhecimento são trabalhados na escola de maneira isolada, fragmentada e descontextualizada. A nossa proposta é que conceitos em ecologia sejam abordados a partir de um ecossistema específico – a Restinga – por meio de uma abordagem que favoreça a Alfabetização Científica.

Inicialmente, a sequência didática proposta a seguir foi elaborada tendo como público-alvo alunos do 7º ano do Ensino Fundamental. No entanto, o professor pode adaptar as atividades para o seu contexto de sala de aula e realizá-las de acordo com os seus objetivos de ensino e aprendizagem. Assim, é possível aplicar somente uma das atividades propostas, conjuntos de algumas atividades ou a sequência completa.

As três primeiras atividades relacionam as estratégias dos vegetais com a disponibilidade de água no substrato da Restinga. As *Atividades 4 e 5* tratam da influência dos nutrientes do solo no desenvolvimento dos vegetais e de sua origem por meio do processo da decomposição. Na *Atividade 6*, a fixação do nitrogênio é enfatizada a partir da associação entre plantas leguminosas e bactérias. Cabe ressaltar que há outros temas importantes da ecologia de Restinga que não são tratados nesse material, como a predação de sementes, a facilitação e a competição. No entanto, não pretendemos esgotar aqui os conteúdos ecológicos.

Ainda não foram realizados testes de aplicação da sequência didática em sala de aula. Por esta razão, gostaríamos que os professores que se interessarem em aplicá-la, parcialmente ou integralmente,

entrem em contato conosco pelo email *restinganaescola@gmail.com*. A sua contribuição sobre o material, seus apontamentos sobre os limites e possibilidades para o ensino de ciências será muito importante para que possamos aprimorá-lo. O livro estará disponível no endereço eletrônico <http://restinga.ib.usp.br/apostila> e atualizações serão realizadas à medida em que as atividades forem sendo testadas.

3.2. OBJETIVOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Na tentativa de superar o ensino descontextualizado e pouco significativo de ecologia das escolas, a proposta que aqui se apresenta está baseada em pesquisas acadêmicas sobre um ecossistema brasileiro, de extrema importância ambiental, social e econômica, a Restinga. Nesse sentido, a produção desse material busca diminuir a lacuna entre a pesquisa científica e a sala de aula de ciências naturais, incorporando nas atividades propostas aspectos reais do processo de produção científica.

44

Assim, conceitos ecológicos que, em geral, são trabalhados de maneira isolada e expositiva, aqui são apresentados de maneira integrada e numa abordagem argumentativa. As atividades foram organizadas de forma que a utilização de certos conceitos se tornassem necessários para a construção de explicações sobre fenômenos. Por meio de análise de experimentos, fotos reais, textos com informações da história da ciência e situações problemas, os alunos são convidados a construir explicações utilizando evidências e conceitos científicos.

Por exemplo, na *Atividade 1*, as noções de origem e composição do solo são necessárias para explicar a origem e características da areia da Restinga, além de serem relacionadas, nas *Atividades 3 e 4*, com as adaptações dos vegetais que os permitem sobreviver em ambientes com privações de água e nutrientes. O conceito de decomposição, outro exemplo, é trabalhado tradicionalmente nessa faixa etária no contexto das cadeias e teias alimentares em um ecossistema. Aqui, nas *Atividades 4 e 5*, esse conceito é trazido para explicar a ciclagem de nutrientes no ambiente característico da Restinga, em que um dos fatores limitantes para o desenvolvimento dos vegetais é a disponibilidade de água e nutrientes. Na *Atividade 6*, esse conceito também é associado a outro conceito muito complexo, em geral trabalhado somente no Ensino Médio, de ciclo do nitrogênio. Apesar de não nomearmos as formas

químicas de nitrogênio presentes no solo, é possível discutir com os alunos a questão da disponibilidade desse nutriente para as plantas e suas adaptações para lidar com a escassez de nitrogênio na Restinga, como a simbiose entre leguminosas e bactérias.

Para que a aprendizagem seja autêntica para o aluno, a proposta de focar na relação entre conceitos ecológicos é feita por meio de uma abordagem em que o estudante é tido como sujeito de sua aprendizagem e o professor assume o importante papel de mediador na construção do conhecimento. Nesse sentido, as atividades são elaboradas de forma a solicitar que o aluno ou grupo de alunos identifique, elenque e escolha evidências para construir suas explicações sobre os fenômenos. Essa abordagem traz uma compreensão mais efetiva dos conceitos científicos, contribuindo para a elaboração do raciocínio e da Alfabetização Científica.

3.3. ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A estrutura e apresentação das atividades foram inspiradas no livro *Argumentation in the classroom* (PUIG; TORIJA; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2012), um dos produtos do projeto RODA³ (Razoamento, Discurso y Argumentación), da Universidade de Santiago de Compostela, na Espanha, em que há a intenção de relacionar a aprendizagem dos conceitos científicos com o desenvolvimento de habilidades de pensamento. É uma concepção inovadora de ensino para as salas de aulas de ciências brasileiras, dado que ecologia é, em geral, ministrada de maneira descontextualizada e baseada em definições.

No projeto RODA são desenvolvidas e testadas várias propostas didáticas com o foco de proporcionar ao professor recursos para que possa criar ambientes de aprendizagem que favoreçam o exercício da argumentação e do uso e avaliação de evidências científicas na perspectiva do ensino de ciências por investigação e da Alfabetização Científica. O livro acima citado apresenta duas sequências didáticas de biologia, uma sobre o modelo de expressão gênica e outra sobre o modelo de fluxo de energia nos ecossistemas. As autoras explicitam que é desejável que professores de outras disciplinas realizem adaptações ou utilizem esse trabalho como referência para elaborar sequências didáticas sobre outros

3. <http://www.rodascu.eu>. Acessado em 28/02/2013.

assuntos científicos com o objetivo de fomentar a argumentação em sala de aula.

Esta sequência é composta por seis atividades, em que o primeiro título representa o tema tratado e o segundo título representa a principal habilidade argumentativa envolvida. Na tabela abaixo, é apresentada uma síntese dos conceitos ecológicos e das habilidades envolvidas em cada atividade.

Tabela 1. Síntese das habilidades e conceitos ecológicos envolvidos em cada atividade.

Atividade	Conceitos ecológicos	Habilidades
1 De onde vem a areia da praia? Usar evidências para construir explicações.	- origem e formação dos solos; - intemperismo; - transporte de minerais.	(i) extrair dados com base na observação e descrição de figuras de ambientes de Restinga, (ii) relacionar informações, ao conectar os fatos observados na descrição das figuras com uma lista de fatores ambientais que podem modificar a paisagem apresentada nas imagens, (iii) interpretar uma tabela de dados categóricos para formular uma hipótese que explique a origem da areia.
2 Como ocorre o transporte de água no corpo das plantas? Construir explicações a partir de observações.	- condução de água pelos vegetais; - órgãos vegetais e seu papel no transporte de água; - estados físicos da água.	(i) seguir um protocolo para montagem das atividades práticas, (ii) observar e descrever as atividades práticas, (iii) construir explicações a partir das observações, (iv) produzir representações que sintetizam as atividades práticas, (v) relacionar as informações do que foi observado nas duas atividades práticas, (vi) propor uma explicação e um teste para um procedimento realizado.

3	<p>Características das plantas em solos com pouca água: Aplicar o conhecimento em um novo contexto.</p>	<p>- capacidade de retenção da água pelo solo; - adaptações das plantas a ambientes com pouca água.</p>	<p>(i) coletar dados com base nos resultados de um experimento, (ii) construir explicações a partir das observações, (iii) escolher evidências para sustentar uma afirmação, (iv) aplicar o conhecimento prévio a um novo contexto, (v) avaliar uma hipótese a partir de novos dados.</p>
4	<p>O que as plantas precisam para crescer? Construir explicações a partir de experimentos.</p>	<p>- características e nutrientes do solo; - nutrição vegetal (especialmente nutrição mineral); - desenvolvimento dos vegetais.</p>	<p>(i) coletar dados com base na observação e descrição de experimentos, (ii) realizar previsões, (iii) construir explicações a partir das observações, (iv) separar a importância de dois fatores atuando em conjunto.</p>
5	<p>Como a matéria orgânica se transforma? Escolher hipóteses concorrentes.</p>	<p>- decomposição; - atividade dos microrganismos; - ciclos vitais; - nutrientes do solo.</p>	<p>(i) coletar dados, com base na observação e descrição de um experimento, (ii) construir explicações a partir dos resultados observados, (iii) avaliar uma afirmação com base em novas informações, (iv) sintetizar, em forma de esquema, o conhecimento adquirido.</p>
6	<p>O que são os nódulos das leguminosas? Relacionar informações.</p>	<p>- nutrição vegetal (especialmente nutrição mineral); - ciclo do nitrogênio; - interações bióticas.</p>	<p>(i) interpretar textos, (ii) expor suas ideias durante discussões, (iii) extrair informações dos textos fornecidos, (iv) relacionar as informações para construir hipóteses, (v) avaliar evidências.</p>

Em cada capítulo, são detalhados os objetivos, os conceitos ecológicos e as habilidades de cada atividade. Além disso, são fornecidas ao professor orientações para a implementação das atividades em sala de aula e sugestões de atividades e materiais complementares.

Apesar da abordagem inovadora, as estratégias didáticas escolhidas para compor as atividades são bem conhecidas por grande parte dos professores, o que facilita a sua aplicação em sala de aula. As *Atividades 2, 3 e 4*, por exemplo, são compostas por adaptações de experimentos clássicos do ensino de ciências: transpiração das folhas e condução de água, permeabilidade de diferentes tipos de solo e desenvolvimento vegetal em diferentes tipos de solo. A novidade aqui é que os resultados e evidências produzidos nesses experimentos serão utilizados pelos alunos para compreenderem fenômenos que acontecem na Restinga, ou seja, por meio da manipulação e controle de variáveis em situações simplificadas, de laboratório (no caso, de sala de aula de ciências) são construídos modelos que representam e explicam o que acontece na natureza. Nesse sentido, ocorre uma aproximação do trabalho realizado pelos cientistas ecólogos e pelos alunos ao estudarem ciências na escola.

48

Na *Atividade 1*, para tratar da origem e formação dos solos da Restinga, os alunos devem analisar fotos e relacionar informações em uma tabela. Ao tratar essas informações como evidências, os alunos podem então construir explicações sobre a origem da areia da praia.

Na *Atividade 2*, as observações resultantes de duas atividades práticas⁴ (uma sobre transpiração das folhas e outra sobre condução da água no corpo do vegetal) são utilizadas para a construção de uma explicação sobre o transporte da água no organismo da planta. Levantamento e teste de hipóteses são habilidades desenvolvidas pelos alunos.

Na *Atividade 3*, os alunos utilizarão os conhecimentos elaborados na atividade anterior, juntamente com os resultados de outro experimento⁵, para explicar as características das plantas em solos com pouca água, como é o caso do solo de Restinga. As suas explicações serão avaliadas a partir de novos dados e informações. O conceito de permeabilidade do

4. Adaptadas de <http://www.cdcc.usp.br/exper/fundamental/roteiros/me51.pdf>. Acessado em 17/01/2014.

5. Adaptado de <http://www.cdcc.usp.br/exper/fundamental/roteiros/permsolo.pdf>. Acessado em 17/01/2014.

solo é associado com as estratégias adaptativas dos vegetais.

O objetivo da *Atividade 4* é destacar que a variação da quantidade de nutrientes na areia da praia ajuda a explicar as variações das fisionomias de vegetação encontradas na Restinga. Para isso, a lógica de um experimento científico é explorada a partir da análise das variáveis e dos fatores envolvidos.

Na *Atividade 5* é proposto um experimento sobre a transformação da matéria orgânica para propiciar a construção do modelo de decomposição pela ação de microrganismos.

A história da ciência é utilizada na *Atividade 6* para a elaboração da explicação sobre as relações entre os nódulos das leguminosas e a fixação do nitrogênio. Novamente, características do processo de produção da ciência são discutidas.

Por meio dessa breve apresentação das atividades que compõem a sequência didática, é possível perceber a intenção de centrar o estudante como protagonista de seu processo de aprendizagem, na medida em que é responsável pela construção de explicações sobre os fenômenos naturais, ao mesmo tempo em que, uma ampla visão da natureza da ciência é fomentada.

Ao apresentar aos alunos questões sobre as relações das plantas com o ambiente e das interações entre plantas e com outros organismos no ecossistema de Restinga, espera-se que o ambiente da Restinga esteja mais presente na sala de aula de ciências e na vida cotidiana dos alunos.



Reserva de Desenvolvimento
Sustentável da Barra do Una
Litoral de São Paulo
Nathália Helena Azevedo



PARTE II

A RESTINGA NA SALA DE AULA:
UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
ARGUMENTATIVA DE ECOLOGIA



ATIVIDADE 1

DE ONDE VEM A AREIA DA PRAIA?

Usar evidências para construir explicações

Nathália Helena Azevedo,

Adriana Maria Zanforlin Martini e Daniela Lopes Scarpa

1.1. USAR EVIDÊNCIAS PARA CONSTRUIR EXPLICAÇÕES

O objetivo principal dessa atividade é construir explicações a partir de dados e evidências. Para isso os alunos precisam (i) extrair dados com base na observação e descrição de figuras de ambientes de praia; (ii) relacionar informações ao conectar os fatos observados na descrição das figuras com uma lista de fatores ambientais que podem modificar a paisagem apresentada nas imagens e (iii) interpretar uma tabela de dados categóricos para formular uma hipótese que explique a origem da areia. As imagens fornecidas e os dados contidos na tabela serão então utilizados como evidência para responder à pergunta: de onde vem a areia da praia?

Essa primeira proposta de atividade foi estruturada de uma forma bastante simplificada para auxiliar na compreensão dos principais conceitos de origem e formação dos solos arenosos da planície costeira, principalmente das faixas mais próximas ao mar. Tal escolha deve-se ao fato de parte da vegetação de Restinga estar estabelecida sobre esse tipo de solo, e conseqüentemente as características da vegetação estarão vinculadas às características específicas de origem, transformação e composição do solo (informações adicionais sobre as Restingas podem ser encontradas no texto *Restinga e Ecologia* contido na parte I desse livro). Os principais conceitos a serem trabalhados nesse capítulo são intemperismo e transporte de minerais.

Nesse contexto, a atividade pode ser utilizada de forma independente das próximas ou ser a primeira de uma sequência didática, caso o professor opte por seguir as próximas sugestões presentes nesse material, podendo ser trabalhada nas disciplinas de Geografia e/ou Biologia. Como sugestão, as questões propostas podem ser respondidas em duplas e posteriormente discutidas com a turma sob mediação do professor. Ao final da seção, no item *material complementar*, como sugestão para o fechamento da aula, há um resumo visual sobre o ciclo das rochas que pode ser preenchido juntamente com os alunos.



1.2. DE ONDE VEM A AREIA DA PRAIA?




As regiões costeiras ligam o continente e o oceano e por esse motivo são regiões sujeitas a numerosas interações biológicas, químicas, físicas, geológicas e meteorológicas. As praias marinhas são provavelmente a região costeira mais familiar para a maior parte das pessoas e não é difícil notar que esse ambiente é dinâmico. Ao visitar uma mesma praia em horários diferentes é possível observar que a distância da areia até o mar pode apresentar variações, devido às marés, ou que o mar pode estar mais ou menos agitado. Considerando que esse ambiente constantemente sofre alterações, observe as figuras a seguir e responda às questões:



Figura 1.1. Vistas de praias do Litoral Sul de São Paulo. **A e B:** Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Barra do Una; **C e D:** Estação Ecológica Juréia-Itatins.

6. Observe as informações contidas na tabela abaixo:

Tabela 1. Características gerais da areia encontrada nas praias do Litoral de São Paulo.

	Formato dos grãos	Componente principal	Observação
	irregulares	quartzo	montanha próxima à praia rica em quartzo
	arredondados	quartzo	montanha distante da praia rica em quartzo
	arredondados com lâminas finas e brilhantes	quartzo e mica	montanha distante rica em quartzo e mica

57

Quais são as principais informações contidas na tabela?

7. Usando suas respostas às questões anteriores e as informações que você obteve, formule uma hipótese que explique a origem da areia da praia.



1.3. O QUE É ESPERADO COM A IMPLEMENTAÇÃO DA ATIVIDADE

Para responder à primeira questão, por conta do possível grau de familiaridade com esse ambiente, eventualmente o aluno pode relatar elementos que ele acha que estão presentes na figura e não apenas o que ele literalmente vê. Nesse ponto é interessante que o professor introduza a ideia de que fatos são diferentes de interpretações. Todos os alunos devem concordar que estão enxergando os itens nas figuras (semelhança entre as respostas) resultando em uma listagem de informações concretas sobre a observação. Alguns exemplos de itens que os alunos podem incluir são: água, areia, costão, mar (ou oceano), montanhas, neblina, nuvens, ondas, plantas (ou vegetação), rios, rochas (termo correto para “pedras”), luz solar, entre outros. É altamente recomendável que o professor use apenas o termo “rocha”, e não “pedra” ao longo de toda a atividade, por ser o termo correto, segundo a definição geológica.

58

A segunda questão requer que os alunos consigam interpretar aspectos da dinâmica desse ambiente. Nesse momento eles precisam “olhar além da figura”. Imaginar que estão na praia pode ajudar a criar a lista pedida no enunciado. Alguns dos possíveis itens são: alterações na maré, calor do sol, chuvas, luz do sol, ondas, salinidade, umidade, variação na temperatura, ventos, movimento dos rios, correnteza da água dos rios, desastres naturais como terremotos, desmoronamentos e tsunamis, entre outros.

O objetivo da terceira questão é que os alunos visualizem como os fatores listados na questão anterior podem explicar a presença de rochas em praias. A lista que eles construíram na segunda questão é composta por agentes importantes no processo de intemperismo das rochas. Por esse motivo, refletir sobre como esses agentes podem fragmentar rochas maiores em menores é fundamental para que construam hipóteses que expliquem a origem da areia das praias posteriormente. É desejado que eles reflitam se a ação de ventos, calor ou movimentos tectônicos, por exemplo, podem fazer com que pedaços de rocha se desprendam de um costão, ou uma montanha próxima, que são dois elementos comuns nas paisagens praianas e que estão nas fotografias usadas como base dessa atividade. É importante que o professor observe, ao longo da discussão,

se os alunos relacionam que a ação dos fatores físicos e químicos listados pode explicar o surgimento de rochas em praias, caso contrário, a ideia deverá ser desenvolvida com eles.

A introdução do fator tempo na quarta questão tem o objetivo de conduzir o aluno para um cenário em que as sucessivas interferências climáticas, que ocorrem ao longo de milhares de anos, podem alterar a paisagem como um todo, modificando até mesmo as rochas, a ponto de originar fragmentos cada vez menores. Nesse ponto é importante relacionar como cada um dos fatores mencionados anteriormente pode influenciar essas mudanças: como o vento, o calor e a água podem alterar as rochas? Esse exercício introduz a ideia subjacente à definição de intemperismo, que consiste no processo geral de fragmentação de rochas, devido a uma combinação de fatores físicos e da decomposição química. Uma sugestão é que o professor comente sobre o ditado popular “água mole em pedra dura, tanto bate até que fura”, perguntando qual o significado dele para os alunos. A questão aborda o processo de intemperismo de forma bastante simplificada, pois destaca a ação de apenas dois fatores que atuam na formação dos solos: o período de tempo e o clima (chuvas, temperatura e umidade). Entretanto, outros fatores importantes como o relevo e a composição da rocha de origem também são importantes.

Com a quinta questão objetiva-se estimular o aluno a pensar que há rochas distantes e próximas à praia e que existem diferenças quanto à forma dos fragmentos originados delas. Quanto maior for a distância que o material percorre até chegar à praia, mais arredondado serão os seus fragmentos, em contrapartida, o fragmento que permaneceu próximo ao local de degradação será mais irregular e anguloso.

Na questão seis o aluno precisa fazer duas associações para chegar à resposta esperada: (i) o formato dos grãos de areia depende da distância que a rocha de origem está da praia e (ii) a composição da areia é semelhante à composição da rocha que a originou, assim o baixo grau de arredondamento dos grãos pode ser um bom indicativo de proximidade com a área fonte (como mostrado na figura da tabela).

Com a descrição das conclusões da tabela na questão anterior e com as demais questões ao longo da atividade, espera-se que os alunos estejam aptos a formularem uma explicação, na questão sete, que envolva os conceitos trabalhados e que contenha a informação de que a areia da

praia é resultante dos processos de intemperismo que atuam ao longo de milhares de anos. Deve-se finalizar destacando que o processo de intemperismo ocorre em rochas em geral e que os grãos de areia presentes na praia podem vir tanto das rochas expostas do costão, quanto da erosão de rochas distantes ao longo de milhares de anos, trazida aos poucos para o litoral por córregos e rios.

Ao longo da discussão das questões com a turma, é recomendável que o professor contextualize o tema, destacando que os principais fatores trabalhados (clima, rocha de origem e tempo) atuam na formação de todos os tipos de solo e que os diferentes tipos de solo são resultado das possíveis combinações entre esses fatores.

Como sugestão de fechamento para a aula, o professor pode questionar os alunos sobre quais os outros tipos de materiais ou componentes que também são encontrados nas areias das praias. Espera-se que nesse momento os alunos incluam em suas respostas fragmentos de conchas, restos de recifes de corais, outras carapaças de animais, algas calcárias e outros tipos de material biológico. Nesse ponto deve-se esclarecer que os produtos das interações biológicas também contribuem para a formação da areia da praia e que os diferentes tipos de intemperismos (químico, físico e biológico) ocorrem também nesses componentes. Outra sugestão para fechamento do tema é que o professor apresente um esquema com o ciclo das rochas a ser preenchido juntamente com a turma. No material complementar há uma opção de esquema que inclui tanto uma explicação sistemática da origem da areia, como também um dos seus possíveis destinos ao formar novas rochas, os arenitos.

MATERIAL COMPLEMENTAR

Segue um esquema como complementação de aula para fixar os principais conceitos trabalhados nessa atividade e exemplificar alguns dos fatores do intemperismo que atuam na formação do solo. A atividade pode ser preenchida coletivamente com o auxílio do professor e o objetivo principal é demonstrar que existe um conjunto de fenômenos naturais capazes de transformar um tipo de rocha em outro e que o solo é um dos estágios do ciclo das rochas, que consiste em um processo contínuo e dinâmico que leva milhares de anos para ocorrer.

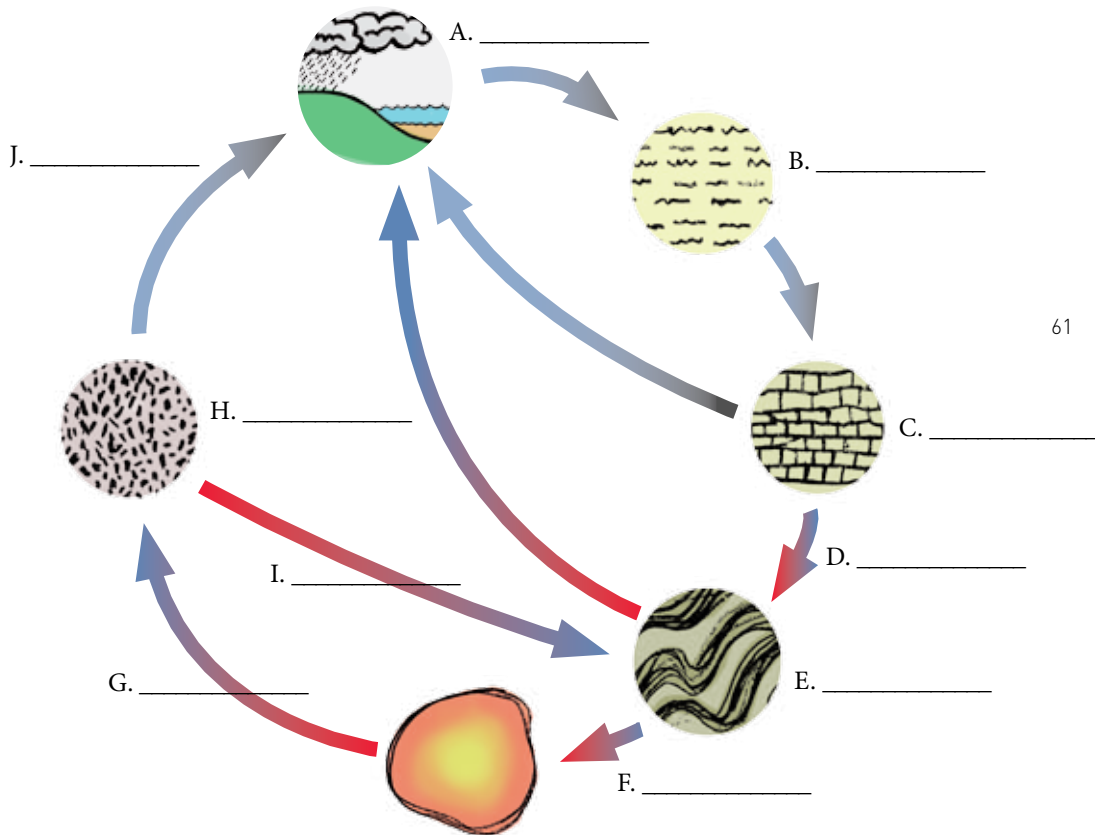


Figura 1.2. O ciclo das rochas, que consiste em um processo contínuo e dinâmico que leva milhares de anos para ocorrer. Existe um conjunto de fenômenos naturais capazes de transformar um tipo de rocha em outro e o solo é um dos estágios desse ciclo. Ao preencher os espaços temos: A. erosão, B. sedimentos, C. rocha sedimentar, D. pressão e temperatura, E. rocha metamórfica, F. fusão, G. resfriamento, H. rocha magmática, I. pressão e temperatura, J. afloramento rochoso.

MATERIAL DE APOIO PARA O PROFESSOR



LIVROS

Para relembrar dos principais fatores e tipos de intemperismos, as definições e termos geológicos corretos relacionados com a origem dos solos e encontrar um embasamento teórico mais aprofundado para os litorais brasileiros:

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. **Para entender a Terra**. Porto Alegre: Bookman, 2006. [Capítulos 7 e 8].

SOUZA, C.; SUGUIO, K.; SANTOS, A.; OLIVEIRA, P. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005. [Geologia e Geomorfologia de Regiões Costeiras].

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia marinha**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1992.

GHILARDI-LOPES, N. P.; HADEL, V. F.; BERCHEZ, F. **Guia para Educação Ambiental em Costões Rochosos**. São Paulo: Artmed, 2012. [Capítulo 1].

MOTTA DE TOLEDO, M. C.; IMBERNON, R. A. L. **Cinco Pedrinhas Saem em Aventura**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2003.

62



SITES

Matéria produzida pela revista Mundo Estranho: <<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-se-formou-a-areia-da-praia>> Acesso em: 20 dez. 2013.

Matéria publicada na Revista Fapesp, sobre a origem da areia das praias: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2007/08/01/de-onde-vem-a-areia-das-praias/>> Acesso em: 20 dez. 2013.

Para saber mais sobre as áreas protegidas brasileiras (como as das fotografias utilizadas nessa atividade) contempladas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação:

<<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas>> Acesso em: 20 dez. 2013.

Sites com banco de fotografias mostrando grãos de areia ampliados:

<<http://www.instigatorium.com/o-que-voce-esta-vendo-sao-graos-de-areia-ampliados-250x/>> Acesso em: 08 jan. 2014.

<http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2011/07/110725_areia_galeria_fotos_bg.shtml> Acesso em: 08 jan. 2014.

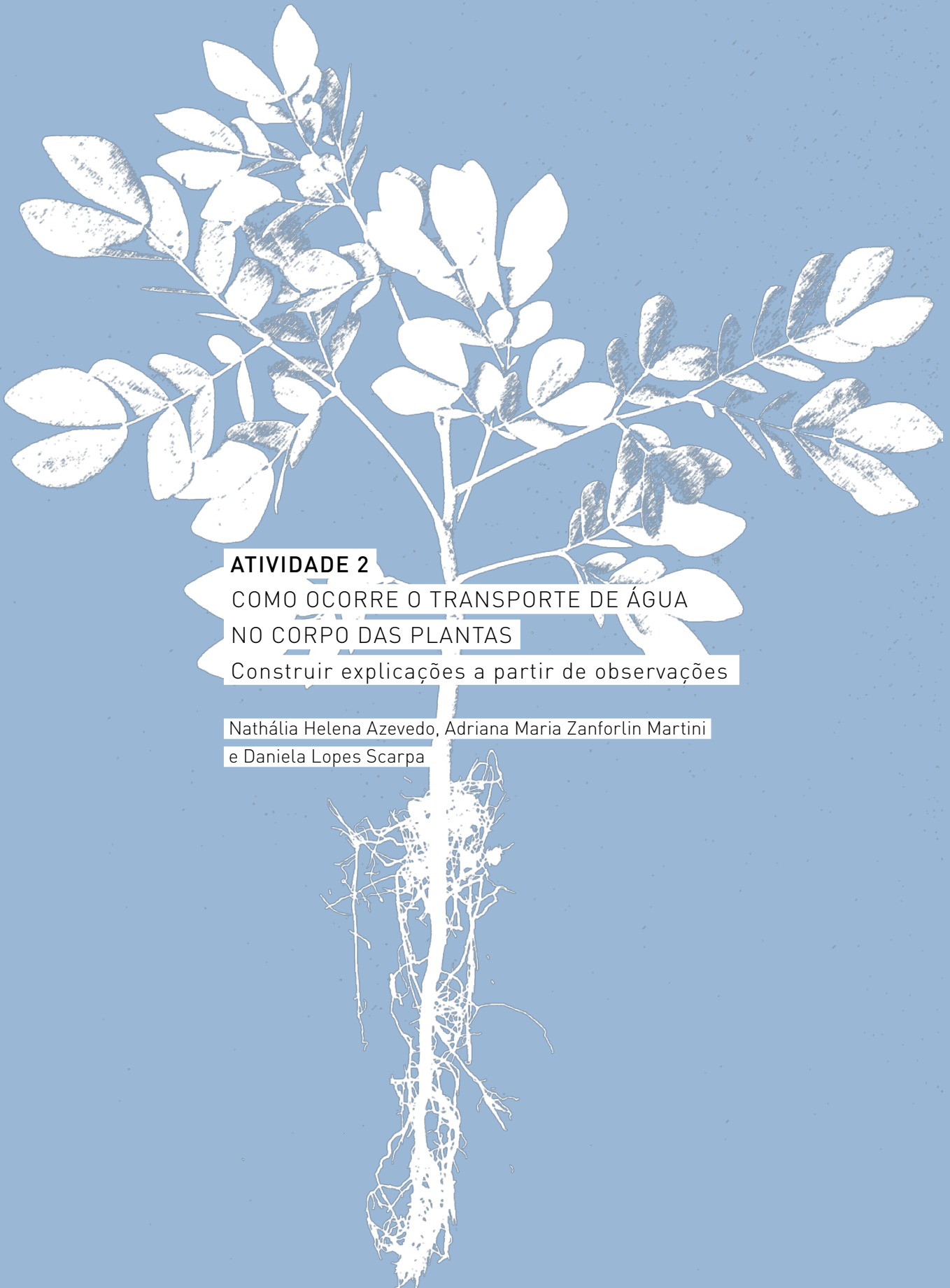
Site do livro “Cinco pedrinhas saem em aventura”. Contem textos e atividades interativas sobre intemperismo, erosão e transporte e sobre os minerais em geral: <<http://www.ofitexto.com.br/5pedrinhas/index.html>> Acesso em: 08 jan. 2014.

Material em inglês: Link com atividade interativa para descobrir como a areia da praia é formada:

<<http://www.csc.noaa.gov/psc/sea/content/beach-detectives>> Acesso em: 08 jan. 2014.



E-aulas USP, Disciplina de Geologia, aula 8 - Intemperismo e Pedogênese: <<http://www.eaulas.usp.br/portal/video.action;jsessionid=475FB8EE57F0761A0DA4A383D48015A2?idItem=398>> Acesso em: 20 dez. 2013.



ATIVIDADE 2

COMO OCORRE O TRANSPORTE DE ÁGUA NO CORPO DAS PLANTAS

Construir explicações a partir de observações

Nathália Helena Azevedo, Adriana Maria Zanforlin Martini
e Daniela Lopes Scarpa

2.1. CONSTRUIR EXPLICAÇÕES A PARTIR DE OBSERVAÇÕES

A atividade proposta neste capítulo tem como objetivo principal estimular os alunos na construção de explicações a partir de uma observação. Para isso, os alunos precisam: (i) seguir um protocolo para montagem das atividades práticas, (ii) observar e descrever as atividades práticas; (iii) construir explicações a partir das observações, (iv) produzir representações que sintetizam as atividades práticas, (v) relacionar as informações do que foi observado nas duas atividades práticas (vi) propor uma explicação e um teste para um procedimento realizado. Os resultados da observação das duas atividades propostas serão utilizados como base para responder à pergunta: como ocorre o transporte de água no corpo das plantas?

A primeira parte da atividade tem o objetivo de evidenciar (i) a função da raiz na absorção de água do solo e (ii) o processo de transpiração através das folhas de uma planta. Na segunda parte será possível evidenciar o papel dos ramos no transporte de água e de outras substâncias. As questões propostas na terceira parte têm o objetivo de organizar as informações trabalhadas e fornecer ao aluno ferramentas para elaboração de uma explicação para o transporte de água nas plantas. Na quarta parte os alunos reforçarão a importância do papel das folhas no transporte da água nas plantas. Os principais conceitos trabalhados nesta atividade são: condução de água pelos vegetais, órgãos vegetais e estados físicos da água. Os conceitos trabalhados nessa atividade, em conjunto com os da *Atividade 1*, servem como complemento para as próximas atividades.

Por trazer duas etapas práticas, para um bom encaminhamento dessa atividade, recomenda-se que ambas atividades sejam montadas logo no início da aula e que durante o tempo de espera o professor trabalhe com as expectativas dos alunos com relação aos resultados das atividades práticas. As atividades podem ser realizadas em dupla e o professor deverá mediar as discussões das questões propostas ao longo da aula.



2.2. COMO OCORRE O TRANSPORTE DE ÁGUA NO CORPO DAS PLANTAS?

Com o auxílio do professor, monte as seguintes atividades práticas e responda as questões propostas:

ATIVIDADE PRÁTICA 1

MATERIAIS

- vaso com planta que contenha muitas folhas e não possua flores
- saco plástico transparente
- pedaço de barbante
- copo com água

Instruções: (1) Com a água do copo, molhe a terra do vaso. (2) Cubra a planta com o saco plástico e amarre a extremidade aberta do saco com o pedaço de barbante na base do caule, próximo à terra. (3) Deixe a planta exposta ao sol por no mínimo 30 minutos. (4) Observe o que ocorreu no interior do saco plástico.

66



1. Descreva o que você observou ao término da atividade prática.

2. Formule uma explicação para o que você observou.

ATIVIDADE PRÁTICA 2

MATERIAIS

- flores com pétalas brancas (preferencialmente margarida)
- 2 recipientes com 150 ml de água
- tesoura
- corante de alimentos com coloração forte (exceto verde)
- lupa de mão

Instruções: (1) Pegue duas flores semelhantes, retire todas as folhas de seus ramos e faça um corte transversal no ramo, a uma distância de aproximadamente 15 cm da flor. (2) Em um dos recipientes com água, misture várias gotas do corante obtendo uma mistura bem concentrada. (3) Coloque uma flor no interior do recipiente que contém a solução colorida e coloque a outra flor no recipiente que contém apenas água. (4) Deixe as duas flores expostas ao sol por aproximadamente 40 minutos.



67

3. Descreva o que você observou ao término da atividade prática 2.

4. Formule uma explicação para o que você observou na atividade prática 2.

5. Com a tesoura, faça um corte transversal na metade do ramo e observe-o com o auxílio de uma lupa. O que você notou no centro do ramos das duas flores ?

6. Com base no que você observou nas atividades práticas 1 e 2, faça um desenho esquemático indicando o caminho que a água percorre do solo até a formação das gotas no interior do saco plástico. Explique abaixo.

7. Proponha uma hipótese para explicar por que foram retiradas as folhas dos ramos das flores na atividade prática 2.

8. Qual experimento você faria para testar se sua hipótese está correta? Qual seria o resultado esperado desse experimento?



2.3. O QUE É ESPERADO COM A IMPLEMENTAÇÃO DA ATIVIDADE

A primeira atividade prática trabalha principalmente com o processo da transpiração. Ao final do tempo de exposição do sistema ao sol será possível observar que o interior do saco plástico apresentará gotas de água condensada e espera-se que os alunos relatem isso na primeira questão. Ao pedir que os alunos molhem a planta com água deseja-se que eles façam a associação de que a água que chega no solo será absorvida pela planta e pode ser eliminada por transpiração. Para que eles identifiquem com clareza a absorção da água pelas plantas é muito importante que o saco plástico seja amarrado na base do ramo da planta e não embaixo do vaso todo. Assim, espera-se que os alunos incluam essa ideia na segunda questão. Essa primeira etapa da atividade é importante, pois permite que o aluno visualize que a planta, assim como outros organismos, também elimina água. O professor pode destacar que: (i) após a exposição ao sol, no interior do saco plástico há a presença de água no estado líquido e também na forma de vapor de água e (ii) devido aos processos de evaporação e condensação a água passa de um estado para outro. Nessa etapa também é importante destacar a função da raiz na absorção de água do solo, o que será importante para a compreensão das etapas seguintes.

Na segunda atividade prática, após aproximadamente meia hora, é possível notar alterações na coloração das pétalas das flores. O uso do corante nessa etapa evidencia o caminho que a água faz no corpo do vegetal e, em consequência, auxiliará o aluno a construir explicações para o que ele observou. Ao cortar os ramos ao meio, após a exposição ao sol, será possível observar que o centro daqueles que estavam nos recipientes com corante estarão coloridos. Assim espera-se que as respostas contenham a informação de que as plantas absorvem e transportam água e também outras substâncias, como o corante. O professor deve destacar que na natureza a água e os nutrientes (representados pelo corante de alimentos no caso dessa atividade), estão presentes no solo.

Essas duas atividades práticas permitem visualizar que: (i) a água absorvida se desloca por todo o corpo vegetal, (ii) o vegetal perde água através da transpiração e (iii) uma das funções dos ramos e do caule é conduzir soluções. Ao término das atividades práticas o professor poderá auxiliar os alunos a organizar essas ideias, já abordadas nas ques-

tões anteriores, para que eles consigam responder às últimas questões. A questão seis é, portanto, um resumo do que foi observado nas duas atividades práticas e tem o objetivo de avaliar a compreensão do que foi feito anteriormente para que o aluno tenha ferramentas para formular a hipótese da última questão. É importante que o professor esclareça qual o papel de cada um dos órgãos vegetais (raiz, caule - ramos e folhas) no transporte de água.

Com a questão sete pretende-se que o aluno seja capaz de evidenciar que a água é conduzida pelos ramos e pelo caule para todos os órgãos do corpo vegetal. Dessa forma, é esperado que as hipóteses desenvolvidas pelos alunos envolvam o fato de que as folhas desviariam parte da água colorida e que o transporte da água colorida para as pétalas das flores seria mais demorado ou menos eficiente.

O experimento a ser proposto pelos alunos deve indicar a realização da atividade prática com as flores e com a água colorida, sendo que um recipiente deve conter flores cujas folhas foram cortadas e outro recipiente deve conter flores com folhas nos ramos. Como resultado esperado, na flor com as folhas mantidas no ramo, o transporte para as flores seria mais demorado e ineficiente, uma vez que parte da água colorida seria destinada às folhas, podendo haver perdas via transpiração foliar.

A compreensão dos processos de absorção, transporte e transpiração permitem que os alunos cheguem a uma resposta funcional sobre o transporte de água, relacionando a transpiração com a condução, o que pode ser suficiente para alguns níveis de ensino. Existe um modelo mais completo para explicar o transporte de água nos vegetais: a teoria de coesão-tensão. Essa teoria inclui aspectos que não foram diretamente abordados durante essa atividade, pois dependem de noções de química e de física que são trabalhadas apenas no ensino médio.

Entretanto, se o professor julgar adequado ao nível da turma e se houver tempo, ele poderá introduzir a ideia da teoria, começando por destacar que existem fenômenos físicos associados ao transporte de água, como a capilaridade. A capilaridade é um fenômeno físico que resulta da interação entre forças de coesão entre as moléculas de um líquido (nesse caso a água) e forças de adesão entre essas moléculas e as paredes dos tubos (nesse caso, os vasos condutores dos vegetais). Se for possível aprofundar mais, o professor poderá explicar que as folhas, quando perdem água via transpiração, puxam, por diferença de pressão, a água disponí-

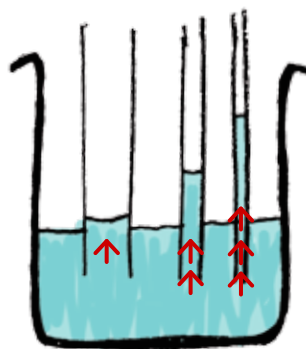
vel no solo e com isso promovem a continuidade do fluxo de água desde a raiz até a folha. Nesse contexto, a pressão positiva da raiz (entrada de água) e a perda de água por transpiração (saída da água) fazem com que a água se mantenha subindo pelos vasos condutores no caule, devido às propriedades de capilaridade desses vasos e da coesão entre as moléculas de água. Esses processos sustentam a teoria mais aceita atualmente para explicar o transporte de água pelo corpo vegetal: a teoria da coesão e tensão. Recomenda-se adicionalmente: (i) uma figura na seção de “Material de apoio” caso o professor opte por trabalhar essas questões e (ii) referências para preparação e aprofundamento desses temas.

Em relação às atividades práticas propostas é importante destacar ainda que alguns fatores podem acelerar a obtenção dos resultados das atividades práticas como, por exemplo, a temperatura do ambiente, a umidade relativa do ar, a duração da exposição, a espécie escolhida e o tamanho dos indivíduos. Por exemplo, dias mais secos e quentes produzirão resultados mais rápidos. Dias frios e úmidos devem ser evitados. Além disso, um tempo maior de exposição poderá fornecer resultados mais claros das atividades práticas, como maior quantidade de gotas no interior do saco plástico e maior intensidade na coloração das pétalas. Esses fatores podem ser discutidos em sala, pois estão diretamente relacionados aos processos que devem estar presentes nas hipóteses construídas pelos alunos.

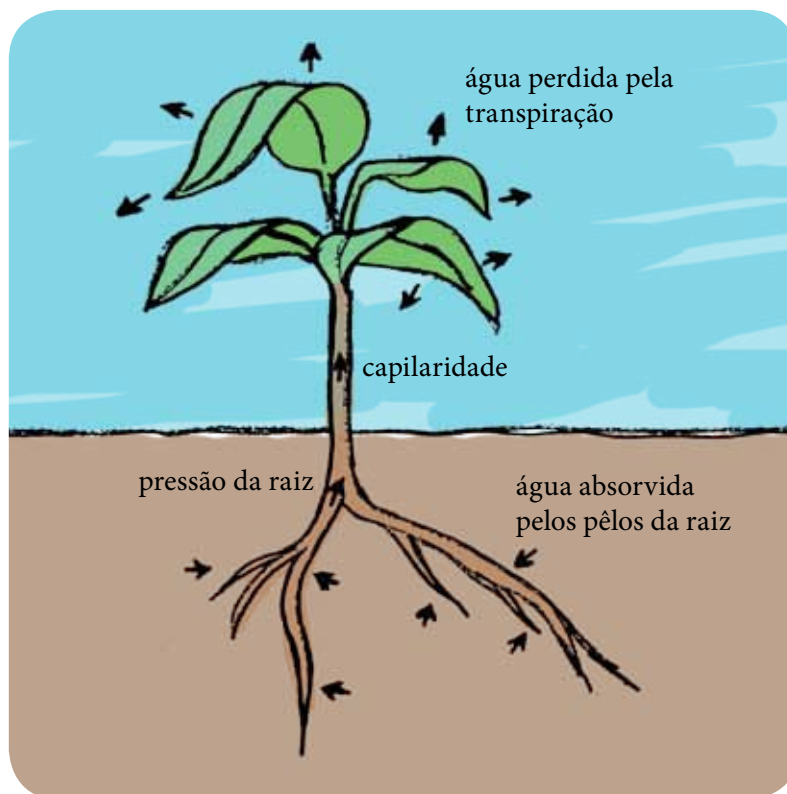
71

MATERIAL COMPLEMENTAR

A. A água tende a subir por dutos finos (capilar) devido à adesão das moléculas de água (além da coesão entre elas) às paredes do ducto, como mostra o esquema a seguir que ilustra a capilaridade.



B. Esquema com o caminho que a água percorre no corpo do vegetal.



72

MATERIAL DE APOIO PARA O PROFESSOR



Para relembrar as propriedades físicas e químicas da água, os processos de movimento da água, o movimento da água entre células e tecidos, o movimento ascendente de água no xilema e a transpiração:

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. [Capítulo 1]

RAVEN, P. H. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. [Capítulo 30]



SITES

O experimento utilizado nessa atividade foi inspirado em uma atividade do material da Experimentoteca do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) da USP, embora a atividade de análise proposta aqui tenha outro enfoque: <<http://www.cdcc.usp.br/exper/fundamental/roteiros/me51.pdf>> Acesso em: 17 jan. 2014.

Matéria publicada na Revista FAPESP: “Pelos Folhas e raízes: Equipes de Brasília e Campinas identificam estratégias de árvores para garantir o suprimento de água”. Esse texto aborda outras formas pelas quais as plantas usam a água, podendo ser utilizado quando os alunos estiverem familiarizados com o sistema de transporte apresentado na atividade: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2008/09/01/pelas-folhas-e-raizes/#>> Acesso em: 20 dez. 2013.

Apostila geral de Botânica, elaborada por professores do Instituto de Biociências da USP, disponível no site “Ciência a Mão”, um repositório de recursos para Educação em Ciências: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/pru/_botanica.apostila.pdf> Acesso em: 20 dez. 2013.

73



Documentário Kingdom of Plants 3D (“Reino das Plantas 3D”) produzido pela BBC, 2012, aborda diferentes aspectos relacionados ao reino vegetal, incluindo peculiaridades de algumas espécies. O vídeo, que pode ser encontrado em sites como o youtube, pode ser utilizado para enriquecer uma discussão quando os alunos já estiverem familiarizados com o tema trabalhado nessa atividade.



ATIVIDADE 3

CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS EM SOLOS COM POUCA ÁGUA

Aplicar o conhecimento em um novo contexto

Nathália Helena Azevedo,

Adriana Maria Zanforlin Martini e Daniela Lopes Scarpa

3.1. APLICAR O CONHECIMENTO EM UM NOVO CONTEXTO

Esta atividade tem como objetivo principal aplicar os conhecimentos adquiridos na *Atividade 2* em um novo contexto. Para isso, os alunos precisam (i) coletar dados com base nos resultados de um experimento; (ii) construir explicações a partir das observações, (iii) escolher evidências para sustentar uma afirmação, (iv) aplicar o conhecimento prévio a um novo contexto e (v) avaliar uma hipótese a partir de novos dados.

Inicialmente propõe-se que seja realizado um experimento simples que permite visualizar as principais diferenças entre três tipos de solo, dando destaque para a permeabilidade em relação à água em cada um deles. Em seguida, os alunos precisam retomar o conhecimento referente ao transporte de água nas plantas para responder como as plantas que vivem em solos arenosos lidam com a baixa capacidade de retenção de água nesse tipo de solo. Os principais conceitos trabalhados são: capacidade de retenção da água pelo solo e estratégias das plantas.

Recomenda-se que as duas primeiras questões sejam realizadas em grupo, entretanto, para formular o que é pedido no terceiro item da atividade, é recomendado que o aluno tenha tempo para formular sua explicação individualmente ou em duplas e só depois disso o professor prossiga com a atividade.



3.2. CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS EM SOLOS COM POUCA ÁGUA

A quantidade de água presente no solo é uma característica importante para os seres vivos que dependem do solo para sobreviver, como as plantas. A capacidade de retenção de água no solo influencia diretamente o modo de vida dos vegetais, pois a água é indispensável a todas as funções vitais. Por esse motivo as plantas precisam de grande disponibilidade de água e precisam reduzir possíveis perdas. Sabendo disso, com o auxílio do professor, monte o experimento a seguir.

EXPERIMENTO

MATERIAIS

- três garrafas plásticas (tipo PET)
- tesoura
- copo com água
- papel filtro (coador de café de papel)
- fita adesiva
- relógio
- quantidades iguais de areia, terra vegetal e argila
- lupa de mão

Instruções: (1) Pegue uma pequena quantidade de cada um dos substratos e observe-os com a lupa de mão (etapa 1 da Figura 3.1). (2) Retire as tampas das garrafas plásticas. (3) Com a tesoura, corte a parte superior das garrafas (etapa 2 da Figura 3.1). (4) Corte um pedaço do papel filtro e prenda-o com a fita adesiva na boca da garrafa, pelo lado externo. (5) Encaixe a parte cortada de acordo com a etapa 3 da Figura 3.1. (6) Coloque em cada garrafa aproximadamente 200 gramas de um tipo de substrato. (7) Adicione ao mesmo tempo 200 ml de água em todas as garrafas e observe por 10 minutos (etapa 4 da Figura 3.1).

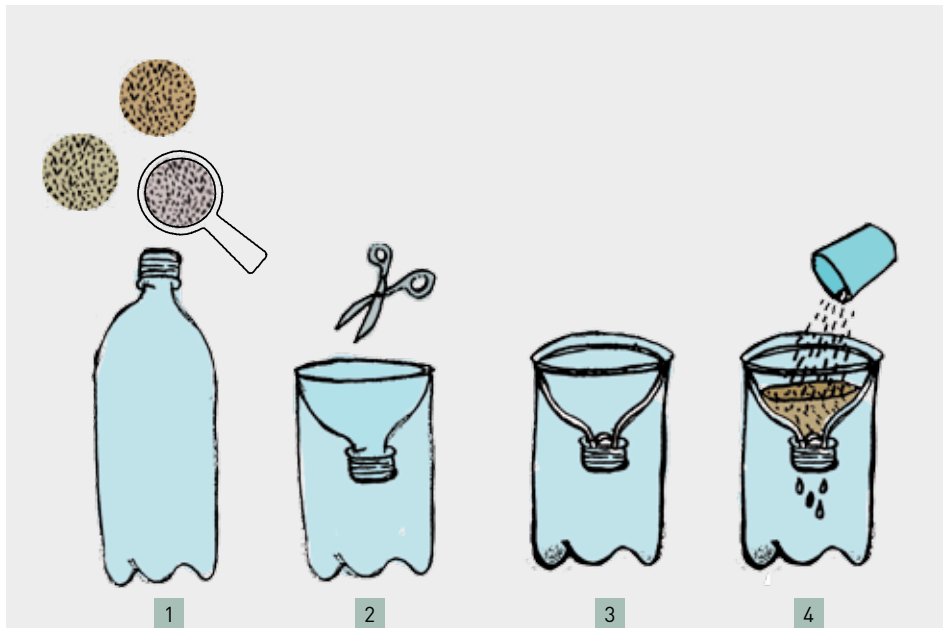


Figura 3.1. Esquema das etapas do experimento.

1. Descreva o que você observou ao término do experimento.







77

2. Formule uma explicação para o que você observou.

3. Sabendo da importância da água para os vegetais e considerando que as plantas possuem órgãos especializados em diferentes etapas do transporte da água, formule uma hipótese que explique como as plantas conseguem sobreviver em solos arenosos, considerando o fato observado na atividade prática.

4. Analise a tabela a seguir:

Tabela 1. Características gerais das plantas e sua relação com os tipos de solo.

	Solo arenoso	Solo argiloso
Raiz	(A)  Raiz com pouca profundidade e muito ramificada	(B)  Raiz com profundidade média e pouco ramificada
Tamanho da planta	(C)  Plantas de pequeno porte	(D)  Plantas de grande porte
Folhas	(E)  Folhas grossas e com camada protetora	(F)  Folhas finas e sem camada protetora

Em geral, as plantas apresentam características associadas aos ambientes em que elas vivem. A tabela anterior apresenta algumas dessas características. Com base nela, forneça uma explicação para as plantas de cada um dos solos mencionados apresentarem essas características. Justifique destacando quais características estão relacionadas com: (i) a *redução da perda de água*, (ii) *otimização da absorção de água* e (iii) *otimização do transporte de água*.

(A)

(B)

(C)

(D)

(E)

(F)

5. Considerando as características de raiz e folhas e de tamanho da planta, fornecidas anteriormente, reavalie a hipótese que você forneceu na questão três.

6. Pensando nos órgãos vegetais e no transporte de água, quais as diferenças que você espera observar em plantas que habitam uma floresta (solo mais argiloso) quando comparadas com as que vivem na beira da praia (solo arenoso)? Justifique.



3.3. O QUE É ESPERADO COM A IMPLEMENTAÇÃO DA ATIVIDADE

O experimento utilizado nessa atividade foi baseado no experimento disponibilizado na página da Experimentoteca da USP de São Carlos (ver link nos materiais complementares). O objetivo principal desse experimento é demonstrar as diferenças de permeabilidade, capacidade de retenção de água e porosidade dos três tipos de substrato (que podem ser adquiridos em lojas de jardinagem e produtos agropecuários). Durante a montagem do experimento o professor pode estimular os alunos a observarem as diferenças visuais e táteis entre eles, incluindo coloração, textura e consistência. Espera-se que os alunos relatem na primeira questão que a parte inferior da garrafa que continha areia apresentou maior quantidade de água comparada com as demais e que a garrafa com argila apresentou menor quantidade. Alguns alunos podem também relatar que na areia a água começou a escorrer mais rapidamente que nos outros substratos. Ao propor uma explicação para o que foi observado, os alunos poderão responder que “na areia é mais fácil da água passar”, entretanto, o professor deve esclarecer que é preciso explicar o porquê desse fato.

O experimento permite visualizar algumas características (coloração, consistência, textura) dos solos e deve-se destacar que elas são importantes, pois permitem a comparação e a consequente classificação entre eles. Alguns conceitos importantes são trabalhados com esse experimento e é preciso que eles fiquem claros, devido às implicações para as questões seguintes. A porosidade é uma característica relacionada à proporção de espaços ocupados pelo ar em relação ao volume total do solo; essa característica influencia diretamente a circulação de água no solo. A facilidade com que a água circula através do solo é denominada permeabilidade; essa é uma característica relacionada com o tamanho e arranjo das partículas do solo (Figura 3.2 do material complementar) e, conseqüentemente, com a porosidade. A permeabilidade é uma característica oposta à capacidade de retenção de água nos substratos.

Nesse contexto, os alunos deveriam incluir em suas respostas à segunda questão a ideia de que na areia há mais “espaços vazios” facilitando a passagem da água e que, em contrapartida, na argila a água

infiltra com dificuldade, pois seus poros são pequenos. A observação cuidadosa dos substratos com uma lupa de mão auxiliará a chegar a essa conclusão. A terra vegetal fica encharcada e apenas o excedente escorre. Para comprovar isso, ao final da aula os alunos podem verificar quais substratos ainda estão úmidos.

Para responder à terceira questão os alunos precisam lembrar dos conhecimentos adquiridos anteriormente, trabalhados na *Atividade 2*, que aborda o papel de cada órgão vegetal e o mecanismo de transporte através do corpo da planta. É preciso que fique claro que a alta permeabilidade do solo (ou baixa capacidade de retenção de água) representa um problema em potencial para plantas que vivem sobre solos arenosos, uma vez que a água passa rapidamente pelo solo e portanto fica disponível por pouco tempo, e que por esse motivo somente as plantas com determinadas características são capazes de sobreviver nesses solos. O texto introdutório da atividade e o enunciado da questão são dicas de que o aluno precisa relacionar os diferentes órgãos vegetais com as estratégias e adaptações das plantas para lidar com a baixa quantidade de água disponível nos solos arenosos.

Na quarta questão são fornecidas algumas opções para que o aluno possa reavaliar a resposta dada na questão anterior e ao justificar suas escolhas ele deverá pensar no papel que cada órgão desempenha no corpo vegetal com relação à absorção, à retenção e ao transporte de água. Quanto às informações contidas na tabela, deve-se considerar que: (i) algumas plantas de solos arenosos têm raízes pouco profundas e que ocupam grandes áreas na superfície, como uma estratégia que as permite captar rapidamente uma maior quantidade de água durante e logo após uma chuva; (ii) espécies que crescem em solos argilosos apresentam raízes de profundidade mediana e algumas ramificações, dado que nesses solos a água fica retida em diferentes profundidades do solo. Além disso, como não há necessidade de captar a água logo na superfície, uma raiz mais profunda representa uma vantagem à medida que ela assume também um papel mais importante de fixação; (iii) plantas menores tendem a ter menor necessidade hídrica pois possuem menos biomassa viva dependente de água e, além disso, a diminuição do tamanho do caule aumenta a velocidade de transporte de água para as folhas; (iv) para diminuir a perda de água por transpiração algumas espécies possuem características foliares como a presença de uma camada prote-

tora, que pode ser uma cutícula ou uma camada de células mais espessa, a presença de ceras impermeáveis ou pelos em suas superfícies.

A quinta questão é uma autoavaliação para o aluno, entretanto o professor pode mediar uma discussão entre os alunos para que eles avaliem as hipóteses que foram formuladas pela turma. Para responder à sexta questão o aluno precisa retomar o que foi discutido anteriormente e associar essas informações ao fato de que o solo do interior das florestas é diferente do solo da borda da praia, resultando em diferenças quanto às características das plantas em cada um dos ambientes. O professor poderá usar a imagem 3.3 do “Material complementar” para mostrar aos alunos as diferenças entre as plantas do interior das florestas de Restinga e das bordas das praias.

É importante que o professor esclareça que existem outras características relacionadas ao transporte e otimização de uso da água (como a presença de espinhos em plantas de deserto) e que as características surgiram tanto em ambientes com excesso quanto em ambientes com deficiência de água. Se o professor pretender usar o termo “adaptação” para falar dessas características deve tomar muito cuidado para não passar aos alunos a ideia direcional de que as plantas evoluíram “para” lidar com a perda de água. Essa ideia errônea passa aos alunos a impressão de que os organismos são capazes de decidir quais características são selecionadas. Portanto, essa forma de usar o termo adaptação deve ser evitada. Através do processo de seleção natural acredita-se que algumas características de certas plantas representaram vantagens em termos de sobrevivência e reprodução nesse tipo de ambiente, durante muito tempo, e essas características tornaram-se cada vez mais comuns. Por outro lado, as plantas que não possuíam essas características foram sendo eliminadas desse tipo de ambiente. Caso o professor deseje relembrar os conceitos de adaptação e seleção natural brevemente está indicado um livro no *material de apoio*.

MATERIAL COMPLEMENTAR

- A. É recomendada a leitura cuidadosa do capítulo “Restinga e Ecologia” na Parte I deste livro, para esclarecimentos quanto às características específicas do ambiente de Restinga e de sua vegetação.
- B. A facilidade com que a água circula através do solo é denominada permeabilidade; essa é uma característica relacionada com o tamanho e arranjo das partículas do solo e, conseqüentemente, com a porosidade (Figura 3.2). A permeabilidade é uma característica oposta à capacidade de retenção de água nos substratos.

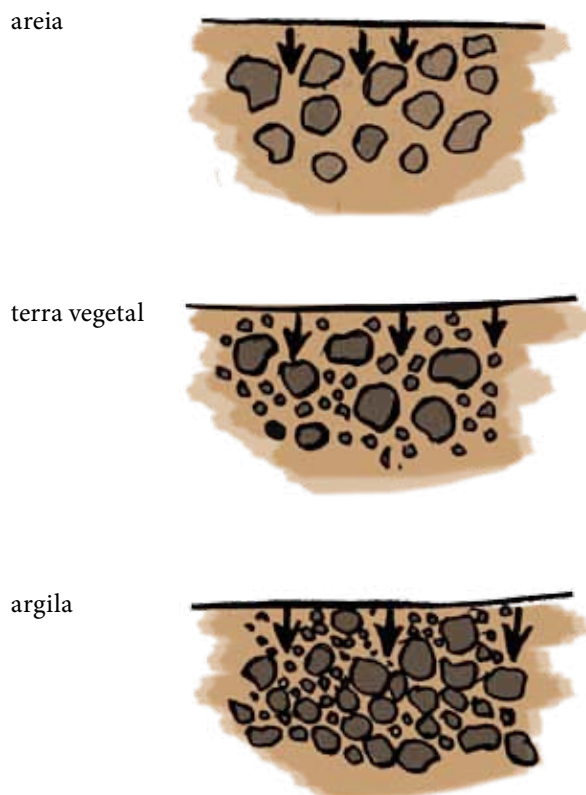


Figura 3.2. Diferença de permeabilidade em solos com diferentes arranjos e tamanhos de partículas. As setas indicam os espaços por onde a água pode passar.





© Nathalia Helena Azevedo

Figura 3.3. Vegetação (A) da borda da praia e (B) do interior de uma floresta de Restinga.

MATERIAL DE APOIO PARA O PROFESSOR



LIVROS

Para relembrar características dos tecidos foliares, estrutura e desenvolvimento de caules e raízes:

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. [Capítulos 1 e 2]

RAVEN, P. H. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. [Capítulos 23, 24 e 25]

Características dos solos e dicas de trabalhos de campo e coletas:

LEMOS, R. C., SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996.

86

Para relembrar os tópicos importantes da teoria da evolução e suas implicações para a compreensão da Biologia:

EL HANI, C.; MEYER, D. **Evolução: o sentido da Biologia**. São Paulo: Editora UNESP, 2005.



Apostila de Botânica do Programa Pró Universitário. Elaborada por professores da USP: <http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=pru&cod=_botanica> Acesso em: 20 dez. 2013.

Programa Educ@r, do CDCC da USP de São Carlos. Texto produzido pelo Departamento de Solos da UFPR: <<http://educar.sc.usp.br/ciencias/recursos/solo.html>> Acesso em: 20 dez. 2013.

Experimento de campo para trabalhar a permeabilidade do solo <<http://www.uesb.br/eventos/ebg/anais/3f.pdf>> Acesso em: 20 dez. 2013.

Experimentoteca da Universidade Federal do Paraná, que contém diversas experiências para auxiliar no ensino de solos. O experimento utilizado nessa atividade foi baseado em uma atividade do material da UFPR, embora a atividade de análise proposta aqui tenha outro objetivo:

<http://www.escola.agrarias.ufpr.br/index_arquivos/experimentoteca.htm> Acesso em: 20 dez. 2013.

Atlas de Anatomia Vegetal. Material desenvolvido pelo Departamento de Botânica da USP <<http://atlasveg.ib.usp.br/focara.html>> Acesso em: 20 dez. 2013.

87



Documentário Kingdom of Plants 3D (“Reino das Plantas 3D”) produzido pela BBC, 2012, aborda diferentes aspectos relacionados ao reino vegetal, incluindo peculiaridades de algumas espécies. O vídeo, que pode ser encontrado em sites como o youtube, pode ser utilizado para enriquecer uma discussão quando os alunos já estiverem familiarizados com o tema trabalhado nessa atividade.



ATIVIDADE 4

O QUE AS PLANTAS PRECISAM PARA CRESCER?

Construir explicações a partir de experimentos

Nathália Helena Azevedo, Adriana Maria Zanforlin Martini
e Daniela Lopes Scarpa

4.1. **CONSTRUIR EXPLICAÇÕES A PARTIR DE EXPERIMENTOS**

O objetivo principal desta atividade é construir explicações a partir de um experimento fictício, permitindo utilizar mais de um fator para explicar o que as plantas necessitam para crescer. Para isso, durante a atividade, os alunos precisarão: (i) coletar dados com base na observação e descrição de experimentos; (ii) realizar previsões; (iii) construir explicações a partir das observações e (iv) separar a importância de dois fatores atuando em conjunto.

As três atividades anteriores trabalharam as estratégias dos vegetais e as características dos substratos da praia e do interior de florestas de Restinga quanto à disponibilidade de água. Esta atividade foi pensada para evidenciar a diferença no crescimento das plantas em relação à adição de nutrientes em dois tipos solos e servirá como base para a resolução de algumas questões propostas nas atividades seguintes. Na primeira parte da atividade propomos algumas questões para que o professor possa avaliar: (i) o nível de conhecimento dos alunos sobre o tema, (ii) a capacidade de fazer previsões e argumentar diante do conhecimento prévio e (iii) a forma como eles organizam as informações obtidas ao analisar dois fatores simultaneamente. Ao final da atividade o aluno deverá ser capaz de descrever alguns fatores essenciais que interferem no desenvolvimento das plantas e de que forma eles atuam. Os principais temas trabalhados são: características e nutrientes do solo, nutrição vegetal e desenvolvimento dos vegetais.



4.2. O QUE AS PLANTAS PRECISAM PARA CRESCER?

1. Faça uma lista dos fatores que você considera essenciais para o desenvolvimento das plantas em ambientes naturais e justifique por que eles são importantes:

Fator	Importância

Uma jovem pesquisadora montou um experimento seguindo os seguintes passos:

Materiais que ela usou:

- areia
- terra vegetal
- mudas de uma espécie de Restinga
- água
- adubo para plantas
- vasos (com furos no fundo) para colocar as mudas nos diferentes tratamentos
- pratos para acumular água após regar as plantas

Montagem: A pesquisadora preencheu quatro vasos com quantidades iguais dos substratos e montou diferentes combinações para colocar as mudas. Ela colocou apenas areia em um tratamento (A); areia e adubo em outro (B); apenas terra vegetal em outro (C) e terra vegetal e adubo no último (D), conforme o esquema da Figura 4.1. Em cada vaso



ela plantou três mudas, de um mesmo tamanho (com cerca de 10cm), de uma espécie de Restinga. Todos os vasos foram colocados em um ambiente iluminado e foram regados com a mesma quantidade de água diariamente por 30 dias. Sempre que ela regava as plantas, ela observava a quantidade de água que se acumulava no pratinho dos vasos após cerca de 30 minutos e anotava esses valores.

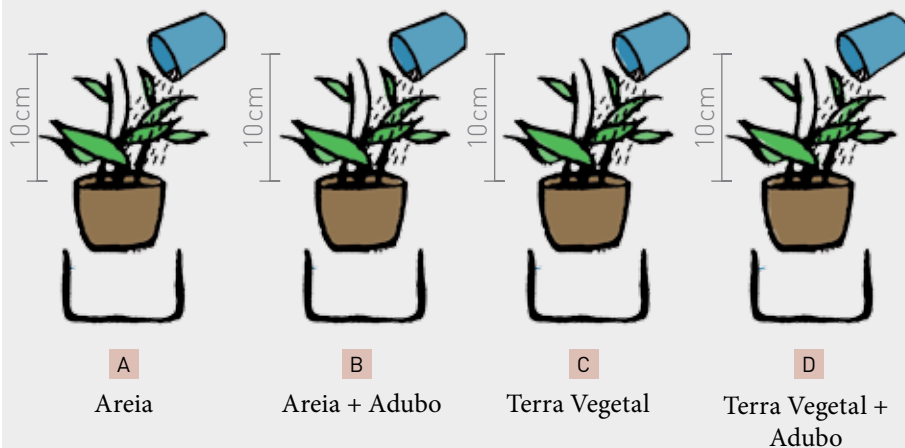


Figura 4.1. Representação da montagem do experimento.

2. Dentre os fatores que você listou na primeira questão, quais serão analisados pela jovem pesquisadora no experimento?
3. O que vai acontecer com as plantas em cada um dos tratamentos ao final dos 30 dias de observação?

4. Relacione algumas características da areia e da terra vegetal que podem favorecer ou dificultar o desenvolvimento das plantas.

	Areia	Terra vegetal
Características que dificultam o desenvolvimento das plantas		
Características que favorecem o desenvolvimento das plantas		

Após os 30 dias de observação a jovem pesquisadora obteve o resultado ilustrado na Figura 4.2.

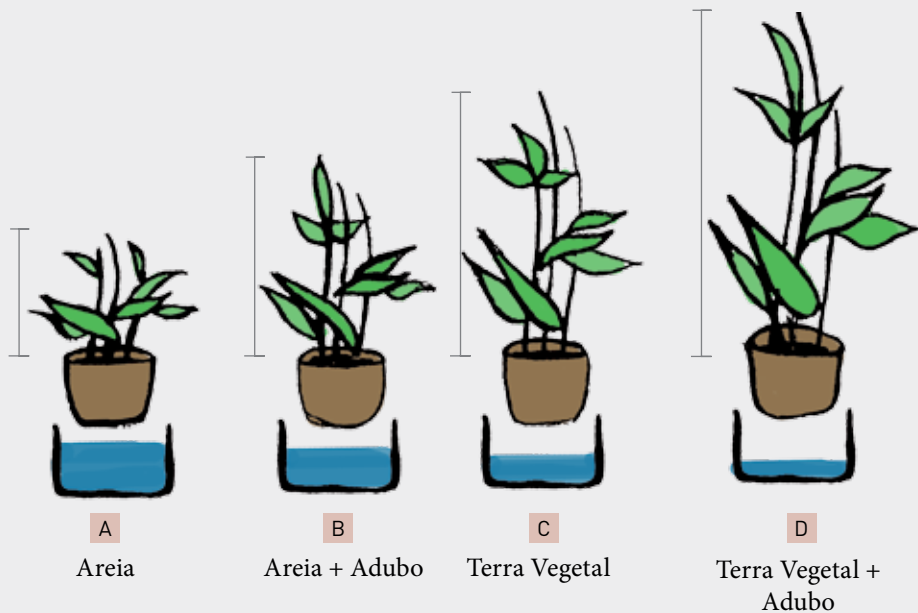


Figura 4.2. Representação dos resultados do experimento.

5. Descreva o que aconteceu em cada um dos tratamentos.

6. O que a pesquisadora observou está de acordo com as previsões que você fez na questão três e com as informações que você escreveu na questão quatro? Explique:

7. Explique o que significa a diferença na quantidade de água que se acumulou nos pratinhos:

8. Observando apenas as diferenças na quantidade de água que se acumulou nos pratinhos, é possível explicar as diferenças entre os tamanho das plantas de todos os vasos?

SIM () NÃO ()

Justifique detalhadamente sua resposta:

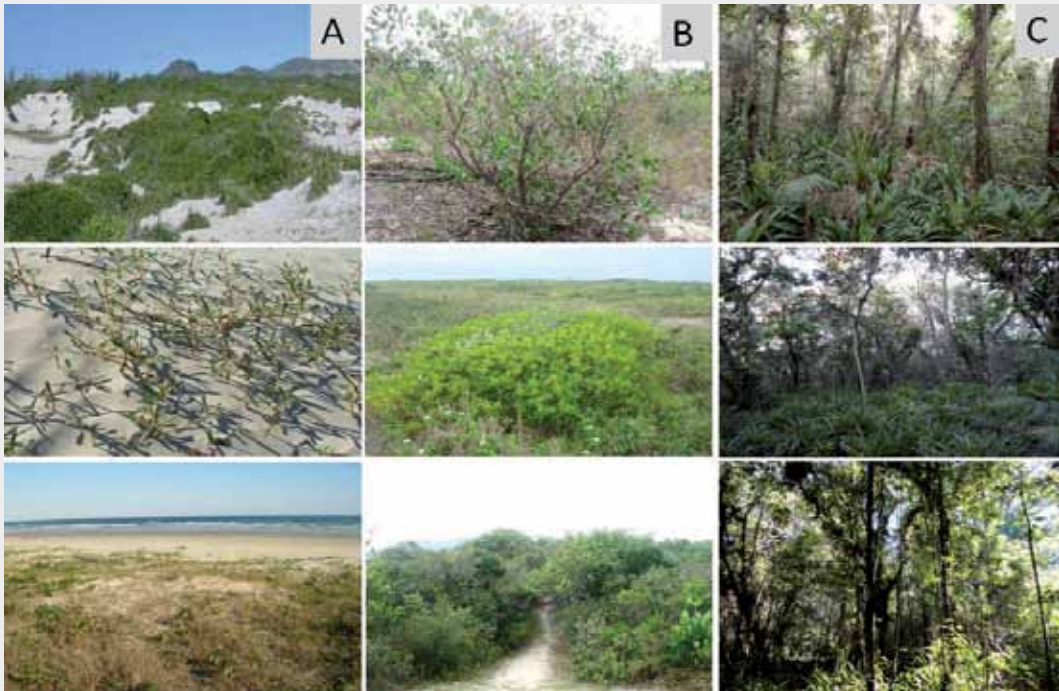


Figura 4.3. Gradiente de vegetação da Restinga: (A) vegetação característica de praia, (B) vegetação arbustiva denominada de escrube e que ocorre na transição entre a praia e as florestas e (C) vegetação característica das florestas de Restinga.

95

9. Dentre os três ambientes apresentados na figura a seguir, qual deles você imagina que tenha um solo mais parecido com aquele usado no tratamento D? Justifique sua resposta com as características da vegetação que se associam com as características do solo.



4.3. O QUE É ESPERADO COM A IMPLEMENTAÇÃO DA ATIVIDADE

Esta atividade tem como objetivo destacar, além da disponibilidade de água, outra característica que possa explicar as variações de fisionomias de vegetação encontradas nas Restingas. A quantidade de nutrientes na areia da praia e no interior das florestas é um dos fatores associados a essas diferenças. Para isso, as questões foram elaboradas no sentido de auxiliar na conclusão de que solos com menos nutrientes podem prejudicar o desenvolvimento dos vegetais, mesmo quando outros fatores essenciais (como água e luz) estão presentes. Em geral, os alunos sabem que todas as plantas precisam de água e de luz para sobreviver, ainda que não saibam dos detalhes envolvidos no processo da fotossíntese. Espera-se que ao final dessa atividade os alunos sejam capazes de relatar mais fatores essenciais para o desenvolvimento das plantas, incluindo não apenas as respostas triviais, mas destacando também as características dos solos e a quantidade de nutrientes associada a essas características.

96

Com a primeira questão é desejado que os alunos organizem o conhecimento prévio sobre o assunto. Eles poderão apresentar respostas que incluam água, chuva, ar, luz, espaço, sol, solo, nutrientes, adubo, entre outros. Nesse momento o professor não deve fornecer respostas, apenas estimular o questionamento entre os alunos e a redação das respostas.

Na segunda questão, o objetivo é avaliar se eles compreendem a lógica do experimento. O que está variando com o experimento proposto? O que será testado? É importante que eles observem que existem dois fatores sendo analisados. O primeiro é o tipo de solo, para o qual existem duas opções: areia e terra vegetal e o segundo é a presença de adubo (nutrientes), para o qual existem duas opções: com e sem adubo. Dessa forma, o interesse está em observar não apenas as variações no desenvolvimento das plantas em diferentes tipos de solo, mas também o que pode acontecer quando é colocado adubo (nutrientes) neles. É extremamente importante ressaltar que o fator luz não está sendo analisado nesse experimento, pois não há variação desse fator. Esse fator está sendo controlado. Isso deve ficar claro para os alunos e por isso, durante a leitura das etapas do experimento, deve-se ressaltar que todos os vasos estarão sob as mesmas condições de luz e receberão a mesma quantidade

de água, durante o mesmo período de tempo. Estão sendo comparados, portanto, apenas dois fatores: o tipo de solo e os nutrientes presentes neles. Na terceira questão eles devem utilizar os fatores listados nas questões anteriores, juntamente com o protocolo do experimento, para descrever as previsões sobre o que poderá ocorrer após o experimento.

Na quarta questão, espera-se que eles pensem nas diferenças entre os dois tipos de substratos utilizados e de que forma essas diferenças podem interferir no desenvolvimento das plantas. Caso o professor não tenha realizado a *Atividade 3* sobre solos, recomenda-se que os alunos manipulem os solos utilizados nessa atividade (areia e terra vegetal) como forma de estimular a formulação das respostas (Nota: Considerando que existe essa possibilidade dos alunos manipularem o material, é recomendável que os solos utilizados sejam adquiridos em local confiável de modo que estejam livres de qualquer tipo de contaminação). Entre as respostas possíveis, eles poderão incluir as ideias de que (i) a “areia tem mais espaços” que a terra vegetal, e isso pode favorecer o crescimento rápido da raiz, (ii) a terra vegetal tem mais nutrientes que a areia, podendo favorecer a planta como um todo, (iii) a areia é muito permeável à água, podendo prejudicar a planta por falta de água, (iv) não há desvantagens na terra vegetal, pois ela já foi preparada para auxiliar o desenvolvimento das plantas, entre outras.

Para responder à quinta pergunta espera-se que os alunos sejam capazes de observar os efeitos tanto do tipo de solo, quanto da adição de adubo. Em relação ao tipo de solo, o ideal é que os alunos associem a quantidade de água nos pratinhos com a quantidade de água que ficou retida no solo e que pode então ser aproveitada pelas plantas. Assim, eles devem associar que uma maior quantidade de água nos pratinhos representa menor quantidade de água retida no solo, que, por sua vez representa menor quantidade de água disponível para as plantas e que implica em menor crescimento das plantas. Em relação à adição de adubo, os alunos devem indicar que, ao comparar o mesmo substrato, os que possuíam adubo apresentaram plantas mais desenvolvidas em comparação com os que não possuíam e que essa diferença foi devida à presença de nutrientes que favorecem o desenvolvimento das plantas. Nesse ponto os alunos poderão fazer comparações diferentes, por exemplo: (i) areia sem adubo X areia com adubo, (ii) areia sem adubo X terra sem adubo, (iii) areia sem adubo X terra com adubo, (iv) areia com

adubo X terra com adubo, (v) areia com adubo X terra com adubo e (vi) terra sem adubo X terra com adubo.

Na sexta questão, após a descrição detalhada dos resultados, os alunos devem reavaliar suas previsões. Na questão sete, eles devem associar as diferenças entre os dois tipos de solos com a diferença na capacidade de retenção de água entre eles. Na questão oito, deve ficar claro para eles que a quantidade de água nos pratinhos, por si só, não explica as diferenças entre os tratamentos, pois mesmo as plantas que estavam no mesmo solo e portanto com as mesmas condições de água no solo apresentaram diferenças quanto ao tamanho. É muito importante que os alunos entendam essa informação e que a partir dela possam chegar na resposta de que o adubo contribuiu para o crescimento das mudas e, principalmente que os dois fatores estão atuando conjuntamente.

Com a última questão espera-se que os alunos sejam capazes de transferir o conhecimento adquirido para uma nova situação, colocada no contexto da Restinga. Nesse momento, os alunos devem associar que o solo do tratamento D é mais similar aos solos das florestas (opção C) e que o tamanho das plantas e o adensamento da vegetação pode estar relacionado a esse tipo de solo que retém mais a água e possui mais nutrientes.

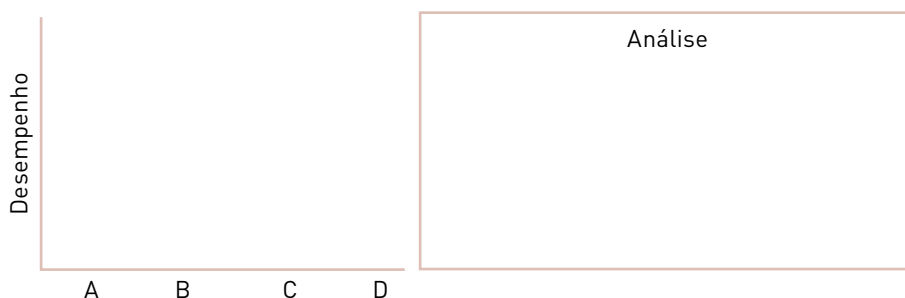
98

Ao trabalhar o tema nutrição vegetal, pode ser importante mencionar de que forma as plantas utilizam os nutrientes do solo, pois, como são organismos autótrofos, sua fonte de matéria orgânica é extremamente distinta da dos outros organismos. Caso o professor tenha trabalhado o tema da fotossíntese anteriormente, esse pode ser o momento de retomar o assunto. Caso contrário, pode-se introduzir sucintamente a ideia de que a luz fornece a energia química suficiente para que as plantas produzam matéria orgânica, utilizando também a água e o gás carbônico atmosférico nesse processo. Os nutrientes absorvidos do solo são importantes para a formação de tecidos vegetais e contribuem para os processos bioquímicos relacionados ao metabolismo das plantas. O objetivo dessa atividade está centrado apenas nas características do solo quanto aos nutrientes, por isso são recomendadas algumas referências adicionais caso o professor opte por aprofundar o tema da fotossíntese.

Como sugestão é apresentada uma questão extra no material complementar que pode ser tratada para demonstrar, de forma simplificada, como os resultados obtidos em um experimento são coletados e interpretados pelos cientistas.

MATERIAL COMPLEMENTAR

Questão extra para análise dos resultados: Com o auxílio de uma régua meça o tamanho das mudas (a maior de cada um dos vasos) do esquema dos resultados do experimento e faça uma análise comparativa entre os tratamentos. **(a)** Para auxiliar, preencha o gráfico a seguir com as medidas que você obteve. **(b)** Interprete o gráfico que você construiu e discuta com seu colega as diferenças e semelhanças encontradas. **(c)** Proponha uma hipótese para explicar o que foi observado.



99

O que é esperado com essa questão: Os alunos deverão comparar o desempenho das plantas dos tratamentos e é recomendado que eles façam isso com o apoio de um gráfico. Entretanto, o preenchimento desse gráfico só será possível se o professor esclarecer com os alunos o que está sendo adotado como medida de “desempenho”. Existem muitas formas de medir o desempenho e nesse experimento o objetivo é fazer uma análise comparativa e, por esse motivo, escolher um atributo que varie mais e que seja fácil de medir pode ser interessante. Dessa forma, deve-se escolher quais características variam mais entre as plantas em cada tratamento e quais podem ser facilmente mensuradas como (i) número de brotos que se formaram, (ii) número de folhas, (iii) comprimento da maior folha, (iv) altura das mudas, etc.

Para essa atividade complementar a altura das mudas foi escolhida como uma medida fácil de ser obtida pelos alunos, entretanto o professor pode discutir com eles essas outras possíveis medidas de desempenho.

Com o objetivo de não dificultar a atividade com excesso de informações de estatística, sugere-se que seja considerada apenas a planta com a maior altura de cada vaso. Dessa forma, os alunos não precisariam trabalhar com média, pois embora essa seja relativamente simples de ser calculada, seu significado biológico e justificativas de uso não são triviais de compreender. O professor pode discutir as variações das medidas de desempenho com os alunos, caso ache oportuno, mas independente da característica que seja escolhida, ela deve ficar clara para os alunos, a fim de permitir que a atividade prossiga.

Estando esse ponto esclarecido o professor deve instruir os alunos sobre como podem preencher o gráfico, caso ainda não tenham trabalhado com gráficos. Após a montagem do gráfico eles devem responder as questões 5, 6, 7, 8 e 9. As expectativas de respostas são as mesmas indicadas acima.

MATERIAL DE APOIO PARA O PROFESSOR



LIVROS

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. **Para entender a Terra**. Porto Alegre: Bookman, 2006. [Capítulo 7].

Para aprofundamento do tema de Nutrição Mineral:

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. [Capítulo 2]

Para relembrar da fotossíntese:

RAVEN, P. H. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. [Capítulo 7]



SITES

Para aprofundamento do tema de Nutrição Mineral. Apostila elaborada por professores da disciplina de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal do Ceará: <http://www.fisiologiavegetal.ufc.br/APOSTILA/NUTRICA0_MINERAL.pdf> Acesso em: 08 jan. 2014.

Para relembrar e se aprofundar em algumas características dos solos. Cartilha elaborada por professores e estudantes de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná <<http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/conhecendosolo.pdf>> Acesso em: 08 jan. 2014.

Experimentoteca da Universidade Federal do Paraná contém diversas experiências para auxiliar no ensino de solos: <http://www.escola.agrarias.ufpr.br/index_arquivos/experimentoteca.htm> Acesso em: 08 jan. 2014.



ATIVIDADE 5

COMO A MATÉRIA ORGÂNICA SE TRANSFORMA?

Escolher hipóteses concorrentes

Nathália Helena Azevedo, Adriana Maria Zanforlin Martini e
Daniela Lopes Scarpa

5.1. ESCOLHER HIPÓTESES CONCORRENTES

O objetivo principal desta atividade é escolher entre hipóteses concorrentes, permitindo compreender como a matéria orgânica se transforma ao longo do ciclo vital dos organismos e de que forma isso interfere no fluxo de nutrientes na natureza. Para isso, durante a atividade, os alunos precisarão: (i) coletar dados, com base na observação e descrição de um experimento, (ii) construir explicações a partir dos resultados observados, (iii) avaliar uma afirmação com base em novas informações e (iv) sintetizar, em forma de esquema, o conhecimento adquirido.

É proposto um experimento que permitirá visualizar a decomposição de frutas em duas amostras de solo diferentes: terra vegetal normal e terra vegetal esterilizada. Os alunos deverão fazer previsões sobre o que eles esperam observar e posteriormente confrontar com o que foi observado. Ao final das questões propostas na atividade os alunos deverão ser capazes de descrever um dos possíveis caminhos dos nutrientes na natureza. Os principais conceitos trabalhados são: decomposição, atividade dos microrganismos, ciclos vitais e nutrientes do solo.

Recomenda-se que a parte experimental seja montada com pelo menos duas semanas de antecedência e, se possível, com a participação dos alunos. O professor deve ficar atento ao fato de que há uma importante etapa de esterilização da terra vegetal que precisa ser cumprida com cuidado e atenção para que a realização do experimento seja bem sucedida. Durante a aula de conclusão o professor deve retomar as perguntas das primeiras questões antes dos alunos formularem as explicações com base no que foi observado.



5.2. COMO A MATÉRIA ORGÂNICA SE TRANSFORMA?

QUESTÕES PRELIMINARES

1. Faça uma lista dos organismos que vivem no solo.
2. Quando os organismos morrem no interior das florestas o que acontece com o corpo deles?

EXPERIMENTO

MATERIAIS PARA CADA GRUPO:

- 2 potes limpos e higienizados com álcool gel.
- terra vegetal
- terra vegetal esterilizada
- pedaços de banana
- caneta ou etiqueta para identificação dos potes
- filme plástico de cozinha
- luvas higienizadas com álcool gel

Instruções: (1) Lave bem as mãos com água e sabão e higienize com álcool gel. (2) Utilizando as luvas, coloque a terra vegetal esterilizada em um dos potes (etapa 1 da Figura 5.1). (3) Distribua fatias muito finas de banana sobre a terra (etapa 2 da Figura 5.1) e cubra o pote com duas camadas de plástico filme transparente de cozinha (etapa 3 da Figura 5.1). (4) Coloque a terra vegetal normal no outro pote, distribua fatias muito finas de banana sobre a terra e cubra o pote com duas camadas de plástico filme transparente de cozinha (etapa 4 da Figura 5.1). (5) Identifique cada um dos potes e deixe-os em repouso por pelo menos duas semanas.

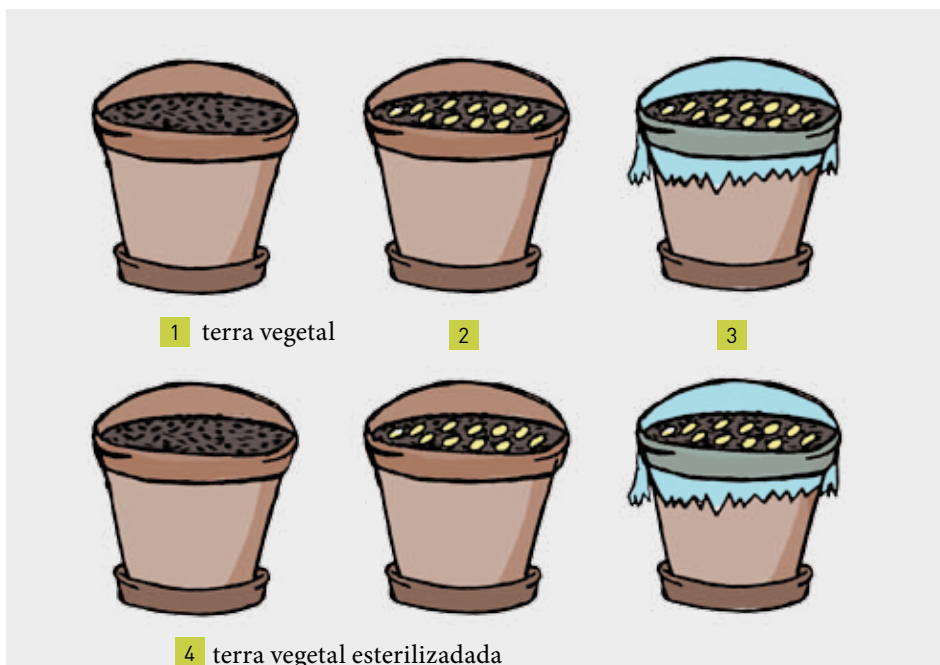


Figura 5.1. Etapas da montagem do experimento.

105

Logo após a montagem do experimento, responda:

3. A *terra vegetal esterilizada* que você utilizou no experimento foi preparada anteriormente por seu professor. Ela foi mantida a 200 °C (forno alto) por 30 minutos. Depois disso ela foi manipulada com o uso de luvas e tomou-se o cuidado de mantê-la isolada do contato com outros materiais ou superfícies.

a) O que quer dizer o termo “esterilizada”?

b) Você já ouviu esse termo em outros lugares? É algo bom ou ruim?

4. O que vai acontecer em cada um dos potes durante o período que durar o experimento?

Previsões	
Pote com terra vegetal normal	Pote com terra vegetal esterilizada

Após a conclusão do experimento, responda:

5. Quais as alterações que você observou em cada pote?

Descrição dos resultados obtidos	
Pote com terra vegetal normal	Pote com terra vegetal esterilizada

6. Avalie se as afirmações A e B a seguir podem explicar o que foi observado no experimento. Na sua opinião elas são boas hipóteses para explicar o que você observou? Justifique.

Afirmação A: As frutas no tratamento com terra vegetal normal se transformaram mais porque nesse solo existiam microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica. Ao aquecer a terra vegetal, eliminamos muitos dos microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria viva, por isso a transformação do tratamento com terra vegetal esterilizada foi menor.

Justificativa:

Afirmção B: As frutas no tratamento com terra vegetal esterilizada se transformaram menos porque esse solo não possuía condições químicas e físicas que transformariam a matéria orgânica. As substâncias químicas foram eliminadas com o aquecimento da terra vegetal e, por esse motivo não ocorreu a decomposição da matéria viva.

Justificativa:

7. Com base no que você respondeu na primeira questão e nas hipóteses da questão anterior sobre o que ocorreu durante o experimento, faça um esquema representando o que acontece quando restos de tecidos vivos (como folhas, frutos, restos de animais e de plantas, por exemplo) caem no solo do interior das florestas. Indique no seu desenho: (i) quais os organismos que contribuem para a transformação da matéria orgânica, (ii) em quais etapas de transformação cada um desses organismos atua, e (iii) o que acontece quando os restos da matéria orgânica ficam invisíveis a olho nu. Você pode fazer a sua representação na forma de desenho, história em quadrinhos ou utilizando textos e imagens.



5.3. O QUE É ESPERADO COM A IMPLEMENTAÇÃO DA ATIVIDADE

Com essa atividade espera-se que os alunos sejam capazes de explicar o destino da matéria orgânica ao término da vida e o consequente fluxo de nutrientes na natureza, que é mantido pela ação de decompositores. Para isso as questões foram elaboradas no sentido de ajudá-los a concluir que existe uma contínua degradação da matéria viva e que os microrganismos têm particular importância nesse processo, pois disponibilizam nutrientes em formatos que podem ser assimilados através do solo por outros organismos que poderão utilizar esses nutrientes em seus processos vitais.

Com as duas questões preliminares espera-se que os alunos reflitam sobre o papel do solo para os organismos. Na primeira questão ele precisará lembrar do que observou ao longo da sua experiência de vida. Dentre as respostas esperadas, o aluno poderá listar, por exemplo, minhocas, plantas, formigas, insetos, cogumelos, musgos, lagartas, gramas, cupins e aranhas, entre outros. Essa questão introduz a ideia de que o solo possui uma parte que é habitada por organismos. Na segunda questão ele precisa refletir sobre o que acontece com a matéria que constitui os organismos, quando estes terminam o ciclo vital. No momento da discussão o professor pode convidá-los a refletir sobre o que aconteceria se as folhas se acumulassem infinitamente no interior das florestas ao caírem das árvores, ou se a carne dos animais não apodrecesse, tomando sempre o cuidado de não fornecer respostas que interfiram na construção do conhecimento e que serão trabalhadas nas questões seguintes.

Para a parte experimental, é necessário que o professor esterilize a terra vegetal previamente, eliminando os microrganismos da amostra que será utilizada. Para isso é recomendado que seja estimada a quantidade que será utilizada (com base na dinâmica que for adotada para realização do experimento: em duplas, em grupos, etc) e que essa terra seja levada ao forno por 30 minutos, a uma temperatura de 200 °C (forno alto). Após esse aquecimento (e o seu resfriamento), recomenda-se cuidado para não contaminar esse solo, mantendo-o isolado ao máximo, a fim de não comprometer o resultado do experimento. É interessante que

o aluno participe das etapas seguintes da montagem da atividade prática e que contribua levando os materiais para a aula, por exemplo. Devido ao tempo necessário para que as frutas comecem a degradar, recomenda-se que o professor planeje a montagem da atividade junto com os alunos em uma primeira aula. Nessa aula as questões 1 e 2 devem ser respondidas antes da montagem e as questões 3 e 4 devem ser respondidas logo após a montagem. O professor deve trabalhar as demais questões em outra aula, a ser realizada apenas após o tempo de conclusão do experimento (sugestão: de 15 a 20 dias). Havendo a possibilidade, é interessante que os alunos façam observações periódicas, sendo instruídos a tomar os devidos cuidados para não contaminarem as amostras.

O objetivo da terceira questão é fazer os alunos refletirem sobre o significado do termo “esterilizada” utilizado ao longo da atividade. As respostas aos itens dessa questão ajudarão na escolha da hipótese que explica os resultados obtidos. Diante disso, o professor deve incentivar o debate entre os alunos e organizar as ideias gerais da turma para facilitar a redação das respostas individuais. A esterilização física (com o uso do calor) sugerida teve o objetivo de promover a eliminação de diferentes formas de microrganismos presentes (bactérias, fungos e protozoários) que pudessem atuar no processo de decomposição dos tecidos vivos utilizados no experimento. Os cuidados durante a manipulação tiveram o objetivo de minimizar as contaminações da terra esterilizada com novos microrganismos. Espera-se que os alunos já tenham ouvido o termo esterilizado. Caso contrário, o professor pode ler alguns rótulos de produtos do cotidiano e que trazem o termo impresso nas embalagens, como sabonetes bactericidas, caixas de leite, álcool gel e produtos de limpeza. Ao abordar se a esterilização é benéfica ou não, é importante que fique claro qual o ponto de vista que está sendo observado pelo aluno, e por isso talvez a melhor resposta para o item “b” seja: depende! Esterilizações podem ser boas, por exemplo, para prevenir certas doenças humanas, porém em excesso podem causar outras. A eliminação de microrganismos do solo na natureza poderia gerar graves problemas ao prejudicar a decomposição da matéria orgânica. Recomenda-se a leitura dos materiais sugeridos nas referências para melhor aprofundamento dessa questão.

Na quarta questão os alunos devem escrever suas expectativas sobre o que poderá ocorrer com as frutas nos dois tratamentos. Dentre as

respostas esperadas, eles poderão incluir que as frutas irão estragar, sumir, apodrecer. Esse experimento reproduz em pequena escala espacial e temporal o processo de decomposição da matéria orgânica que ocorre na natureza e as questões sobre ele foram formuladas para ajudar os alunos a chegarem em argumentos que contenham essa ideia. Por esse motivo, assim como nas questões preliminares à montagem do experimento, recomenda-se que não sejam fornecidas respostas nesse momento. A discussão da questão anterior deverá auxiliar os alunos não apenas na formulação das previsões pedidas nesse item, mas sobretudo nas questões seguintes.

A quinta questão é descritiva e deverá conter os resultados gerais da conclusão do experimento. Os alunos poderão relatar alterações na cor e conformação das frutas, como também no cheiro e aparência do solo. O professor poderá mediar uma discussão no sentido de comparar variações e uniformidade dos resultados observados pelos diferentes grupos ou duplas, podendo também instigar os alunos a refletir em: (i) o que pode ter causado possíveis diferenças nos resultados e (ii) o que aconteceria se o experimento ocorresse por mais tempo: para onde iria a matéria que dá forma às frutas? Com essa reflexão, assumindo para os alunos que a matéria não pode simplesmente sumir, pode-se trabalhar a informação de que a matéria orgânica é inicialmente degradada em fragmentos cada vez menores até atingir tamanhos microscópicos, depois vai sendo modificada quimicamente e, posteriormente, é dissolvida e passa a fazer parte principalmente da solução líquida existente no solo.

Com a sexta questão espera-se que os alunos avaliem as hipóteses e escolham qual pode explicar melhor os resultados do experimento. A afirmação A está correta e com a discussão dela o professor poderá trabalhar a informação de que existem diferentes organismos no solo (fungos, bactérias e pequenos animais como insetos e minhocas) que contribuem para o processo de decomposição de materiais que um dia foram vivos. Esses materiais são denominados materiais orgânicos e no experimento eles foram decompostos pela ação de microrganismos como as bactérias. A afirmação B não está correta, pois apesar das condições físico-químicas do solo (como temperatura, acidez, umidade e pouca iluminação) interferirem na decomposição da matéria orgânica ao fornecerem as condições necessárias para o estabelecimento dos microrganismos, elas não são capazes, por si só, de degradar a matéria

orgânica. A terra esterilizada não promoveu grandes transformações pois o calor eliminou os microrganismos e não as substâncias químicas presentes no solo.

Com a última questão espera-se que os alunos sejam capazes de relacionar o que foi observado no experimento e trabalhado nas questões com o que acontece na natureza. Espera-se então que, dentro das várias possibilidades de representações, os alunos incluam que quando um ser vivo morre e sua matéria é depositada no solo diferentes organismos atuam na decomposição dessa matéria, mas há uma etapa em que apenas os microrganismos atuam, fragmentando a matéria orgânica em pedaços menores e microscópicos. Os nutrientes que foram retirados da matéria orgânica pelas bactérias ficam disponíveis na solução líquida do solo e poderão ser assimilados pelos vegetais, que irão utilizá-los para suas funções vitais. Caso o professor tenha desenvolvido a *Atividade 2* com os alunos, ele pode lembrá-los da analogia do corante com os nutrientes que são absorvidos pelas plantas junto com a água e são levados para as diferentes partes do corpo da planta onde são metabolizados e transformados. Os vegetais podem ser consumidos por outros organismos, havendo uma transferência de nutrientes e energia e ao término de um ciclo vital, os organismos terão seus corpos depositados no solo, que serão transformados e disponibilizados na forma de nutrientes novamente, mantendo um ciclo constante de degradação e utilização dos nutrientes por diferentes formas de vida.

MATERIAL DE APOIO PARA O PROFESSOR



Apostila de Introdução à Microbiologia, produzida para o curso de Licenciatura em Ciências Exatas da USP de São Carlos, pela Prof^a Dr^a Nelma R. Segnini Bossolan:

<<http://biologia.ifsc.usp.br/bio4/outros/apostila.pdf>> Acesso em: 20 dez. 2013.

Matéria publicada na Revista Fapesp, sobre o papel das bactérias na decomposição de alguns materiais:

<<http://revistapesquisa.fapesp.br/2007/12/01/bacterias-do-bem/>> Acesso em: 20 dez. 2013.



Documentário da “Discovery na Escola: Tudo sobre bactérias”

<http://www.discoverynaescola.com/pdf/41bacterias_c.pdf>

Acesso em: 20 dez. 2013.



ATIVIDADE 6

O QUE SÃO OS NÓDULOS DAS LEGUMINOSAS?

Relacionar informações

Nathália Helena Azevedo, Adriana Maria Zanforlin Martini
e Daniela Lopes Scarpa

6.1. RELACIONAR INFORMAÇÕES

O objetivo desta atividade é utilizar textos que trazem descobertas científicas históricas como ferramenta para relacionar informações, permitindo que os alunos formulem hipóteses para explicar a origem dos nódulos radiculares presentes nas leguminosas. Os alunos precisarão: (i) interpretar textos, (ii) expor suas ideias durante discussões, (iii) extrair informações dos textos fornecidos, (iv) relacionar as informações para construir hipóteses e (v) avaliar evidências.

São fornecidos textos de apoio para que os alunos extraiam as informações mais relevantes de cada um deles. Ao final de cada texto são propostas perguntas para instigar a curiosidade dos alunos, exercitar a localização de informações importantes (evidências), trabalhar a argumentação científica e promover a discussão entre a turma. Os principais conceitos trabalhados são: nutrição vegetal, ciclo do nitrogênio e interações bióticas.

É recomendado que o professor medie a discussão de cada questão ao final das leituras dos textos e que estimule a formulação de explicações ao longo da atividade. O professor pode também convidar alguns alunos para expor suas explicações e escrever na lousa as hipóteses formuladas por eles nas questões indicadas, obtendo ao final da aula um quadro com três colunas (hipóteses iniciais, intermediárias e finais), com o objetivo de compará-las com a conclusão final da atividade.



6.2. O QUE SÃO OS NÓDULOS DAS LEGUMINOSAS ?

Durante as férias no litoral, dois irmãos repararam que existiam muitos exemplares de uma planta com flores bonitas na vegetação próxima à praia. Ao observarem de perto a beleza daquelas flores, decidiram levar uma pequena muda da planta para casa. Quando desenterraram um exemplar da planta, observaram que suas raízes possuíam pequenos nódulos (Figura 6.1). *O que seriam aqueles nódulos?* Decidiram então desenterrar uma planta de outra espécie que estava próxima e observaram que suas raízes não possuíam nódulos. Perguntaram-se então: *por que uma espécie tinha nódulos na raiz e a outra não?*

O dia seguinte amanheceu chovendo, e como eles estavam intrigados com a descoberta do dia anterior, pediram que seus pais os levassem até a biblioteca local, para que pudessem encontrar informações sobre esses nódulos. Com a ajuda da bibliotecária, descobriram que a espécie de planta que possuía os nódulos se chamava *Dalbergia ecastophyllum* e pertencia à família das leguminosas. Eles reuniram então outras informações que poderiam



118



© Camila de Toledo Castanho



© Camila de Toledo Castanho

Figura 6.1. Nódulos nas raízes da leguminosa *Dalbergia ecastophyllum*, comum nas Restingas

ajudá-los a resolver o problema que estava deixando-os cada vez mais curiosos. A seguir serão apresentadas algumas informações que eles reuniram e que os ajudaram a entender o que significam esses nódulos radiculares. Antes de ler as informações obtidas, responda:

1. O que você acha que são os nódulos? São bons ou ruins para a planta?

Veja abaixo o primeiro texto que eles encontraram:

TEXTO A: *As leguminosas (família de plantas que inclui o feijão, a soja e algumas espécies características da Restinga (Figura 10.2)), são utilizadas há milênios como importantes aliadas em plantações que contêm espécies de outras famílias. Chineses, gregos e romanos observaram há mais de dois milênios que, após cultivarem espécies de leguminosas, as plantas de outras famílias cultivadas no mesmo solo cresciam mais e melhor. Existem relatos na Inglaterra, de meados de 1600, recomendando alternância de culturas ou plantações simultâneas com leguminosas. A prática é usada mundialmente até hoje, e inclui cultivos em diversas plantações no Brasil.*

Sophora tomentosa



Canavalia rosea



Crotalaria vitellina



Figura 6.2. Espécies de leguminosas comuns em Restingas.

2. De que modo você acha que a presença das leguminosas poderia alterar o solo e beneficiar as plantas de outras famílias?

TEXTO B: *Na natureza o elemento químico nitrogênio está presente em diferentes formas, como por exemplo, na forma de amônia, nitrogênio gasoso, nitritos e nitratos. Ele foi identificado pela primeira vez em 1770 e sua descoberta foi importante para o conhecimento das propriedades do ar, que possui aproximadamente 78% do seu volume em nitrogênio gasoso. Na forma de gás, entretanto, o nitrogênio não participa de reações químicas (em condições normais) e por isso é denominado de gás inerte. A descoberta do nitrogênio também foi importante porque, ao aprenderem a identificá-lo, os cientistas puderam descobrir que o nitrogênio é abundante na constituição dos corpos dos organismos e é um dos quatro componentes essenciais para a vida no nosso planeta (junto com o carbono, o hidrogênio e o oxigênio). Em 1838, um pesquisador chamado Jean-Baptiste Boussingault observou que, sob as mesmas condições de cultivo, as leguminosas possuíam mais nitrogênio nas suas folhas e raízes do que as não leguminosas. Ele concluiu que as leguminosas pegavam nitrogênio do ar.*

120

3. Que informações disponíveis anteriormente você acha que levou Boussingault a chegar a essa conclusão?

TEXTO C: *Em um importante experimento feito posteriormente, Boussingault tomou uma amostra de solo que não possuía nitrogênio e a esterilizou. Utilizando essa amostra de solo esterilizado, ele cultivou leguminosas em um ambiente bastante arejado. Após algum tempo, ele constatou que o solo passou a ter nitrogênio.*

4. O que você acha que Boussingault concluiu com esse experimento?

5. Como você relacionaria a conclusão desse experimento com as práticas agrícolas citadas no texto A?

TEXTO D: *Diversos cientistas realizaram diferentes experimentos após a divulgação dos resultados das pesquisas de Boussingault. Em 1885, outro químico francês, Marcellin Berthelot demonstrou que mesmo em uma amostra de solo em que nenhuma planta leguminosa era cultivada havia um aumento da quantidade total do nitrogênio do solo com o passar do tempo, entretanto, ao esterilizar esse solo, aquecendo-o a altas temperaturas, a quantidade de nitrogênio do solo não aumentava mais.*

6. O que Berthelot pôde concluir com esse experimento?

7. Com base nos textos anteriores, como você relaciona: a quantidade de nitrogênio no solo, a presença de leguminosas e a ação da esterilização do solo?

TEXTO E: Em 1886, outros dois pesquisadores, Hellriegel e Wilfarth, pensaram que a transformação do nitrogênio ocorria devido a alguma característica ou substância do solo. Fizeram então o seguinte experimento: colocaram leguminosas em dois vasos com solo esterilizado e depois acrescentaram solo não esterilizado em um dos vasos. As leguminosas que estavam no vaso apenas com solo esterilizado murcharam, mas as outras floresceram (figura 6.3 A). Eles repetiram o experimento utilizando não leguminosas e observaram que essas não respondiam da mesma forma, pois não apresentaram diferenças entre os tratamentos (figura 6.3 B).

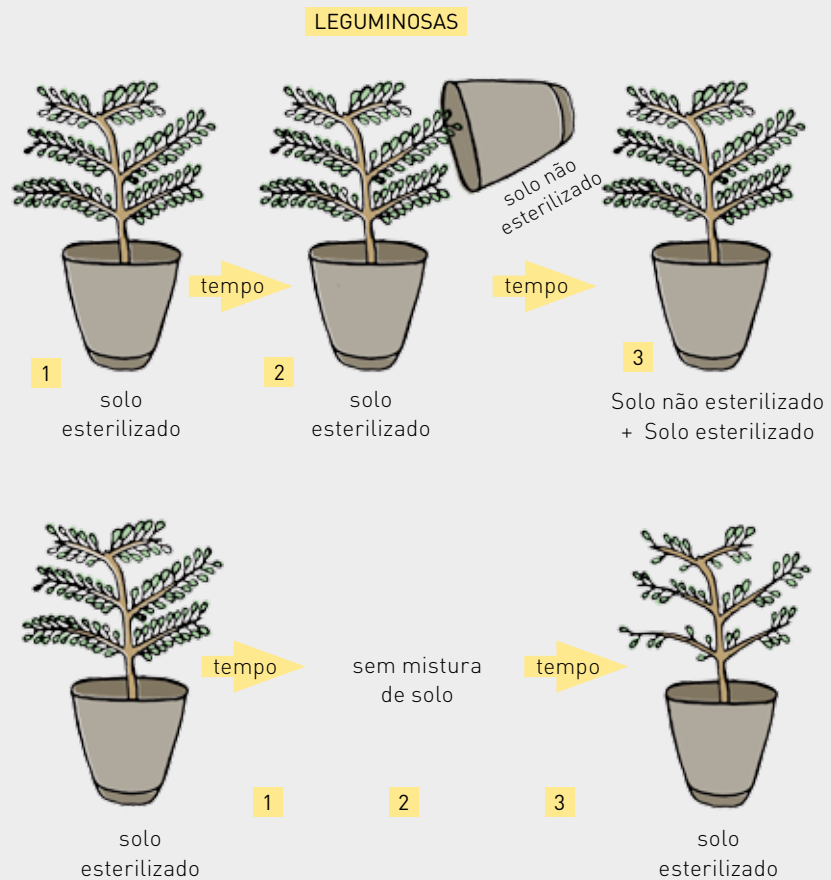


Figura 6.3 (A).

8. O que os cientistas puderam concluir com esse experimento?

TEXTO F: *Hellriegel e Wilfarth posteriormente realizaram um experimento que entrou para a história da ciência. Eles dividiram o sistema de raízes de uma planta leguminosa em duas partes e colocaram apenas metade da raiz em um solo normal. A outra metade da raiz foi colocada em solo esterilizado. Após algum tempo, eles observaram que a parte da raiz que estava no solo normal apresentou nódulos em suas raízes e apresentou crescimento mais vigoroso que a parte que estava no solo esterilizado (figura 6.4).*

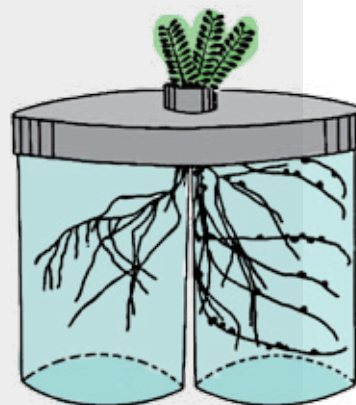


Figura 6.4. Representação esquemática do experimento de Hellriegel e Wilfarth, 1886.

9. O que os dois pesquisadores, Hellriegel e Wilfarth, puderam concluir com esse novo experimento?

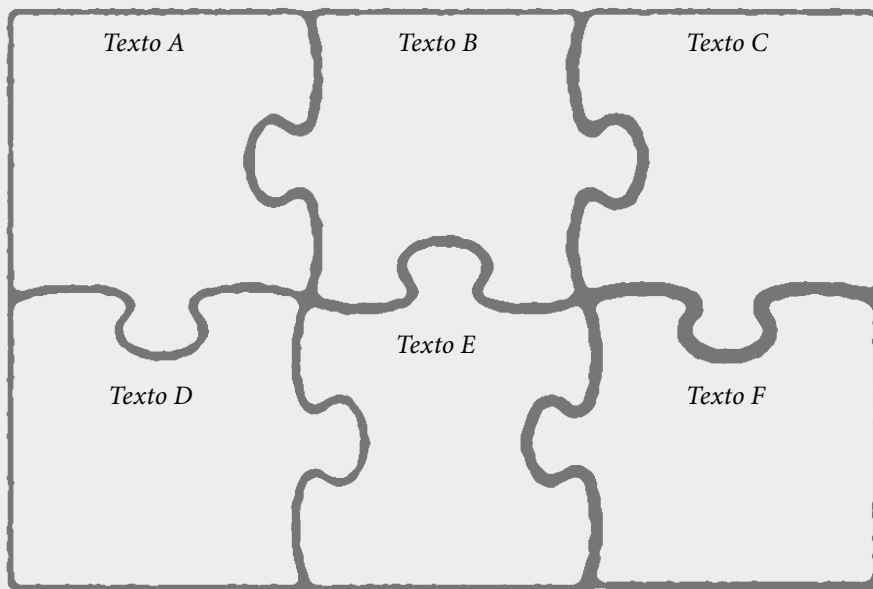
10. De acordo com os seus novos conhecimentos, como você explicaria as práticas agrícolas citadas no texto A?

11. Analise a afirmação apresentada a seguir:

*“As plantas precisam de nitrogênio e alguns microrganismos são capazes de captar esse nitrogênio da atmosfera e deixá-lo disponível para as plantas em um formato que elas conseguem assimilar. Alguns microrganismos, como bactérias do gênero *Rhizobium*, associam-se com espécies vegetais pertencentes à família das leguminosas, conferindo a elas a capacidade de sobreviver em solos pobres em nitrogênio. Essas bactérias localizam-se em nódulos que se formam nas raízes dessas plantas.”*

Apresente no quadro abaixo quais foram as evidências (apresente uma relacionada a cada um dos textos) que permitiram chegar à afirmação apresentada acima:

125



12. Baseando-se em todas as informações obtidas acima, como você explica o fato de *Dalbergia ecastophyllum* ser uma espécie abundante na região de solo arenoso em Restingas?



6.3. O QUE É ESPERADO COM A IMPLEMENTAÇÃO DA ATIVIDADE

O primeiro texto (A) traz algumas informações de contextualização sobre as leguminosas, incluindo as espécies mais conhecidas e as espécies que são características das Restingas. Com esse texto deseja-se informar os alunos sobre a importância do tema, que além de ser instigante cientificamente tem aplicações práticas. O costume de plantar leguminosas para fortalecer e enriquecer o solo é comum há milênios. Diferentes relatos datados do período a.C. mostram as recomendações de cultivo das leguminosas com a finalidade de usá-las para uma adubação verde que elevasse o rendimento das plantações seguintes (as sugestões de referências possuem um aprofundamento histórico sobre o assunto). Entretanto, havia um desconhecimento dos reais motivos da melhoria do solo, sendo as observações desse período apenas empíricas. Esse é um ponto que pode ser discutido com os alunos, pois constitui importante etapa do processo científico: observar fatos na natureza e propor explicações factíveis para as perguntas resultantes das observações. Com a pergunta referente a esse texto, deseja-se explorar as ideias que podem ser levantadas pelos alunos e discutir a importância dessa etapa inicial do processo científico. Recomenda-se que as hipóteses apresentadas aqui sejam escritas em uma primeira coluna na lousa.

O texto B também tem um caráter informativo e traz informações sobre o nitrogênio e a problemática abordada na atividade. O objetivo é que os alunos tenham em mente que o nitrogênio é importante para a vida, mas que existe um problema associado a ele: o fato de que sua forma na atmosfera é inerte, e por isso não reage com outros elementos sob condições normais. Entretanto, como os alunos desse nível ainda não possuem um aprofundamento sobre conteúdos de química, não são trabalhados nessa atividade os detalhes sobre as diferentes formas desse elemento. A pergunta proposta sobre esse texto é de caráter exploratório, mas espera-se que o aluno atento seja capaz de retomar a informação contida no texto introdutório da atividade e relate que o nitrogênio pode estar presente, por exemplo, em partes dos vegetais.

No texto C é apresentado o primeiro experimento relacionado à disponibilidade do nitrogênio. Os alunos possivelmente irão relatar que o

resultado do experimento sugere que as leguminosas podem de alguma forma capturar, ou fixar, o nitrogênio diretamente da atmosfera. Na segunda questão desse texto, é esperado que eles relacionem a prática milenar de plantar leguminosas (via rotação de culturas ou cultivo simultâneo com espécies de outras famílias) com o papel dessa família no enriquecimento do solo com nitrogênio.

No texto D é descrito o experimento que buscou analisar apenas o solo. Com os dados fornecidos, espera-se que os alunos relatem que o resultado do experimento sugeriu que a fixação de nitrogênio era uma propriedade de algo presente no solo e também que esse “algo” poderia ser destruído por calor ou dessecação. Com a sétima questão propõe-se que os alunos tentem formular uma explicação com as informações que ele obteve até o momento (que as leguminosas enriquecem o solo, possivelmente captaram nitrogênio do ar e em solos esterilizados não ocorre fixação de nitrogênio) e que as relacione de forma lógica. O professor pode registrar algumas hipóteses no quadro, ao lado das hipóteses referentes à primeira questão, para discussão ao término da atividade, a fim de compará-las com as hipóteses apresentadas mais adiante e que terão como base um maior número de evidências.

128

No texto E, é apresentado um experimento que basicamente uniu as práticas apresentadas no texto C e D. Com ele, foi possível concluir que a fixação de nitrogênio estava sendo feita por microrganismos presentes no solo (os pesquisadores sabiam que o “algo” presente no solo podia ser destruído por calor ou dessecação, sugerindo que se tratava de um ser vivo) e que as leguminosas interagem de alguma forma com esses microrganismos, o que possivelmente conferia a elas vantagens para o seu desenvolvimento.

O texto F apresenta um experimento criativo que uniu os conhecimentos existentes até aquele momento. Com a nona questão é esperado que os alunos extraiam do texto a informação de que os nódulos estavam presentes na metade que apresentou crescimento mais vigoroso e, por isso, devem ser benéficos para a planta. O experimento demonstrou que os nódulos radiculares eram produzidos por algo (presumidamente uma bactéria de algum tipo) no solo. Os nódulos encontrados nas raízes das leguminosas eram onde possivelmente os microrganismos se alojavam.

No final de 1887, estava claro que os nódulos nas raízes eram a base de uma das formas de fixação do nitrogênio pelas plantas. A fixação

biológica do nitrogênio era uma realidade e isso explicava o que agricultores já sabiam por no mínimo 2000 anos: leguminosas podiam ajudar a recuperar a fertilidade do solo. O que eles não imaginavam era que as leguminosas fazem isso fixando o nitrogênio com o auxílio de microrganismos. Para detalhes históricos adicionais o professor pode consultar as referências recomendadas.

Na décima questão os alunos deverão propor hipóteses mais completas para explicar as observações empíricas dos agricultores antigos. O professor poderá redigir algumas hipóteses na lousa, complementando o quadro que foi sugerido anteriormente. As novas explicações dos alunos podem ser comparadas com as explicações anteriores e com a explicação fornecida na última questão. Espera-se que eles relatem de forma lógica em suas hipóteses a idéia de que as leguminosas enriquecem o solo; possuem nódulos radiculares; sobrevivem em solos com pouco nitrogênio (ainda que esse seja um elemento importante para os vegetais); que microrganismos do solo transformam o nitrogênio atmosférico para uma forma que pode ser assimilada pelas plantas e que algumas bactérias vivem associadas às plantas.

Na questão 11 é apresentada uma conclusão com base nas evidências discutidas ao longo da atividade. Após as leituras e discussões com a turma, espera-se que os alunos estejam aptos a extrair e redigir as evidências de cada experimento (texto) apresentado, destacando o papel delas para a conclusão do tema.

A última questão tem como objetivo trazer o conhecimento adquirido ao longo dessa atividade para o contexto da pergunta originalmente feita pelas crianças fictícias do início da atividade, envolvendo o ambiente de Restinga. Se o professor desenvolveu com os alunos todas as atividades propostas anteriormente neste livro, ele poderá propor aos alunos que relembrem as questões referentes às dificuldades que uma planta enfrenta por viver em solo arenoso tanto em relação à disponibilidade de água quanto de nutrientes (trabalhadas nas *Atividades 3 e 4*). Também poderá retomar o resultado final do experimento da *Atividade 4*, que mostra que as plantas cresceram menos em solo arenoso com poucos nutrientes e discutir com os alunos que algumas plantas possuem estratégias que permitem que elas cresçam mais e sobrevivam nesse tipo de ambiente. Essas plantas seriam, portanto, mais eficientes em obter os poucos nutrientes disponíveis, como é o caso de *Dalbergia ecastohyllum*

em função de sua associação com as bactérias do gênero *Rhizobium*.

Durante a discussão de toda essa atividade, o professor deve esclarecer como funciona a construção do conhecimento científico e de que forma ele está atrelado à dedicação e empenho de diferentes pesquisadores. Após os esclarecimentos finais, como fechamento da aula, o professor pode apresentar o ciclo do nitrogênio. Caso o professor opte por trabalhar o ciclo do nitrogênio com mais detalhes, a associação entre as leguminosas e as bactérias do gênero *Rhizobium* pode ser melhor explorada e são sugeridas algumas questões adicionais no material complementar para isso.

MATERIAL DE APOIO PARA O PROFESSOR



LIVROS E ARTIGOS CIENTÍFICOS

130

Para relembrar as etapas da fixação e do metabolismo do nitrogênio:

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. [Capítulos 3 e 4].

Fatos históricos sobre a descoberta do nitrogênio e sua relação com as leguminosas:

CHAGAS, A. P. 2007. **A síntese da amônia: alguns aspectos históricos**. Química nova, volume 30, numero 1, 240 – 247.

STANDAGE, Tom. 2010. **Uma história comestível da humanidade**. Editora Zahar. [Capítulo 11]

Material em inglês

Fatos históricos detalhados sobre a descoberta do nitrogênio e sua relação com as leguminosas:

WISNIAK, J. 2000. **Jean Baptiste Boussingault**. Revista CENIC Ciências Químicas, vol. 38, no 1.

FREY, K. J. **Historical perspective in plant science**. Iowa State University, 1994.

G. J. Leigh. **The World's Greatest Fix: A History of Nitrogen and Agriculture**. Oxford University Press, 2004.



MATERIAL DISPONÍVEL ON-LINE:

Apostila elaborada pela EMBRAPA: Ricardo S. Araújo e Mariângela Hungria, 1994. **Microrganismos de Importância Agrícola**. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/26171/1/doc-44.pdf>> Acesso em: 20 dez. 2013.

Apostila sobre Metabolismo e Ciclo do Nitrogênio, elaborada por professor do Departamento de Ciências Biológicas da ESALQ - USP: <<http://docentes.esalq.usp.br/luagallo/nitrogenio.htm>> Acesso em: 20 dez. 2013.

Material sobre a fertilidade do solo e a produtividade agrícola, produzido por professores do Departamento de Solos da UFPR. <<http://people.ufpr.br/~nutricao/plantas/fertisolo.pdf>> Acesso em: 20 dez. 2013.

Aula da EASALQ – USP transformada em artigo, contendo informações detalhadas sobre o nódulo das raízes das leguminosas e sua descoberta. Carvalho, Ruben de Souza. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz [online]. 1946, vol.3, pp. 9-26. ISSN 0071-1276 <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S007112761946000100002&script=sci_arttext> Acesso em: 20 dez. 2013.

131



VÍDEO

Canal “Videoteca Embrapa” no Youtube, contem vídeos sobre o uso de Inoculantes para aumentar as quantidades de nitrogênio em lavouras, possibilitando uma maior produção por um custo menor: <<http://www.youtube.com/watch?v=7si1wXLZZCM>> Acesso em: 20 dez. 2013.



PRANCHAS DOS EXPERIMENTOS
E ATIVIDADES PRÁTICAS

Nesta sessão são apresentadas instruções detalhadas e os resultados dos testes de algumas das atividades propostas na sequência didática.

ATIVIDADE 2.

COMO OCORRE O TRANSPORTE DA ÁGUA NO CORPO DAS PLANTAS? CONSTRUIR EXPLICAÇÕES A PARTIR DE OBSERVAÇÕES

ATIVIDADE PRÁTICA 1

MATERIAIS

- vaso com planta que contenha muitas folhas e não possua flores (sugestão na figura 1)
- saco plástico transparente
- pedaço de barbante
- copo com água
- tesoura e fita adesiva



Figura 1. Sugestão de planta para atividade prática 1 *Euonymus fortunei* (Evônimo)

INSTRUÇÕES:

(1) Com a água do copo, molhe a terra do vaso, até ficar bem encharcada. (2) Cubra a planta com o saco plástico. Nessa etapa, é recomendável que o saco plástico seja adequado ao tamanho da planta, recortando-o ou prendendo suas extremidades com fita adesiva, conforme mostrado nas imagens abaixo. Essa sugestão poderá facilitar a visualização das gotículas, por deixar o saco plástico mais esticado. (3) Amarre a extremidade aberta do saco com o pedaço de barbante na base do caule, próximo à terra. (4) Deixe a planta exposta ao sol por no mínimo 30 minutos. (5) Observe o que ocorreu no interior do saco plástico.

Obs.: Evite plantas com folhas suculentas.



Figura 2: Detalhes da etapa 2: saco de plástico recortado e preso com fita adesiva nas extremidades e barbante amarrando a base do caule.

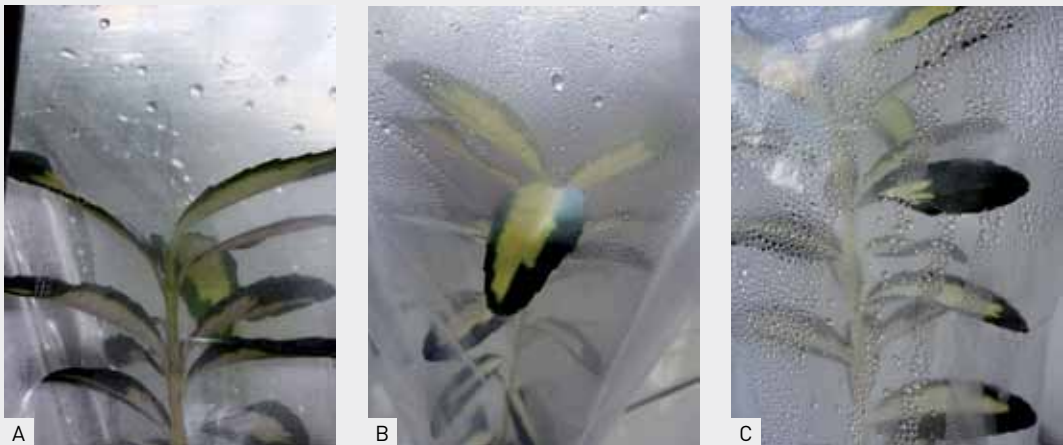


Figura 3: Resultado após exposição a luz do sol em um dia quente: (A) 30 minutos, (B) 1h e (C) 2h.

ATIVIDADE 3.

CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS EM SOLOS COM POUCA ÁGUA: APLICAR O CONHECIMENTO EM UM NOVO CONTEXTO

MATERIAIS

- três garrafas plásticas (tipo PET)
- tesoura
- copo com água
- papel filtro (coador de café de papel)
- fita adesiva
- relógio
- quantidades iguais de areia, terra vegetal e argila
- lupa de mão

INSTRUÇÕES:

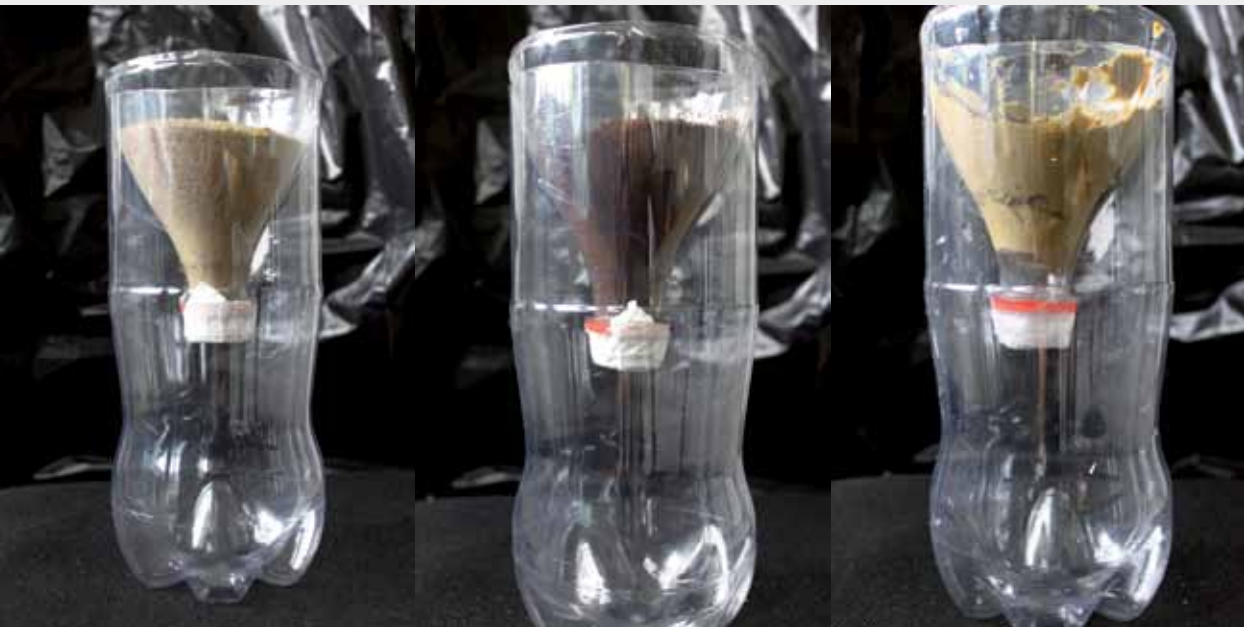
(1) uma pequena quantidade de cada um dos substratos e observe-os com a lupa de mão. (2) Retire as tampas das garrafas plásticas. (3) Com a tesoura, corte a parte superior das garrafas. (4) Corte um pedaço do papel filtro e prenda-o com a fita adesiva na boca da garrafa, pelo lado externo. (5) Encaixe a parte cortada de acordo com a figura 6. (6) Coloque em cada garrafa aproximadamente 200 gramas de um tipo de substrato. (7) Adicione ao mesmo tempo 200 ml de água em todas as garrafas e observe por 10 minutos.



Figura 4. Materiais usados durante os testes desse experimento.



Figura 5. Detalhes da montagem do experimento. Mostrando o corte das garrafas e o filtro de papel preso à boca da garrafa com fita adesiva.



areia

terra vegetal

argila

Figura 6. Detalhes da montagem do experimento.

Foram adicionados 200ml de água em cada um dos substratos. Observou-se quando a água parava de pingar. Na areia, o tempo foi inferior a 1 minuto, na terra vegetal aproximadamente 5 minutos e na argila, após 10 minutos de observação nenhuma gota havia caído no fundo da garrafa.

ATIVIDADE 5.

COMO A MATÉRIA ORGÂNICA SE TRANSFORMA? ESCOLHER HIPÓTESES CONCORRENTES

EXPERIMENTO

MATERIAIS:

- forma metálica
- papel alumínio
- 2 potes (por grupo) limpos e higienizados com álcool gel
- terra vegetal
- pedaços de banana
- caneta ou etiqueta para identificação dos potes
- filme plástico de cozinha
- luvas higienizadas com álcool gel

138



Figura 7. Materiais usados durante os testes desse experimento.

INSTRUÇÕES:

Para a esterilização: Preencha uma forma metálica com uma fina camada de terra vegetal e cubra a forma com papel alumínio. Leve o conjunto ao forno e mantenha a 200 °C (forno alto) por, pelo menos, 30 minutos. Espere esfriar e mantenha a forma coberta antes da manipulação. Ao transferir a terra para um outro recipiente, limpe-o com álcool gel e use luvas, tomando sempre os cuidados para não contaminar a terra.



Figura 8: Forma metálica com terra vegetal e posteriormente coberta com papel alumínio para ser levada ao forno.

Montagem com os alunos: (1) Lave bem as mãos com água e sabão e higienize com álcool gel. (2) Utilizando as luvas, coloque a terra vegetal esterilizada em um dos potes. (3) Distribua fatias muito finas de banana sobre a terra e cubra o pote com duas camadas de plástico filme transparente de cozinha. (4) Coloque a terra vegetal normal no outro pote, distribua fatias muito finas de banana sobre a terra e cubra o pote com duas camadas de plástico filme transparente de cozinha. (5) Identifique cada um dos potes e deixe-os em repouso por pelo menos duas semanas.



Figura 9. Detalhes da montagem do experimento. (A) Terra vegetal esterilizada e (B) terra vegetal normal.

Uma semana depois da montagem



terra esterilizada

terra normal

Figura 10: Resultado do experimento após uma semana de observação. É possível notar que durante os testes houve contaminação da terra esterilizada. Por esse motivo, recomenda-se o máximo de cuidado para que seja possível obter um resultado comparativo satisfatório. Outra recomendação importante é que as fatias de banana sejam mais finas que as mostradas nessa figura.