

# Veja o mundo com CIÊNCIA




A RESTINGA SOB O OLHAR DA CIÊNCIA:  
*propostas de sequências didáticas para a  
sala de aula*

# **Veja o mundo com CIÊNCIA**

**A RESTINGA SOB O OLHAR DA CIÊNCIA: *propostas de sequências didáticas para a sala de aula***

## **Coordenação Geral:**

A  na Martini  
Alexandre Adalardo de Oliveira  
Marcelo Tadeu Motokane  
Mayumi Yamada Tokairin

## **FICHA TÉCNICA**

### **COORDENAÇÃO E ELABORAÇÃO:**

**Marcelo Tadeu Motokane  
Mayumi Yamada Tokairin**

### **EDITORIAÇÃO:**

**Caio Castro e Freire  
Luziene Aparecida Grandi  
Mayumi Yamada Tokairin  
Renato Chaves Azevedo**

### **AUTORES:**

**Caio Castro Freire  
Camila de Toledo Castanho  
Camila Diogo Cover  
Daniela Zanelato  
Diana Graça  
Fabiana Maris Versuti Stoque  
Flávia Moraes de Jesus  
Júlia Stuart  
Marcelo Tadeu Motokane  
Maria Carolina Gameiro  
Márcia Ione da Rocha Pannuti  
Mayumi Yamada  
Renato Chaves Azevedo  
Selmo Bernardo  
Teresa da Silva Nunes**

### **COORDENAÇÃO DO PROJETO “Conservação e Restauração de Ecossistemas de Restingas do Litoral Sul de São Paulo”:**

**Adriana M. Z. Martini  
Alexandre Adalardo de Oliveira**

### **COLABORADORES:**

**Ana Claudia Cazarotti  
Ivy Chiarelli**

### **PATROCÍNIO:**



**Petrobras**

## **APRESENTAÇÃO**

Prezado Professor,

É com grande satisfação que o Laboratório de Ecologia de Florestas Tropicais (LABTROP) e o Grupo de Pesquisa em Linguagem e Ensino de Ciências (LINCE) apresentam o livro *“Veja o Mundo com Ciência - A Restinga sob o olhar da Ciência: propostas de sequências didáticas para a sala de aula”*, financiado pela Petrobras.

Esta obra é fruto das discussões entre o LABTROP e o LINCE sobre a importância da recuperação e conservação de ecossistemas de restingas e como discutir esse assunto em sala de aula.

Dessa forma, o livro traz temas que são estudados no LABTROP e também uma breve descrição do ambiente de restinga. A discussão sobre a Ciência na sala de aula inicia-se a partir dos pressupostos da Alfabetização Científica e por fim, são propostas Sequências Didáticas desenvolvidas com o intuito de se trabalhar temas da Ecologia.

As Sequências Didáticas apresentam orientações pedagógicas que podem guiar a sua aula e devem ser adequadas à realidade e aos recursos de cada escola e às especificidades de cada contexto de ensino.

Esperamos que esse material possa auxiliá-lo na montagem de aulas e abrir espaços para a reflexão sobre o papel do ensino de Ciências na formação de um cidadão crítico e consciente.

Bom trabalho!

Equipes do LABTROP e LINCE.

## SUMÁRIO

### ❖ **CAPÍTULO 1. QUEM SOMOS E O QUE FAZEMOS**

Laboratório de  Florestas Tropicais (LABTROP)  
Grupo de Pesquisa em Linguagem e Ensino de  
Ciências (GRUPO LINCE)

### ❖ **CAPÍTULO 2. O PROJETO “CONSERVA RESTINGA”**

Por que é importante?

A Restinga do “Parque Estadual da Ilha do  
Cardoso” (PEIC)

A vegetação do  Restinga

Alguns focos de pesquisa do LABTROP

Dispersão de sementes

Facilitação

Predação, competição e herbivoria

### ❖ **CAPÍTULO 3. A PESQUISA EM CIÊNCIAS E A SALA DE AULA**

Alfabetização Científica

Sequências Didáticas para o Ensino de Biologia

 temas das sequências didáticas do grupo  
LINCE

### ❖ **ANEXO 1. Descrição das sequências didáticas**

- **SEQUÊNCIA DIDÁTICA 1 - “O que pode modificar uma vegetação?”**  
**PARTE 1. A influência de fatores abióticos**  
**PARTE 2. A influência de fatores bióticos**
- **SEQUÊNCIA DIDÁTICA 2 - “O que interfere na taxa de frutificação?”**
- **SEQUÊNCIA DIDÁTICA 3 - “Como surgem as adaptações?”**

❖ **ANEXO 2. Orientações pedagógicas para o uso das sequências didáticas**

- **SEQUÊNCIA DIDÁTICA 1 - “O que pode modificar uma vegetação?”**

**PARTE 1. A influência de fatores abióticos**


**PARTE 2. A influência de fatores bióticos**

- **SEQUÊNCIA DIDÁTICA 2 - “O que interfere na taxa de frutificação?”**
- **SEQUÊNCIA DIDÁTICA 3 - “Como surgem as adaptações?”**

## CAPÍTULO 1. QUEM SOMOS E O QUE FAZEMOS



### Laboratório Florestas Tropicais (LABTROP)

O LABTROP faz parte do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. É um laboratório de pesquisas focado no estudo dos mecanismos de geração e manutenção da imensa diversidade, principalmente de plantas, das florestas tropicais. O LABTROP conta com uma equipe de alunos de graduação, pós-graduação e gerência administrativa, sob coordenação do Prof. Dr. Alexandre Adalardo de Oliveira e da Profa. Dra. Adriana Martini.  envolveram na produção deste material:

Coordenadores:

Prof. Dr. Alexandre Adalardo de Oliveira

Prof. Dra. Adriana M. Z. Martini

Gerência Administrativa:

Ivy Chiarelli

Ms. Márcia I. R. Pannuti

Doutorado:

Camila de Toledo Castanho

Flávia Moraes de Jesus

Mestrado:

Daniela Zanetalo

Julia Stuart

Graduação:

Diana Graça

Equipe Técnica:

Selmo Bernardo



**Grupo de Pesquisa em Linguagem e Ensino de Ciências  
(GRUPO LINCE)**

O Grupo LINCE faz parte da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. É um grupo que pesquisa as contribuições da argumentação para o Ensino de Ciências e de Biologia. O LINCE conta com uma equipe de alunos de graduação, pós-graduação e professores de Ciências/Biologia, sob coordenação do Prof. Dr. Marcelo Tadeu Motokane. Se envolveram na produção deste material:

Coordenador:

Prof. Dr. Marcelo Tadeu Motokane

Pós-Doutorado:

Prof. Dra. Fabiana Maris Versuti Stoque

Doutorado:

Ms. Luziene Aparecida Grandi

Mestrado:

Caio Castro e Freire

Mayumi Yamada Tokairin

Renato Chaves Azevedo

Graduação:

Camila Diogo Cover

Professoras:

Ana Cláudia Cazarotti

Teresa da Silva Nunes

## **CAPÍTULO 2. O PROJETO “CONSERVA RESTINGA”**

### **Por que é importante?**

A Mata Atlântica é um Bioma formado por diversos ecossistemas. Este bioma está em condições críticas de conservação. Estima-se que restam apenas 7% de sua cobertura vegetal original (Fig. 1), sendo que esse número pode ser ainda menor para alguns de seus ecossistemas, como a Restinga.

Fig.1. A - Cobertura vegetal original da Mata Atlântica. B - Cobertura vegetal atual da Mata Atlântica <sup>[1]</sup>.

Por se localizar em planícies litorâneas, a Restinga vem sendo ocupada por populações humanas há mais de 8 mil anos. Entretanto, no estado de São Paulo o processo de degradação intensificou-se drasticamente nas últimas décadas, principalmente pelo adensamento populacional (Fig. 2) e pela instalação de complexos industriais e petroquímicos, entre outros. Os ecossistemas de restinga ocupam uma das regiões do estado, com maior densidade demográfica (87 habitantes/Km<sup>2</sup>), cinco vezes superior a da média nacional, que é de 17 habitantes/Km<sup>2</sup>.

Fig. 2. Praia de Santos – SP <sup>[2]</sup>.

Em situações de degradação ambiental drástica, não basta apenas reflorestar a área impactada, já que um ecossistema não é composto somente pela sua cobertura vegetal. É preciso também restabelecer os processos ecológicos que garantem a manutenção desse ecossistema. Isso significa recuperar diversos recursos como, por exemplo: as nascentes, os locais para nidificação de pássaros, agentes polinizadores, dispersores de sementes, entre outros.

O processo de recuperação ambiental em paisagens muito alteradas é custoso e ainda pouco entendido, já que as pesquisas sobre o assunto ainda são incipientes. Nesse sentido é imprescindível estudos de restauração ambiental testando diferentes modelos e estudando aspectos biológicos relevantes na recuperação de áreas degradadas.

### **A Restinga do “Parque Estadual da Ilha do Cardoso” (PEIC)**

Os ecossistemas são diferentes dependendo da região onde se situam. Assim, restaurar a restinga em São Paulo não é como restaurar a restinga na Bahia, por conta das diferenças nas condições bióticas (ex: a composição da fauna e flora) e abióticas (ex: microclima, o tipo de solo). Essas diferenças são fatores importantes para definir quais são as melhores técnicas para cada um desses locais. No caso de São Paulo, ainda faltam estudos dedicados ao desenvolvimento dessas técnicas específicas.

Esses estudos são possíveis se realizados em um local onde as características do ecossistema estejam minimamente preservadas. Este é o caso da Ilha do Cardoso, motivo pelo qual foi escolhida pela equipe do projeto “Recuperação e Conservação dos Ecossistemas de Restinga do Litoral Sul do Estado de São Paulo” (Projeto “Conserva Restinga”).

Pertencente ao município de Cananéia, extremo sul do litoral do Estado de São Paulo (Fig. 3-A), a Ilha do Cardoso (Fig. 3-B) possui uma área de aproximadamente 22.500 ha e foi transformada em Parque Estadual pelo Decreto nº 40.319 de 1962.

Fig. 3. A - Localização do município de Cananéia no Estado de São Paulo <sup>[3]</sup>. B - Ilha do Cardoso <sup>[4]</sup>.

## A vegetação da Restinga

Além de diferirem em uma escala espacial maior, por exemplo, de um estado para o outro, as características de uma restinga podem mudar dependendo da sua proximidade com o mar (escala espacial menor). Assim, dentro do mesmo ecossistema, mesma localidade (como a Ilha do Cardoso), a vegetação da restinga não é uniforme, mas sim formada por mosaicos com diferentes fisionomias, que estão sob influência marinha e fluviomarinha. Esses mosaicos se distribuem de acordo com a distância do Oceano Atlântico. Quanto mais longe da praia, mudam-se as condições de umidade, temperatura, relevo, solo, entre outras. Isso influencia diretamente a composição vegetal que se estabelece nesses pontos. Assim, podemos encontrar em uma mesma restinga fisionomias como:

1) Vegetação Herbácea - localiza-se próxima ao mar, sobre a areia seca (praia e dunas). Essa vegetação é rasteira e possui características adaptativas por conta da alta salinidade, instabilidade do terreno e também por estar exposta a altas temperaturas durante o dia e baixas temperaturas durante a noite (Fig. 4).

Fig. 4. Vegetação Herbácea de Restinga <sup>[5]</sup>.

2) Vegetação Arborescente - localiza-se ainda sobre solo arenoso, porém onde há acúmulo de água em determinadas épocas do ano, o que dificilmente ocorre nas praias e dunas. A vegetação possui ramos predominantemente retorcidos, formando moitas contínuas ou intercaladas com espaços abertos. Algumas plantas podem chegar a 3 metros de altura (Fig. 5).

Fig. 5. Vegetação Arbustiva de Restinga <sup>[6]</sup>.

3) Floresta Baixa de Restinga - localiza-se mais distante do oceano e mais próxima da encosta das montanhas. A vegetação é formada por arbustos e árvores que podem chegar a 10 metros de altura e 1 metro de tronco entre 5 e 10 cm. As árvores da Floresta Baixa de Restinga formam um dossel bastante aberto, ou seja, as copas das árvores encontram-se espaçadas o que permite a entrada da luz solar com bastante facilidade (Fig. 6). Há um grande variedade de bromélias e orquídeas nesses locais (Fig. 7).

Fig. 6. Dossel da Floresta Baixa de Restinga <sup>[6]</sup>.  
Floresta Baixa de Restinga <sup>[6]</sup>.

Fig. 7 - Bromélias da

4) Floresta Alta de Restinga - localizada mais próxima das encostas das montanhas, do que a Floresta Baixa. A vegetação é predominantemente arbórea com dossel bastante fechado. As árvores podem atingir até 40 m de altura e até 40 cm de diâmetro. Normalmente, é a fisionomia da Restinga, com maior diversidade de espécies (Fig. 8).

Fig. 8. Floresta Alta de Restinga <sup>[7]</sup>.

## Alguns focos de pesquisa do LABTROP

### Dispersão de sementes

As plantas conhecidas como Angiospermas podem produzir flores, frutos e sementes. As sementes de angiospermas estão dentro dos frutos, e dentro de cada semente há um embrião que pode se desenvolver e originar uma nova planta (Fig. 9). O sucesso no desenvolvimento das sementes de algumas espécies de plantas depende muitas vezes do deslocamento dessas sementes para longe da planta-mãe. Esse deslocamento é chamado de dispersão e é um elemento importante para o ciclo de vida de algumas espécies vegetais.

Fig. 9. Sementes de feijão: 1) Endosperma; 2) Embrião; 3) Tegumento <sup>[8]</sup>.

Há vários modos de dispersão das sementes: elas podem ser transportadas pela própria planta - por exemplo, quando frutos amadurecem e caem do cacho, deslocando as sementes por pequenas distâncias (do cacho até o chão) ou quando alguns frutos possuem mecanismos para arremessar as sementes para regiões um pouco mais distantes da planta-mãe. As sementes também podem ser transportadas pelo vento, pela água ou por animais, atingindo distâncias ainda maiores (Fig. 10). Animais podem transportar sementes tanto na superfície do corpo como no interior do trato digestório- quando ingerem frutos, mas não digerem as sementes, eliminando-as nas fezes sem danos aos embriões.

Fig. 10. Diferentes modos de dispersão. A - Dispersão pelo vento. B - Dispersão pela água . C - Dispersão por animais <sup>[9]</sup>.

Dependendo das características das sementes e dos frutos de determinada espécie de planta, elas têm maior chance de serem dispersas de um jeito e não de outro. Sementes aladas são facilmente deslocadas pelo vento. Sementes ou frutos que possuem estruturas de fixação / adesão podem grudar nos pelos dos animais (Fig. 11). Sementes que estão dentro de frutos carnosos têm chances maiores de serem dispersas por animais que se alimentam do fruto. Isso não significa que sementes de uma determinada espécie só tenham um tipo de dispersão, na verdade é possível identificar um tipo predominante - um padrão - mas uma mesma semente pode, por exemplo, sofrer uma primeira dispersão ao cair no chão (junto com os frutos maduros) e uma segunda dispersão quando essa semente é coletada no chão por algum animal e levada para algum local distante da planta-mãe.

Fig. 11. Fruto de picão; possui estruturas que facilmente se fixam nos pelos de animais <sup>[10]</sup>.

O deslocamento das sementes para longe da planta-mãe pode aumentar as chances de desenvolvimento do embrião já que próximas elas normalmente correm maior risco de serem predadas por animais, principalmente insetos, aves e mamíferos. Alguns animais podem atuar

tanto como dispersores - caso do esquilo quando ele simplesmente transporta e enterra sementes - como atuar predando as sementes (Fig. 12).

Fig. 12. A - Esquilo comendo sementes de Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) [11]. B - Frutos de Jerivá evidenciando a marca triangular deixada pela dentição dos esquilos [12].

Outra possível vantagem para as sementes deslocadas para longe da planta-mãe é que quanto menor o número de sementes de mesma espécie no mesmo local, menor é a chance das plantas jovens germinadas terem que competir por recursos do solo, por exemplo. Assim a dispersão pode desempenhar papel fundamental no sucesso reprodutivo de algumas plantas. Por essa razão, essa é uma das interações ecológicas de grande interesse para estudos sobre conservação de ecossistemas - como as pesquisas do LABTROP. Identificar padrões de dispersão das sementes em um ecossistema pode ajudar a indicar o grau de conservação desse ecossistema.

### **Facilitação**

Além da dispersão de sementes, outra interação ecológica que pode favorecer o ciclo de vida de algumas plantas é a facilitação.

A facilitação ocorre quando certas plantas melhoram as condições do ambiente facilitando a sobrevivência de plantas vizinhas. Por exemplo, algumas plantas possuem características que permitem que elas sobrevivam em ambientes de calor intenso e alta incidência solar. Ao crescer, elas fazem sombra nessa área, possibilitando que outras, intolerantes à alta incidência de luz, possam se estabelecer no local. Isso é muito comum na restinga, especialmente nos locais onde há predominância de vegetação arbustiva: algumas plantas se desenvolvem apenas nas sombras que outras fornecem.

Outro exemplo muito comum que também ocorre nas Florestas de Restinga é a associação entre algumas plantas e microorganismos

presentes no solo (Fig. 13). Essa associação permite que estas plantas disponibilizem uma maior quantidade de nitrogênio no solo, o que pode favorecer a sobrevivência de outras espécies vegetais.

Fig. 13. A - Associação entre plantas e bactérias fixadoras de nitrogênio <sup>[13]</sup>. B - Detalhe do nódulo <sup>[14]</sup>.

Vale ressaltar que espécies facilitadoras não têm intenção de ajudar as outras plantas. O que ocorre no caso da facilitação é que o processo ocorrido com uma planta acaba beneficiando outras espécies de plantas.

Entendendo como a sobrevivência de uma planta depende de sua relação com outros organismos, podemos também compreender como e porque algumas espécies de plantas existem em uns lugares e não em outros. Além disso, é possível saber como a perda de uma espécie pode afetar outras.

Em termos de conservação e recuperação, o entendimento dessas relações dá condições para que se estabeleçam algumas aplicações práticas para aumentar as chances de recuperação de um ecossistema.

### **Predação, Competição e Herbivoria**

A predação ocorre quando indivíduos de uma espécie utilizam indivíduos de outra espécie como alimento, matando-os (Fig. 14).

Fig. 14. Aranha capturando um gafanhoto para alimentar-se <sup>[15]</sup>.

A herbivoria ocorre quando animais se alimentam de PARTES de uma planta. Assim, diferente dos predadores, os herbívoros consomem parcialmente as plantas não necessariamente levando-as à morte (Fig. 15).

Fig. 15. Bugio é um exemplo de herbívoro que se alimenta de folhas <sup>[16]</sup>.

A competição ocorre quando indivíduos utilizam recursos (como alimento, território, parceiros sexuais) tornando-os escassos para outros indivíduos que dependem desses mesmos recursos. A competição pode ocorrer entre indivíduos de mesma espécie, ou entre indivíduos de espécies diferentes, podendo ou não acontecer interação direta entre esses indivíduos competidores (Fig. 16).

Fig. 16. Exemplo de competição entre indivíduos de mesma espécie e que envolve interação direta: cervos disputando a mesma fêmea <sup>[17]</sup>.

Alguns estudos mostram que uma das causas de existirem várias espécies de organismos diferentes sobrevivendo no mesmo local, se deve a essas interações ecológicas. Quando determinados predadores e herbívoros se alimentam de espécies animais e vegetais muito abundantes em certos locais, eles regulam a predominância dessas espécies, permitindo que outras espécies também se estabeleçam. Do mesmo modo, a competição entre organismos pode evitar que uma única espécie domine todos os

recursos de um local. Ou seja, apesar dos danos ou perdas individuais (dano para a planta que tem suas folhas e flores comidas, por exemplo), quando pensamos no ecossistema como um todo e não mais em termos de indivíduo, vemos a importância que a predação, a herbivoria e a competição possuem como processos que contribuem para a manutenção da grande biodiversidade que conhecemos hoje. Dessa forma, é preciso ter muito cuidado ao denominar interações ecológicas simplesmente como positivas / benéficas ou negativas / prejudiciais.

É enxergando essa importância das interações ecológicas - na regulação da diversidade de espécies de um ecossistema - que o LABTROP tem realizado as pesquisas no projeto “Conserva Restinga”. Ao tentar entender como interações ecológicas interferem na abundância de certas espécies de restinga, o trabalho do LABTROP auxilia a compreensão sobre a dinâmica desse tipo de ecossistema. Esse entendimento sobre como funciona a restinga - quais organismos interagem; como interagem entre si e com o meio - é fundamental para o trabalho de conservação e recuperação de áreas de restinga degradadas.

É importante entender que conservar um ecossistema florestal é mais que simplesmente escolher apenas algumas espécies de plantas para preservar. Da mesma forma, a recuperação não é garantida pelo simples plantio de mudas dessas espécies. Os componentes de um ecossistema são inúmeros e dependem de uma complexa rede de interações ecológicas.

## **CAPÍTULO 3. A PESQUISA EM CIÊNCIAS E A SALA DE AULA**

### **Alfabetização Científica**

Antes de iniciarmos a apresentação das sequências didáticas, gostaríamos de apresentar ao professor algumas questões referentes à pesquisa no ensino de Ciências que podem ajudar na execução do trabalho em sala de aula.

É muito frequente o questionamento sobre a distância existente entre as investigações científicas e a realidade de atuação do professor. A proposta desse livro é trabalhar no sentido de diminuir esse distanciamento, contribuindo para que os resultados das pesquisas efetivamente cheguem à sala de aula, estimulando a proposição de práticas de ensino que ultrapassem a memorização direta e descontextualizada dos conteúdos curriculares.

Um dos conceitos fundamentais constituintes das investigações na área de Educação para as Ciências é o conceito da “Alfabetização

Científica”. Esse conceito é definido como um processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, transformando-se em um meio para o aluno ampliar o seu universo de conhecimento e sua cultura.

Podemos dizer que um professor está alfabetizando seus alunos cientificamente quando assume a postura de mediador da construção do conhecimento científico. Isso implica considerar um ensino no qual termos e conceitos são utilizados conscientemente em diferentes contextos, de modo que os alunos defendam posicionamentos na forma oral ou escrita.

Nesse sentido, este tipo de mediação possibilita aos alunos o contato com uma nova linguagem. Nas sequências didáticas apresentadas nesse livro, isso é propiciado pelo uso de imagens, gráficos, fórmulas e vocabulário novo. Os alunos devem ser capazes de trabalhar com a linguagem da Ciência (verbalmente ou por meio de gestos) que é diferente das formas de comunicação com as quais estão acostumados no dia a dia. Assim, eles devem aprender a interpretar o mundo ao seu redor sob uma nova ótica.

Nas aulas de Ciências embasadas na Alfabetização Científica, o professor sugere ao aluno a resolução de um problema em um contexto adequado ao conhecimento em questão. O aluno então busca encontrar possíveis respostas para o problema e é levado a pensar nos conhecimentos adquiridos na escola e no cotidiano. Comprometidos com esse tipo de estudo, os alunos realizarão algumas atividades que os cientistas praticam rotineiramente em seus trabalhos. Isso não quer dizer que o aluno se torna um cientista, mas que se aproxima de suas práticas como: raciocinar; refletir sobre uma situação; apresentar ideias, hipóteses, evidências, justificativas, conclusões e até mesmo refutações.

Em síntese, o processo da Alfabetização Científica pode ser observado nas interações discursivas desenvolvidas entre professor e alunos nas aulas de Ciências. Sustentando tal premissa, outros estudos preocupam-se em investigar os discursos produzidos nas aulas de Ciências, em especial, a argumentação.

As sequências didáticas que serão apresentadas neste livro almejam contribuir para o processo da Alfabetização Científica estimulando o desenvolvimento de situações favoráveis à argumentação, que são aquelas em que há mais de uma opinião circulante. Se duas pessoas têm opiniões discordantes, então elas precisam defender seus posicionamentos individuais. Quando se trata do conhecimento científico, a defesa desses posicionamentos não pode ser feita pela simples emissão das opiniões, mas embasada em dados provenientes da ciência. Assim, quando as pessoas fazem o exercício de escolher dados e justificativas adequados para avaliar diferentes opiniões, elas estão argumentando.

Muitas vezes o que se exige dos alunos é que respondam problemas sem que estejam alfabetizados cientificamente. Dessa forma, esses sujeitos têm dificuldades para lidar com questões científicas que circulam na

sociedade e participar ativamente das decisões, exercendo a própria cidadania.

Neste ponto, consideramos essencial a organização de ambientes educacionais para a promoção da aprendizagem, das atividades de ensino e do papel desempenhado pelo professor e aluno. Apontamos a necessidade de se criar um espaço para que os alunos aprendam a argumentar cientificamente, ler, escrever, discutir, ou seja, um espaço para aproximá-los das linguagens utilizadas nas Ciências – necessidade que posiciona o professor como um importante mediador nesse processo.

Em síntese, esperamos que as condições de ensino expostas nas sequências didáticas a seguir possam maximizar as possibilidades do professor efetivamente atuar como mediador do processo de Alfabetização Científica, facilitando o desenvolvimento de aulas de Ciências que estimulem a argumentação, por meio de atividades investigativas.

### **Sequências didáticas para ensino de biologia**

Podemos entender uma sequência didática como uma curta sequência de aulas ou de atividades elaboradas visando o ensino de alguns conteúdos. O grupo LINCE elabora sequências para promover a alfabetização científica por meio do estímulo à argumentação durante o ensino de Biologia.

Para estimular a argumentação, as atividades apresentam um problema central, cujo objetivo é chamar a atenção e despertar o interesse dos alunos, contextualizando o conhecimento científico a ser abordado. As sequências também dão abertura para que os alunos usem a imaginação e a criatividade para resolver o problema central, e para que eles discutam com os colegas e com o professor suas ideias.

Sequências didáticas nesse formato pressupõem muito mais do que o ensino de conceitos, elas também se preocupam com a forma como os alunos podem construir o conhecimento. Por serem pensadas a partir da ideia de alfabetização científica, diferentes conteúdos e habilidades podem ser explorados. Sabendo que cada escola e cada turma têm suas particularidades, é essencial que o professor, que é conhecedor dessas particularidades, faça alterações na sequência para que ela atenda às demandas de cada turma.

Assim, o professor pode fazer alterações como:

- Trazer outros exemplos, incluindo alguns da sua realidade local.
- Explicar gráficos e tabelas.
- Mudar ordem das perguntas e atividades.
- Inserir outras perguntas.

- Acrescentar elementos que tenham relação com assuntos tratados em aulas anteriores ou posteriores do curso.
- Utilizar as ideias e dúvidas dos alunos para fomentar a discussão.
- Pedir para que os alunos façam as atividades sozinhos ou em pequenos grupos.
- Substituir vídeos por textos, slides por esquemas na lousa.

### **Os temas das sequências didáticas do grupo LINCE**

#### **➤ Sequência 1 - “O que pode modificar uma vegetação?”**

A distribuição de espécies no planeta está em constante mudança e pode ser afetada por diversos fatores naturais, tanto abióticos, como bióticos. Entender essa dinâmica e esses fatores é importante pois os organismos dependem das interações que estabelecem com outros organismos e com o meio. A sequência 1 se divide em duas partes: a primeira trabalha com alguns fatores abióticos reguladores da dinâmica de uma vegetação, a segunda trabalha com os fatores bióticos: predação de sementes e competição entre plantas.

#### **➤ Sequência 2 - “O que interfere na taxa de frutificação?”**

Assim como a predação de sementes, a polinização é um fator biótico que interfere no sucesso reprodutivo de muitas espécies vegetais e conseqüentemente na manutenção da biodiversidade. A sequência 2 mostra a influência de algumas espécies polinizadoras na taxa de frutificação de uma espécie vegetal.

#### **➤ Sequência 3 - “Como surgem as adaptações?”**

Adaptações são características (morfológicas, fisiológicas, comportamentais) dos organismos adquiridas durante o processo evolutivo que permitem a melhoria de alguma função, dando a esses organismos vantagens seletivas. Esse tema é importante para compreender como surgem algumas diferenças entre os seres vivos e entender como a biodiversidade pode evoluir. A sequência 3 apresenta duas situações nas quais os alunos podem escolher entre dois modelos explicativos para discutir a origem de algumas adaptações.

Com o propósito de auxiliar o planejamento do trabalho pedagógico do professor, as três sequências didáticas estão descritas no anexo 1. Cada sequência didática possui orientações (anexo2) que poderão ajudar o professor a conduzir cada atividade. No entanto, essas orientações não devem ser entendidas como um passo-a-passo, pelo contrário, são sugestões e informações que podem facilitar a organização da atividade em sala de aula. A tarefa de planejar e conduzir a prática pedagógica é

exclusiva do professor, uma vez que somente ele é capaz de identificar peculiaridades de cada sala de aula.

## **Referências**

## ANEXO 1. Descrição das sequências didáticas

### ➤ SEQUÊNCIA DIDÁTICA 1 - “O que pode modificar uma vegetação?”

#### PARTE 1. A influência de fatores abióticos

*Ver orientações para o professor - p. xx, item 1*

# JORNAL da CIÊNCIA

PUBLICAÇÃO DA SBPC - SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA - RIO DE JANEIRO, 27 DE MAIO DE 2011 - ANO XXIV Nº 690 - ISSN 1414-655X

## O avanço do mar

Pesquisa da USP revela que o nível do oceano no Brasil sobe 4 mm por ano. Índice é considerado alto e coloca em risco áreas litorâneas do país.

"Não há dúvida de que o nível do mar tem aumentado gradativamente no litoral brasileiro." A conclusão consta de estudo realizado pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO/USP). O alerta significa que o país pode sofrer, no futuro, com uma das piores consequências do aquecimento global: a destruição de regiões inteiras localizadas próximo à costa.

*Ver orientações para o professor - p. xx, item 2*

As possíveis consequências do fenômeno vão da perda da faixa de areia à destruição de cidades, passando por ressacas mais violentas e inúmeros outros transtornos.

Milton Kampel, especialista do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) diz que a elevação do oceano preocupa porque as regiões costeiras costumam ter alta densidade populacional. "Milhões de pessoas vivem numa faixa entre 1m e 5m da linha de costa."

E cada vez mais, casas e edifícios são construídos ao longo das planícies litorâneas para abrigar essa quantidade enorme de pessoas. E conseqüentemente, a vegetação ali existente, a Restinga, é devastada. Hoje em dia, são poucas as restingas ainda preservadas em todo o Brasil. Observe o contraste entre as duas fotos (Figs. 1 e 2):



Fig.1. Restinga do Estaleiro. Ubatuba/São Paulo [2].  
Paulo [3]

Fig. 2. Praia de Santos. Santos/São

**Ver orientações para o professor - p. xx, item 3**

Como vimos no Jornal da Ciência, a elevação do nível do mar está, na maioria das vezes, associada à destruição de cidades litorâneas (Fig. 3). E isso é constantemente divulgado na televisão e também na internet. Porém, pouco se fala das consequências da elevação do nível do mar nas áreas em que a vegetação ainda é preservada.



Fig. 3. Destruição de cidade litorânea [4].

DISCUSSÃO: será que a elevação do nível do mar pode trazer consequências para áreas não habitadas (preservadas)?

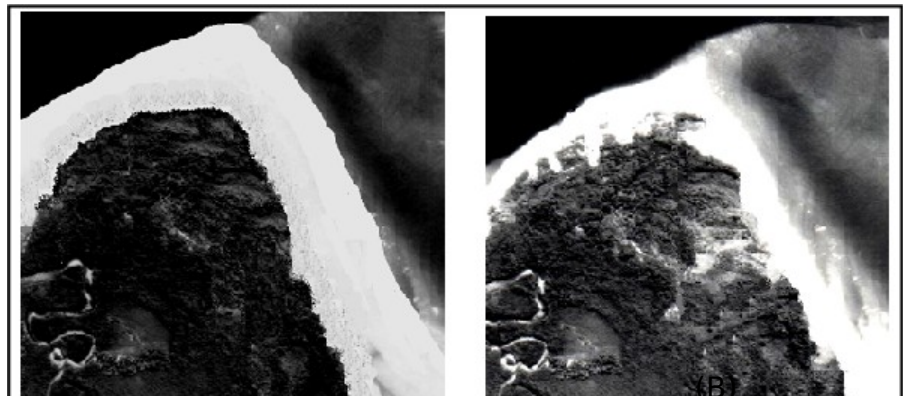
**Ver orientações para o professor - p. xx, item 4**

Agora, vamos analisar se a elevação do nível do mar pode trazer consequências para áreas preservadas. O local de estudo se encontra em uma ilha no extremo sul do litoral do Estado de São Paulo (Fig. 4).

**Ver orientações para o professor - p. xx, item 5**



Fig. 4. Localização da área de estudo [5].



(A)

Fig. 5. Antes (A) e anos depois (B) da elevação do nível do mar [6].

**Ver orientações para o professor - p. xx, item 6**

Observe a ampliação da figura anterior com destaque da vegetação, e discuta as principais diferenças na vegetação entre o ANTES (Fig. 6) e o DEPOIS (Fig. 7) da elevação do nível do mar: a vegetação herbácea (Fig. 8) continua a predominar na faixa de areia beirando a vegetação arbustiva (Fig. 9) após a elevação do nível do mar?

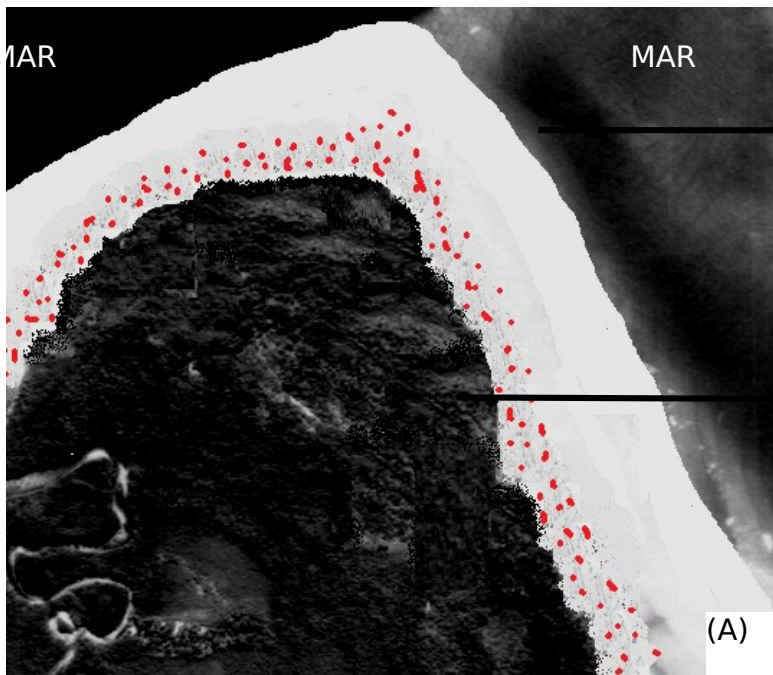


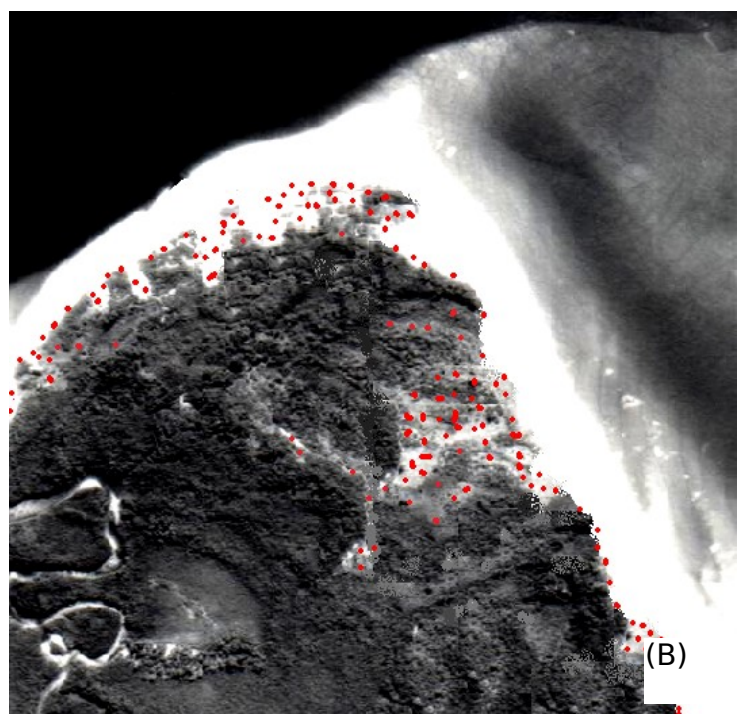
Fig. 8. Vegetação herbácea [7].



Fig. 9. Vegetação arbustiva [8].

Fig. 6. Detalhe da vegetação antes da elevação do nível do mar [6].

 **VEGETAÇÃO  
HERBÁCEA**  
 **VEGETAÇÃO  
ARBUSTIVA**



Agora, faça a leitura do Fig. 7. Detalhe da vegetação de praia e elevação do nível do mar.<sup>[6]</sup> desenvolva um texto escrito relacionando as mudanças na vegetação com a elevação do nível do mar. Por que e como a vegetação do local se modificou?

**Ver orientações para o professor - p. xx, item 8**

## MATERIAL DE APOIO

### Conhecendo a **RESTINGA**

A RESTINGA apresenta um conjunto diversificado de vegetações que ocupam as planícies litorâneas. As vegetações possuem diferentes características que mudam à medida que se distanciam do mar. São influenciadas principalmente pelas condições do solo (drenagem da água, disponibilidade de nutrientes) e fatores físicos como o movimento das areias pelo vento, o atrito dos grãos de areia, vento forte, incidência do sol, temperatura, disponibilidade de água, salinidade, entre outros.

### **Atravessando a RESTINGA**

Vamos imaginar que acabamos de desembarcar em uma praia e seguimos em frente em direção à encosta das montanhas como indica a seta abaixo (Fig. 10):

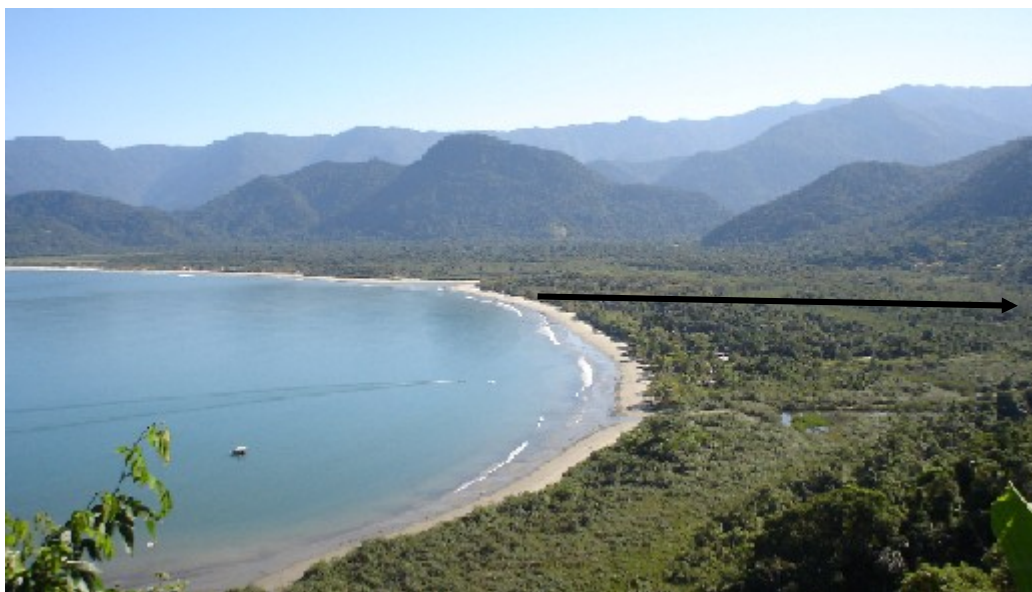


Fig. 10. Área de restinga preservada <sup>[2]</sup>.

Saindo do mar, dando alguns passos sobre a areia e fora da área de ação das marés, nos deparamos com uma vegetação rasteira que chega a aproximadamente 40 cm de altura e se espalha sobre o chão. São tufo de

capim e plantas de ramos muito finos e moles que crescem e se reproduzem rapidamente. Essa é a vegetação herbácea (Fig. 11).



Fig. 11. Vegetação herbácea <sup>[7]</sup>.

A vegetação herbácea possui raízes bastante profundas e sistemas de raízes e rizomas (Fig. 12) que fixam as plantas na areia e as mantêm mais estáveis, já que a areia da praia se movimenta com muita facilidade devido ao vento.

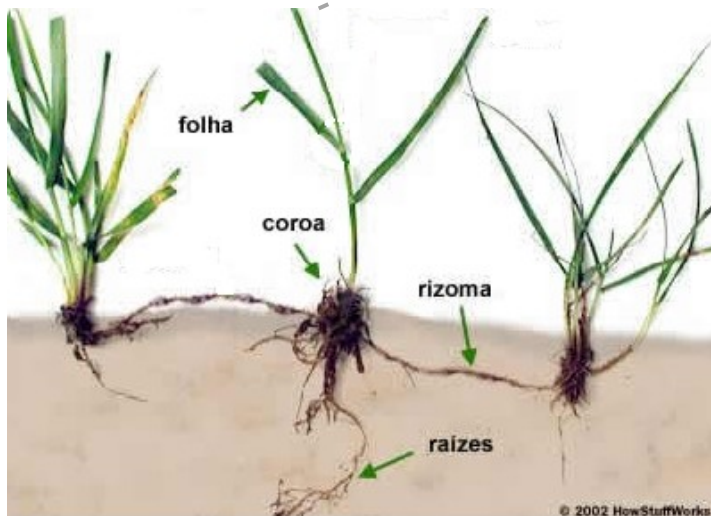


Fig. 12. Sistema de fixação de raízes e rizomas <sup>[9]</sup>.

Esse tipo de planta é de grande importância nesses ambientes, pois a areia que fica aderida em suas coroas e no emaranhado de suas raízes dificulta que o vento carregue grandes quantidades dessa areia em direção ao interior.

Suas folhas finas, longas e flexíveis são resistentes ao vento forte dessa região e, além disso, possuem grande facilidade de regeneração quando rompidas.

Outra planta que também vive nessa região é a salsa-da praia (Fig. 13). Ela possui folhas e hastes mais rígidas e espessas que protegem contra a perda de água, contra o sal que chega com a maresia e também contra o desgaste provocado pelo atrito dos grãos de areia trazidos pelo vento.



Fig. 13. Salsa-da-praia <sup>[10]</sup>.

Outro exemplo interessante é o cordeiro-da-praia (Fig.14). Essa planta possui pêlos esbranquiçados (Fig. 15) que refletem a luz do sol protegendo-as, além disso, também possui caule e folhas suculentas que armazenam água.



Fig. 14. Cordeiro-da-praia <sup>[11]</sup>.



Fig. 15. Cordeiro-da-praia. A - Detalhe do ramo. B - Detalhe da flor. C - Detalhe da folha <sup>[9]</sup>.

Continuando o nosso percurso, após a vegetação herbácea, as plantas começam a ficar mais altas, e andar entre elas começa a ficar difícil pois a vegetação é muito mais densa: é a vegetação arbustiva (Fig. 16), que pode chegar a 3 metros de altura.



Fig. 16. Vegetação arbustiva <sup>[8]</sup>.

Essas plantas recebem menor influência da ação do mar (salinidade) e dos ventos. O terreno é mais estável, e as condições de fixação das raízes das plantas melhoram. Dependendo da época do ano, ocorre acúmulo de água da chuva. E ao contrário da região onde predominam as herbáceas, existe sobre o solo da vegetação arbustiva, uma camada fina de serrapilheira (restos vegetais como folhas, caules, frutos, flores) que entra em decomposição e fornece nutrientes para as plantas (Fig. 17).



Fig. 17. Detalhe da serrapilheira <sup>[8]</sup>.

Em seguida, continuando o caminho em direção à encosta das montanhas, começam a aparecer árvores que podem chegar até 20 metros de altura. É a Floresta de Restinga (Fig. 18).



A mata começa a ficar mais fechada e o ambiente é bem mais úmido. Há grande disponibilidade de nutrientes nessa região em comparação com as anteriores. Aqui, podemos perceber que existem muitas espécies de plantas diferentes e em grande quantidade, o inverso do que ocorre na região das praias, onde há apenas poucas espécies adaptadas às condições daquele ambiente.

Fig. 18. Floresta Alta de Restinga <sup>[13]</sup>.

➤ **SEQUÊNCIA DIDÁTICA 1 - “O que pode modificar uma vegetação?”**

**PARTE 2. A influência de fatores bióticos**

*Ver orientações para o professor - p. xx, item 9*

Ao visitar duas florestas (distantes 50 km uma da outra), um pesquisador notou algo interessante: apesar das duas florestas serem classificadas como Floresta Alta de Restinga, a vegetação do local A era bem diferente da vegetação do local B. O pesquisador resolveu coletar algumas informações para confirmar se estava certo. Em cada local (floresta) - dentro de uma área de 10000 m<sup>2</sup> - ele escolheu analisar duas espécies de plantas - as que mais lhe chamou atenção; uma espécie foi chamada de VERMELHA (por ter flores dessa cor) e a outra de AMARELA (tinha flores amarelas). Ele marcou com o auxílio de um GPS a localização de todas as plantas dessas duas espécies encontradas dentro de cada local. Com a ajuda de programas de computador, o pesquisador obteve um mapa indicando a distribuição das plantas dentro dos locais. A seguir seguem os resultados:

Mapa 1. Cada quadrado marcado com "x" representa a posição de uma planta da espécie VERMELHA, e cada quadrado marcado com "o" representa a posição de uma planta da espécie AMARELA.

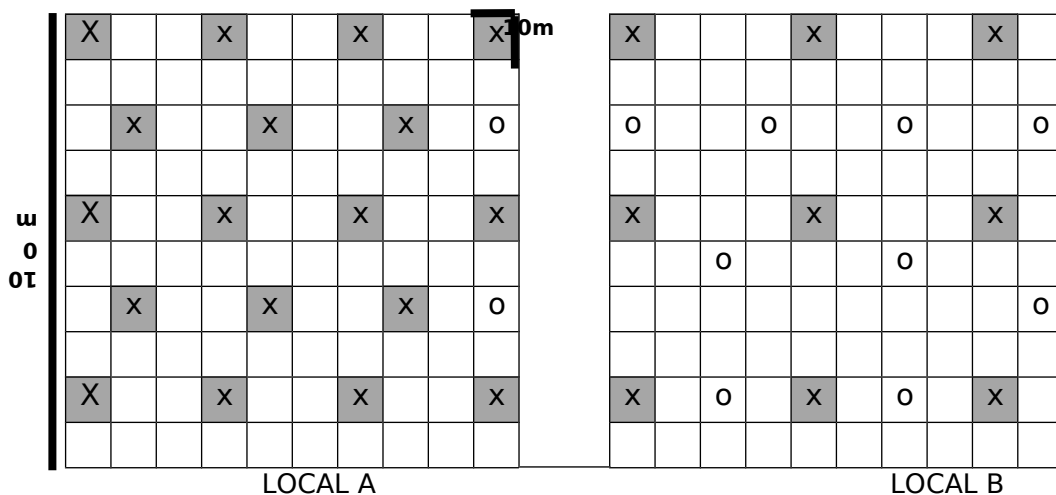
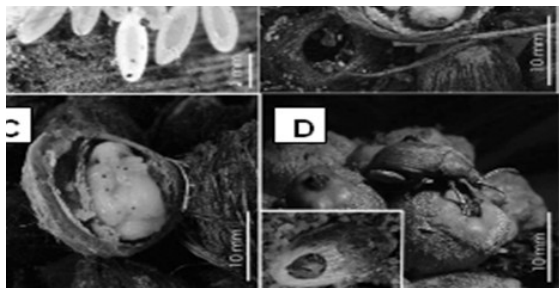


Tabela 1. Número de plantas de cada espécie encontradas em cada Local.

	Número de plantas no Local A	Número de plantas no Local B
Espécie Vermelha	18 plantas	9 plantas
Espécie Amarela	2 plantas	9 plantas



A partir dos resultados, o pesquisador realmente concluiu que suas observações iniciais estavam corretas e o local B apresentava uma vegetação diferente do local A.

- 1) Qual ou quais diferenças você observa entre a vegetação do Local A e do Local B?
- 2) O que poderia explicar essas diferenças?

**Ver orientações para o professor - p. xx, item 10**

O pesquisador em seguida resolveu investigar a causa dessa(s) diferença(s). Ele começou investigando dados sobre o relevo e a composição do solo, sobre as condições climáticas (temperatura, umidade, luminosidade, índice de chuvas, etc.), para ver se esses fatores explicavam a diferença na vegetação, mas verificou que os locais eram muito semelhantes com relação a esses parâmetros.

Ele teve que pensar então em outros fatores para investigar e se lembrou de umas leituras que fez sobre predação de sementes. As sementes da espécie Vermelha e da espécie Amarela ficam dentro de frutos e algumas espécies de besouros são capazes de colocar seus ovos dentro das sementes. As larvas desses besouros, que saem dos ovos, começam a se alimentar da semente; depois que as larvas se alimentam (durante dias ou até meses dependendo do besouro) elas se desenvolvem e quando atingem a fase adulta, esses insetos saem de dentro do fruto (Figura 1).

Figura 1. Ciclo de vida de um besouro predador de semente. Ovos (A); Larva madura (B); Pupa (C); e Adulto e orifício de saída do besouro no fruto maduro (D) [14].

Esses besouros acabam destruindo então o embrião da planta, que se encontra dentro da semente (já que as larvas se alimentam de todo o interior da semente), impedindo que uma nova planta cresça e se desenvolva; em outras palavras, esses **insetos predam a semente** porque eles matam a planta contida na semente.

**Ver orientações para o professor - p. xx, item 11**

O pesquisador, partindo de seus conhecimentos prévios, elaborou a seguinte hipótese para tentar explicar a diferença entre a vegetação do Local A e a vegetação do Local B:

Hipótese 1: A predação é a causa da diferença entre as vegetações.

PARA PREDAÇÃO: qual foi a relação que o pesquisador provavelmente hipotetizou?

(CAUSA) Quanto \_\_\_ (**maior ou menor?**) \_\_\_ a taxa de predação,

(CONSEQUÊNCIA) \_\_\_\_\_ o nº plantas da espécie  
~~predada,~~

porque:

Quadro 1. Relação entre taxa de predação e nº de plantas da espécie predada.

**Ver orientações para o professor - p. xx, item 12**

Para testar a hipótese sobre PREDAÇÃO, todas as sementes encontradas abaixo de cada planta (cada planta marcada com GPS e mostrada no mapa 1) tanto da espécie Vermelha como da espécie Amarela, foram coletadas e analisadas. O pesquisador analisou cada semente para observar se elas apresentavam ovos ou larvas de besouros predadores. Vejamos os resultados obtidos:

Tabela 2. Taxa de predação das sementes de cada espécie em cada local.

	Taxa de predação no Local A	Taxa de predação no Local B
Espécie Vermelha	40% das sementes predadas	80% das sementes predadas
Espécie Amarela	35% das sementes predadas	70% das sementes predadas

Comparando a tabela 1 e 2 responda:

- 3) Taxa de predação e número de plantas da espécie Vermelha estão direta ou inversamente relacionados? Responda a mesma pergunta com relação à espécie Amarela. Podemos então dizer que a hipótese 1 – sobre predação (ver o quadro 1), é válida para a espécie Vermelha? E para a espécie Amarela? Justifique.
- 4) A PREDAÇÃO é a causa da diferença entre as vegetações (menor número de plantas da espécie Vermelha, e maior número da espécie Amarela, no local B)? Justifique.

**Ver orientações para o professor - p. xx, item 13**

Após observar melhor o mapa 1, o pesquisador também reparou que, nos dois locais, as plantas da espécie Vermelha só se encontram a uma distância mínima de 10 m de plantas da espécie Amarela. Ele lembrou que algumas plantas, quando crescendo muito próximas umas das outras, podem competir pelos recursos do solo, por exemplo água e sais minerais. Um competidor mais forte seria aquele capaz de se desenvolver (crescer) bem, mesmo crescendo perto de outras plantas, prejudicando o crescimento dessas últimas. Assim, uma nova hipótese foi pensada:

Hipótese 2: A competição é a causa da diferença entre as vegetações. PARA COMPETIÇÃO, qual foi a relação que o pesquisador provavelmente hipotetizou?

(CAUSA) Quanto \_\_\_\_\_ o nº plantas da espécie melhor competidora,

(CONSEQUÊNCIA) \_\_\_\_\_ o nº plantas da outra espécie,

porque:

Quadro 2. Número de plantas de uma espécie em função do número de plantas da outra.

Para testar a hipótese sobre COMPETIÇÃO, o pesquisador levou mudas, de mesma idade, das plantas de ambas as espécies para laboratório e as cultivou em situações diferentes. Em alguns casos as mudas de uma espécie foram plantadas distantes de mudas da outra espécie, e em outros casos as espécies foram plantadas muito próximas uma da outra. Foi analisado o crescimento das plantas cultivadas. Abaixo os resultados do experimento de competição:

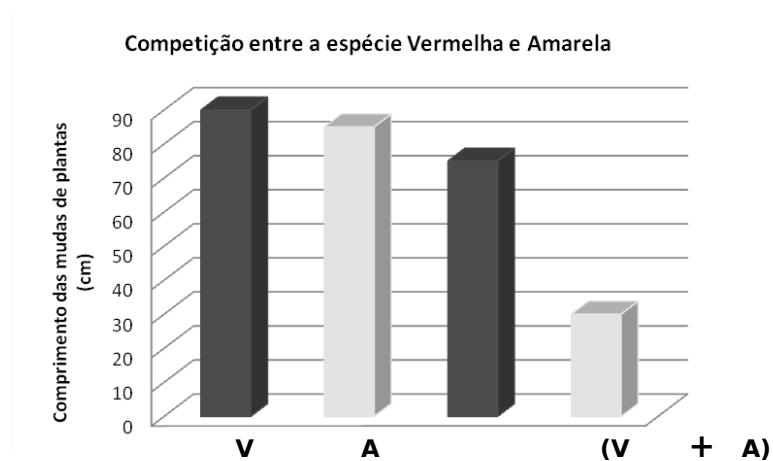


Gráfico 1. Coluna V: representa plantas da espécie Vermelha crescendo isoladamente (distantes de plantas da espécie Amarela); coluna A: plantas da espécie Amarela crescendo isoladamente; colunas (V + A) representam plantas da espécie Vermelha crescendo próximas de plantas da espécie Amarela.

Olhando o gráfico 1 responda:

- 5) Qual é a espécie melhor competidora?
- 6) A COMPETIÇÃO é a causa da diferença entre as vegetações (menor número de plantas da espécie Vermelha, e maior número da espécie Amarela, no local B)? Justifique.

**Ver orientações para o professor - p. xx, item 14**

A partir de todos os dados obtidos pelo pesquisador, responda:

- 7) Afinal, o que explica a diferença entre a vegetação do local A e a vegetação do local B? Justifique.

**Ver orientações para o professor - p. xx, item 15**

➤ **SEQUÊNCIA DIDÁTICA 2 - “O que interfere na taxa de frutificação?”**

**Atividade 1**

Em julho de 2010 foi realizada uma pesquisa na Reserva Ecológica de Michelin, na Bahia, com árvores da espécie *Stryphnodendron pulcherrimum*, conhecida popularmente como barbatimão <sup>[1]</sup>. O barbatimão (Figura 1) é uma árvore que atinge entre 4 a 8 metros de altura e é encontrada em áreas de Mata Atlântica e na região Amazônica. Suas flores são pequenas, reunidas em agrupamentos com cerca de 360 flores, chamados de inflorescências.

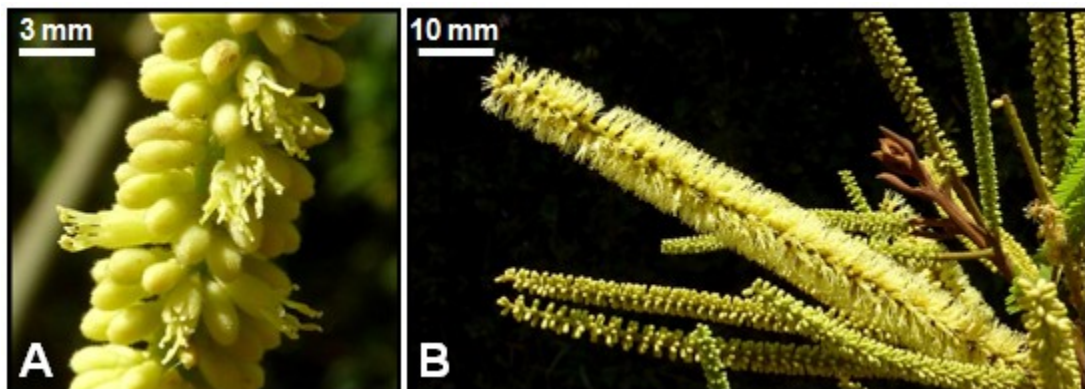


Figura 1: Inflorescência de barbatimão (A)<sup>[2]</sup> e ramo florido de barbatimão (B)<sup>[3]</sup>.

Nesta pesquisa foi constatado que havia uma grande variedade de insetos voando ao redor dos ramos floridos de cada copa de barbatimão. Passado algum tempo, o pesquisador percebeu que não ocorria produção de frutos nos ramos em que nenhum inseto havia aparecido.

Agora elabore uma hipótese para explicar porque as árvores não visitadas por insetos, não produziram frutos.

**Ver orientações para o professor - p. xx, item 1**

**Atividade 2**

O pesquisador suspeitou que os insetos, de alguma maneira, contribuem para a frutificação das plantas. A partir disto, passou a observar as copas de barbatimão, reparando que os insetos voam por entre as árvores em busca de néctar para alimentar-se. Pesquisou e leu que o néctar é uma substância capaz de atrair alguns animais por meio do odor ou do

gosto; essa substância é produzida por algumas flores, e é armazenada próxima ao aparelho reprodutor da flor.

*Ver orientações para o professor - p. xx, item 2*

O pesquisador decidiu voltar ao campo e observar novamente o comportamento dos insetos. Notou que ao nutrir-se do néctar, o inseto esbarra na parte masculina da flor, que por sua vez libera grãos de pólen. Os grãos de pólen são pegajosos e acabam aderindo ao corpo do inseto. Por último, notou que em busca de néctar, os insetos voam de flor em flor carregando o pólen em seu corpo, processo denominado **polinização**. Ao voar podem deixar cair os grãos de pólen na parte feminina da flor promovendo a **fecundação** das flores. Alguns pesquisadores acreditam que dois terços das plantas com flores dependem dos insetos para sua polinização. Após a fecundação, o pesquisador ainda observou que o embrião se desenvolve contido em uma semente envolta pelo **fruto**.

*Ver orientações para o professor - p. xx, item 3*

O pesquisador então decidiu quantificar o **total de frutos** e o **número de insetos visitantes** de cada copa de barbatimão. Primeiramente, verificou que a maior parte dos visitantes do barbatimão (53%) são as abelhas meliponinas, conhecidas popularmente como abelhas sem ferrão. O pesquisador optou por focar seus estudos neste grupo.

Observando os gráficos abaixo (Figura 2), responda: qual a relação entre frutificação e a quantidade de meliponinas para as copas A, B e C de barbatimão?

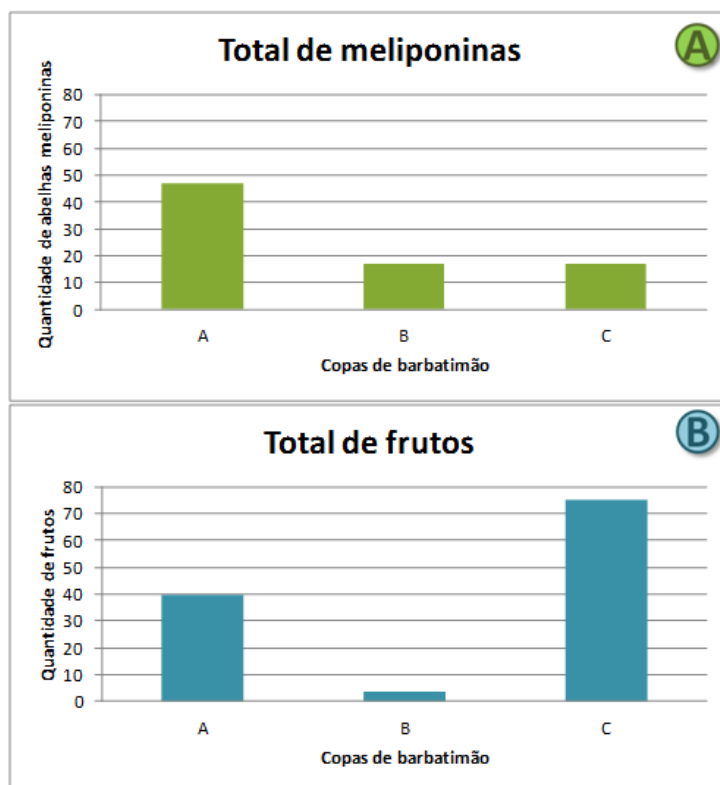


Figura 2: Gráfico A representando o número de abelhas meliponinas (eixo y) por copa de barbatimão (eixo x); gráfico B representando o número de frutos (eixo y) por copa de barbatimão (eixo x).

*Ver orientações para o professor - p. xx, item 4*

### Atividade 3

O pesquisador observou que para as copas A e B a quantidade de frutos é diretamente proporcional à quantidade de abelhas meliponinas visitantes. Entretanto, o pesquisador não conseguiu explicar a copa C, em que há muito mais frutos que as copas A e B, e o total de abelhas não é proporcional. Para tentar explicar a copa C, decidiu quantificar e qualificar os diferentes grupos de abelhas meliponinas que visitavam os ramos floridos de barbatimão. Descobriu então que a copa C apresentava uma espécie específica, as abelhas urucu (*Melipona scutellaris*), que estava ausente nas duas outras copas, como pode ser visto no gráfico a seguir (Figura 3):

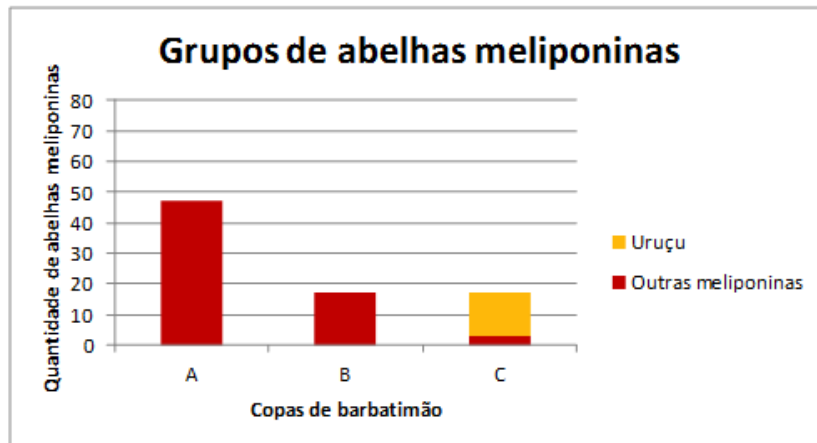


Figura 3: Gráfico representando o número de abelhas meliponinas classificadas em “uruçu” - representadas em amarelo - ou “outras meliponinas” - representadas em vermelho (eixo y), por copa de barbatimão (eixo x).

**Ver orientações para o professor - p. xx, item 5**

De uma maneira geral, as abelhas meliponinas (Figura 4) são pequenas e possuem baixo alcance de voo. Isto é, elas frequentemente voam curtas distâncias de uma inflorescência à outra, levando o pólen de uma flor à outra em uma mesma copa, não ocorrendo troca de gametas entre indivíduos. Entretanto, as abelhas urucu (Figura 5), uma espécie específica dentre as meliponinas, são relativamente maiores e mais robustas e possuem alcance de voo maior. Com isso, além de voar entre as inflorescências de um mesmo indivíduo, podem fazer voos entre copas de árvores diferentes com maior sucesso, promovendo a fecundação cruzada que aumenta o sucesso reprodutivo das plantas.

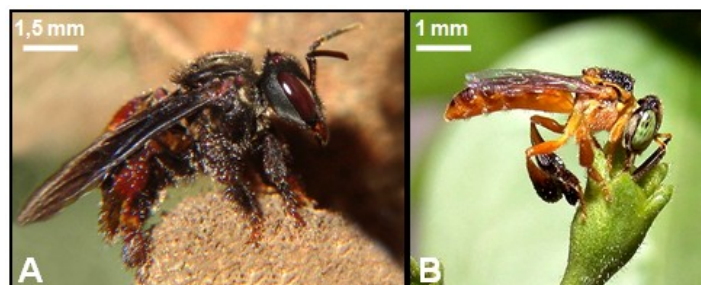


Figura 4: Abelha arapuá (*Trigona spinipes*) (A)<sup>[4]</sup> e abelha jataí (*Tetragonisca angustula*) (B)<sup>[5]</sup>.

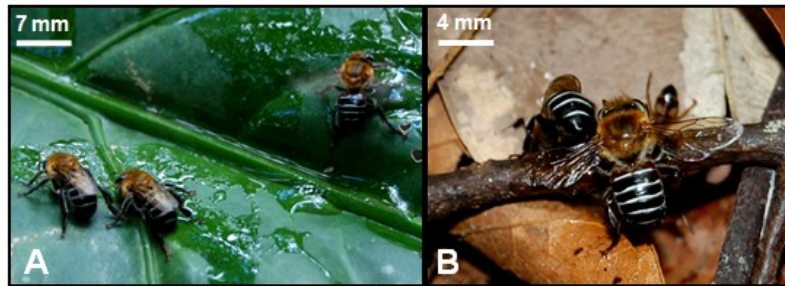


Figura 5: Abelhas uruçu (*Melipona scutellaris*) em folha de árvore (A)<sup>[6]</sup> e abelha uruçu em vista dorsal (B)<sup>[7]</sup>.

Agora responda: comparando as copas A, B e C, qual a relação (I) entre **frutificação** e **outras abelhas meliponina** e a relação (II) entre frutificação e **abelhas uruçu**?

**Ver orientações para o professor - p. xx, item 6**

➤ **SEQUÊNCIA DIDÁTICA 3 - “Como surgem as adaptações?”**

**Ver orientações para o professor - p. x, itens 1 e 2**

### 1. Bromélias epífitas

A luz é essencial para as plantas. Os raios luminosos que chegam à Terra são absorvidos diretamente pelas folhas e partes verdes dos vegetais, e a energia contida nesses raios é utilizada no processo de fotossíntese, a partir do qual as plantas produzem seu alimento.

**Ver orientações para o professor - p. x, item 3**

Por muito tempo se pensou que a luz era um recurso adquirido facilmente pelas plantas, já que ela vem do Sol diariamente. No entanto, em ambientes florestais, a luz é um dos fatores que mais limita o desenvolvimento das plantas. Isso acontece porque as árvores mais altas fazem sombra nas mais baixas, diminuindo a disponibilidade de luz para as plantas de menor estatura e para as plântulas que estão crescendo.

**Ver orientações para o professor - p. x, item 4**

Dessa forma, nesses ambientes acontece uma verdadeira disputa por luz. Dentro do reino vegetal há uma grande diversidade de estratégias para a aquisição desse recurso. Existem, por exemplo, plantas que crescem sobre outras plantas ao invés de crescer no solo. São as chamadas plantas *epífitas*. As raízes das plantas epífitas se fixam nos galhos das árvores sem “roubar” nutrientes de sua hospedeira. Vários grupos vegetais têm representantes que utilizam essa estratégia. É o caso de boa parte das bromélias.

**Ver orientações para o professor - p. x, item 5**

As bromélias compõem um grupo bastante diverso de plantas. Existem bromélias terrestres, como o abacaxizeiro, mas boa parte delas adota uma estratégia de vida epífita. A vida epífita, no alto das árvores, permite maior

disponibilidade de luz, mas, em contrapartida, como essas plantas não ficam em contato com o solo, elas não absorvem água por suas raízes. Elas obtêm esse recurso a partir de adaptações, principalmente em suas folhas. As bromélias têm uma haste central da onde saem as folhas, uma se sobrepondo à outra, como mostra a Figura 1. Essa disposição das folhas permite que essas plantas acumulem água das chuvas e do orvalho, que escorre pelas folhas e vai para a haste central, onde fica armazenada.

**Ver orientações para o professor - p. x, item 6**

As bromélias podem acumular grandes quantidades de água em seu interior. Por essa razão, muitos seres vivos procuram essas plantas, de forma que podemos encontrar ampla diversidade de formas de vida dentro das bromélias. Bactérias, protozoários, insetos, moluscos, salamandras, sapos, pequenos roedores e até mesmo pássaros e cobras podem ser encontrados nesses vegetais.

**Ver orientações para o professor, p.**



**x, item 7**

**Figura 1 Haste central de uma bromélia com acúmulo de água [1].**

Além de ter as folhas dispostas de maneira a armazenar água das chuvas, as bromélias têm uma característica que diminui a quantidade de água que elas perdem para o ambiente. Os estômatos de suas folhas só se abrem para realizar trocas gasosas no período da noite, quando a temperatura está mais baixa. Dessa forma, a planta perde pouca água por transpiração.

**Pergunta:** Por que as bromélias epífitas têm as folhas modificadas de forma que capturam água das chuvas?

**Ver orientações para o professor - p. x, item 8**

**Modelo 01:** O modo de vida epífita impossibilita a absorção de água do solo, então as folhas das bromélias se modificaram para conseguir absorver água da chuva.

**Modelo 02:** As bromélias já tinham as folhas que acumulam água antes de se tornarem epífitas, e por isso conseguiram sobreviver longe do solo.

**Ver orientações para o professor - p. x, itens 9 e 10**

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Bactérias *Rhizobia*

As bactérias formam um grupo extremamente diverso de seres vivos unicelulares. Dentro desse grupo há espécies que habitam os mais variados ambientes da Terra, desde o solo até o corpo de outros seres vivos. Além de diverso, o grupo das bactérias é também muito abundante: em 1g de solo há aproximadamente 40 milhões delas.

**Ver orientações para o professor - p. x, item 11**

Dentre as bactérias que habitam o solo, existem algumas que são capazes de fixar nitrogênio, ou seja, elas conseguem pegar o nitrogênio do ar e transformá-lo em um composto nitrogenado chamado amônia. Elas têm uma importância fundamental nos ecossistemas, já que o nitrogênio é um nutriente essencial para todos os seres vivos, mas somente elas conseguem absorvê-lo da atmosfera. Ou seja, são essas bactérias que disponibilizam todo o nitrogênio utilizado por todos os seres vivos do planeta.

**Ver orientações para o professor - p. x, itens 12 e 13**

Algumas das bactérias que fixam nitrogênio são do grupo *Rhizobia*. Esse grupo é conhecido por possuir espécies que se associam a plantas leguminosas numa relação de mutualismo. Essas bactérias infectam as raízes dessas plantas e formam pequenos nódulos, como mostra a Figura 2. Dentro desses nódulos as *Rhizobia* ficam protegidas e se proliferam. A amônia produzida por essas bactérias é absorvida pela planta que, por sua vez, fornece glicose para os nódulos.

**Ver orientações para o professor - p. x, item 14**

No entanto, nem todas as *Rhizobia* têm esse tipo de relação com as leguminosas. Há espécies que vivem livremente no solo e existem outras que parasitam as raízes das plantas. Essas bactérias parasitas formam nódulos nas raízes das leguminosas e absorvem glicose das plantas, mas não fixam nitrogênio.



Nódul

Mas as plantas, por sua vez, **Figura 2 Raízes de leguminosa com nódulos de *Rhizobia* [2].** não distribuem glicose igualmente para todos os nódulos de suas raízes. Os nódulos que produzem mais amônia recebem maior quantidade de glicose,

e aqueles que produzem pouca amônia recebem menos glicose. Dessa forma, a planta favorece as bactérias que fixam nitrogênio e desfavorece as parasitas.

**Pergunta:** Por que as plantas leguminosas fornecem mais glicose aos nódulos de *Rhizobia* que fixam mais nitrogênio?

**Modelo 01:** Algumas leguminosas já faziam isso, o que atraiu mais bactérias fixadoras de nitrogênio e aumentou as chances de sobrevivência dessas plantas.

**Modelo 02:** Fornecendo mais alimento para as bactérias que fixam mais nitrogênio, a planta evita o parasitismo e recebe mais amônia.

**Ver orientações para o professor - p. x, item 15**

---

---

---

---

---

---

---

---

## Referências

### **ANEXO 2. Orientações pedagógicas para o uso das sequências didáticas**

#### **➤ SEQUÊNCIA DIDÁTICA 1 - “O que pode modificar uma vegetação?”**

##### **PARTE 1. A influência de fatores abióticos**

1. Antes de iniciar a leitura do texto da sequência didática é importante que o assunto seja introduzido de forma que o interesse e a curiosidade dos alunos sejam despertados. Dessa forma, o “Jornal da Ciência” traz uma notícia que é constantemente debatida na sociedade: a elevação do nível do mar em decorrência do aquecimento global e as consequências para a população humana.

Assim, ao apresentar a atividade, o professor poderá perguntar aos alunos se conhecem algo a respeito do aquecimento global e posteriormente conduzir a aula para a leitura do texto.

2. Nesse momento, é importante discutir com os alunos o que poderia causar a elevação do nível do mar, esclarecendo as possíveis causas do aquecimento global. Se achar necessário, o professor pode utilizar outras notícias e imagens evidenciando o fenômeno.
3. Outras imagens de áreas habitadas e não habitadas podem ser utilizadas para que o aluno reconheça que a vegetação da planície litorânea é praticamente destruída pela construção de cidades.
4. O objetivo é discutir se a elevação do nível do mar pode trazer alguma consequência para áreas preservadas. É importante que o professor oriente o aluno na formulação de hipóteses (mesmo que as ideias levantadas não se apoiem em conhecimento científico). Seria interessante anotar na lousa as diferentes hipóteses que surgem e estimular a troca de ideias entre os alunos antes de seguir para a próxima etapa.  
Se registradas na lousa, as hipóteses podem ser retomadas e comparadas no final na sequência didática. Isso seria interessante pois o professor pode ter uma noção das mudanças de concepções dos alunos.
5. O professor deve auxiliar os alunos a localizarem a área de estudo no litoral do Estado de São Paulo (extremo sul), fornecendo noções de escala se necessário.
6. É importante verificar se os alunos percebem as diferenças entre as duas figuras: na figura (A) a vegetação encontra-se mais distante do mar e na figura (B), o mar está bem mais próximo da vegetação; as partes mais claras da figura (B) evidenciam aberturas na vegetação (diminuição de vegetação arbustiva).
7. O objetivo é destacar os tipos de vegetação predominantes em cada faixa da figura 6: vegetação herbácea (rasteira) predominando em uma faixa uniforme ao longo da praia e a vegetação arbustiva (de maior porte) mais interna e mais distante do mar. É importante nessa etapa discutir com os alunos as principais mudanças que ocorreram na vegetação (comparando as figuras 6 e 7): Que características a área apresentava antes e quais características passaram a existir após a elevação do nível do mar?  
O professor poderá nesse momento exibir o vídeo sobre a Restinga anexo a esse material. Dessa forma, o aluno poderá visualizar melhor as diferentes características da vegetação de uma restinga.

8. O material de apoio deve ser lido com os alunos. É importante que o esclarecimento de qualquer dúvida a respeito do texto não dê ao aluno respostas prontas para as questões da sequência.

O material de apoio descreve e dá ênfase às estruturas adaptativas de plantas herbáceas da região. Espera-se que os alunos consigam relacionar informações do texto descritivo na resolução do problema: determinadas estruturas como glândulas de sal, rizomas, hastes flexíveis, entre outras, possibilitam o estabelecimento de plantas em locais específicos. As plantas mais próximas do mar estão sujeitas a ventos fortes carregados de partículas de sal, luminosidade excessiva, grande instabilidade dos terrenos arenosos e escassez de nutrientes e de água doce. Conforme se distancia do mar, observa-se que há modificações na vegetação as quais refletem as condições do solo, que torna-se mais estável, firme e com maior disponibilidade de nutrientes.

Provavelmente a elevação do nível do mar alterou as condições físicas da restinga arbustiva que ficou mais próxima do mar. Dessa forma, por não possuírem estruturas adaptativas para essas condições, sua sobrevivência no local parece ter sido afetada.

## **PARTE 2. A influência de fatores bióticos**

9. As relações ecológicas de predação e competição geralmente são classificadas como interações desarmônicas, negativas ou prejudiciais. Nesse caso, são considerados apenas dois organismos em interação (presa e predador, por exemplo), sendo um deles sempre prejudicado. Mas quando olhamos para uma comunidade composta de várias espécies, cada uma com dezenas ou centenas de organismos em interação, predando ou sendo predados ou competindo, esses parâmetros podem mudar. Quando tiramos o foco dos indivíduos e pensamos no papel que estas interações têm para a vegetação como um todo, percebemos que essas relações “desarmônicas” podem ser importantes agentes controladores da abundância de espécies.

Dessa forma, o objetivo desta atividade de ensino é mostrar que as interações ecológicas são processos interdependentes e muito importantes para a regulação de comunidades, trazendo também práticas importantes do fazer científico – principalmente no que concerne ao trabalho com a linguagem científica: linguagem matemática e raciocínio argumentativo.

10. É importante que os alunos compreendam o problema central da atividade para que possam elaborar explicações possíveis para o fenômeno. Essa etapa é chamada “etapa da predição” e representa um processo importante do fazer científico, que é o levantamento de

hipóteses. Listar na lousa as diferenças entre as áreas e as hipóteses levantadas pelos alunos pode ser interessante nesse momento.

11. Como muitas hipóteses poderão surgir a partir da questão 2, é importante trabalhar com os alunos a ideia de que um pesquisador nunca é capaz de investigar todas as hipóteses que ele formula. Assim, a atividade direciona a investigação dos alunos para os fatores bióticos e foca numa única hipótese – a hipótese sobre predação de sementes. Caso tenha listado as hipóteses dos alunos na lousa, o professor pode aqui perguntar aos alunos quais das hipóteses podem ser excluídas – todas as referentes a fatores abióticos.

12. O quadro 1 pode ser feito na lousa e preenchido a partir das contribuições orais dos alunos. A resposta esperada para este quadro é que quanto maior a taxa de predação, menor o número de plantas da espécie predada porque os predadores de semente destroem os embriões das plantas prejudicando a reprodução da espécie. No entanto, respostas diferentes da esperada podem ser exploradas para enriquecer as discussões e favorecer a argumentação dos alunos em sala de aula. É importante que o professor oriente a discussão de forma a valorizar as explicações que se baseiam em conhecimentos biológicos.

13. O objetivo aqui é trabalhar outro processo importante do fazer científico – que normalmente sucede o levantamento de hipóteses – “a etapa da observação”. Essa é a etapa em que o aluno valida ou refuta as predições (hipóteses) construídas inicialmente. Por exemplo, se os alunos preencheram o quadro 1 corretamente, então os dados da tabela 2 confirmarão essa hipótese para a espécie vermelha, mas refutarão a hipótese para a amarela. No caso da amarela, os dados observados não correspondem ao esperado. Essa etapa da sequência é interessante para analisar como os alunos utilizam os dados para construir seus argumentos. Nesse momento, pode ser interessante dividir os alunos em pequenos grupos e pedir para responderem as questões 3 e 4 juntos. É importante que eles sejam orientados a utilizar os dados da tabela 1 e 2 para responder as perguntas.

Como a hipótese de predação é válida apenas para uma espécie e não para a outra (questão 3), ainda não é possível explicar o problema central (questão 4). É possível explicar porque há menos plantas vermelhas no local B (em relação ao local A), mas não porque há mais amarelas. É interessante discutir com os alunos se a hipótese de predação deve ser descartada ou ainda pode ser mantida já que explica parte dos dados.

14. Como a predação é insuficiente para explicar o problema central da atividade, uma nova hipótese é introduzida – a hipótese sobre

competição. As etapas de predição e observação se repetem para essa nova explicação no quadro 2 e no gráfico 1. Aqui é interessante que o professor faça o quadro 2 na lousa e peça para os alunos discutirem as questões 5 e 6, sempre valorizando as opiniões divergentes e estimulando o debate. De acordo com o gráfico, a espécie vermelha é a melhor competidora, pois na situação em que as espécies crescem juntas, a vermelha exibe maior crescimento (questão 5). Assim, a menor competição no local B (poucas plantas vermelhas) pode ser a explicação para o estabelecimento da espécie amarela. Ao contrário do momento anterior da atividade, agora é possível explicar o aumento de plantas amarelas no local B, mas não a redução de vermelhas. Portanto a hipótese de competição também não consegue sozinha, explicar o problema central (questão 6).

15. A sequência termina pedindo que os alunos organizem todas as respostas produzidas nas outras etapas da atividade para construir um argumento final capaz de explicar o problema central - “etapa da explicação”. Os alunos devem perceber que as hipóteses nem sempre são totalmente válidas, e que os modelos explicativos não são únicos e podem ser complementares. Assim, diante da limitação explicativa de cada modelo (predação de sementes e competição) quando considerados isoladamente, os alunos devem reconhecer que os dois modelos são necessários para explicar o problema central. A resposta esperada para a questão 7 envolve a compreensão de que a predação, ao diminuir o nº de plantas vermelhas no local B, diminui os efeitos da competição que essa espécie causa nas plantas amarelas, permitindo que essa última seja mais abundante nesse local.

➤ **SEQUÊNCIA DIDÁTICA 2 - “O que interfere na taxa de frutificação?”**

1. Nesse primeiro momento é interessante estimular os alunos a levantarem hipóteses sobre relações existentes entre insetos e plantas (etapa da predição). O professor pode usar perguntas complementares como: “por que os insetos visitam as flores?”; “eles retiram alguma substância das plantas?”; “deixam alguma substância nas flores?” “qual a relação entre flores e frutos?”. Pode ser necessário retomar conceitos como o de semente e de fruto, e o conceito de angiospermas. O professor pode listar na lousa as diferentes hipóteses elaboradas pelos alunos.
2. A partir das informações trazidas sobre néctar, o professor pode rever com os alunos as hipóteses listadas na lousa, perguntando se essas informações fortalecem alguma delas ou se alguém consegue pensar em alguma outra ideia para explicar o papel dos insetos na frutificação. A informação sobre a localização do néctar (proximidade

do aparelho reprodutor) pode ser destacada e servir como uma dica privilegiada para os alunos. Esse exercício deve ser feito antes da leitura das partes seguintes do texto.

3. É importante não confundir polinização (transferência do grão de pólen de uma antera até o estigma) com fecundação (fusão dos gametas masculino e feminino) - a fecundação só ocorre se houver polinização mas esses processos não são sinônimos. O professor pode utilizar materiais complementares (imagens, vídeos) para diferenciá-los. Pode ser necessário esclarecer que o pólen não é o gameta masculino em si, mas carrega esse gameta junto a outras estruturas; esclarecer que a simples chegada do grão de pólen no estigma não garante por si só a fecundação. Também é necessário deixar claro que o desenvolvimento dos frutos é dependente da fecundação e da formação das sementes (óvulos fecundados).
4. A sequência didática exigirá que os alunos utilizem suas habilidades para interpretar informações contidas em gráficos. Nas etapas anteriores da atividade, o professor deve ter conduzido os alunos para a hipótese de que quanto maior o número de insetos visitando uma copa, maior a transferência de pólen entre as flores e conseqüentemente maior a chance de fecundação e formação de sementes e frutos. Agora, a partir da observação dos gráficos da figura 2, os alunos poderão confirmar ou refutar essa hipótese para cada copa. É necessário comparar as colunas referentes à mesma copa. Nas copas A e B, o número de frutos (colunas azuis) parece diretamente relacionado ao número de abelhas visitantes (colunas verdes), o que confirma a hipótese inicial. Já na copa C, este padrão não é observado (a copa exibe a maior quantidade de frutos, porém teve poucos visitantes); isso deve ser explorado pelo professor para enriquecer as discussões. Os alunos podem ser questionados quanto à validade de uma hipótese que explica apenas parte dos dados (somente as copas A e B). Antes de continuar lendo o texto, o professor pode pedir aos alunos possíveis explicações para o padrão diferente exibido pela copa C.
5. Os alunos devem perceber que o gráfico da figura 3 é o mesmo gráfico de quantidade de abelhas (gráfico A) da figura 2 (os valores totais de cada coluna são os mesmos), só que com informações extras. Enquanto a figura 2 traz o número de meliponinas amostradas, independente da espécie, a figura 3 traz um detalhamento maior dos visitantes - com o número relativo de abelhas urucu observadas. Essa espécie é registrada apenas na copa C. Como essa é a copa com maior frutificação, o professor pode perguntar aos alunos o que essa espécie de abelha possui de diferente das outras meliponinas para favorecer a produção de frutos.

6. Essa última etapa da sequência didática (etapa da explicação) requer que os alunos elaborem explicações reunindo as informações das discussões anteriores. Duas observações são importantes: primeiro, a presença de meliponinas em todas as copas de barbatimão e segundo, a quantidade de abelhas urucu presentes apenas na copa da árvore C. Assim, apesar de haver uma relação entre o número de visitantes e a taxa de frutificação (como mostram os dados das copas A e B), os alunos podem ponderar suas explicações reconhecendo que o número não é a única coisa que importa, mas também o tipo de visitante. Dependendo das características de determinadas abelhas (maior tamanho por exemplo), estas podem ser polinizadores mais eficientes; assim, mesmo copas com poucos visitantes (copa C) podem exibir maiores taxas de frutificação.

➤ **SEQUÊNCIA DIDÁTICA 3 - “Como surgem as adaptações?”**

1. Esta sequência didática tem como objetivo a discussão de modelos explicativos sobre a origem das adaptações dos seres vivos. Ela consiste de dois textos, sendo cada um deles seguido por uma pergunta referente ao surgimento da adaptação descrita na atividade. Logo após a pergunta, são apresentados ao aluno dois modelos explicativos (um darwinista e outro teleológico) que irão ajudá-lo a resolver a questão. Os alunos devem responder a pergunta a partir de um dos modelos e justificar sua resposta explicando tanto porque escolheu um modelo quanto porque não escolheu o outro. Esta atividade é bastante ampla e traz exemplos de diferentes reinos de seres vivos, o que oferece uma diversa gama de possibilidades de aprofundamento e de links com outros conteúdos da Biologia, como Fisiologia, Ecologia, Genética, entre outros.
2. Cada um dos textos a seguir deve ser lido atentamente com os alunos, assegurando-se que todos estão entendendo a situação trazida pela sequência didática. Se necessário, deve-se pausar a leitura para explicar o significado de palavras ou conceitos que não sejam familiares aos alunos. Seria interessante que o professor, antes de ler os modelos com os alunos, deixasse que eles se expressassem livremente e elaborassem respostas possíveis às perguntas da atividade, estimulando-os a elaborar hipóteses, mesmo que estas estejam distantes das explicações científicas para o fenômeno. O professor também pode aproveitar o momento para, junto com os alunos, comparar as hipóteses levantadas, apontando semelhanças e diferenças entre elas antes de passar para o momento da leitura dos modelos explicativos científicos. O momento da leitura dos modelos com os alunos é muito importante, pois o professor não deve dar dicas ou deixar

transparecer qual dos modelos é o mais correto. Após dar alguns minutos para os alunos discutirem e perguntarem, o professor deve instruí-los a escolher aquele que eles julgarem ser mais verdadeiro e justificar essa escolha.

3. Se o professor já abordou o conceito de fotossíntese com os alunos, esse é um bom momento para retomar o processo, evidenciando que a glicose produzida na fotossíntese não alimenta somente a planta, mas sustenta toda a cadeia alimentar.
4. A ideia de plantas disputando e competindo por recursos (como luz, água ou nutrientes) pode ser surpreendente para alguns alunos. Se necessário, o professor pode parar nesse trecho para explicar que a competição não ocorre somente no reino animal.
5. Caso o processo de sucessão ecológica já tenha sido estudado pelos alunos, o professor pode aqui retomar os conceitos de plantas pioneiras e não pioneiras para exemplificar melhor essa questão das estratégias de obtenção de luz. As plantas pioneiras em geral apresentam um crescimento primário bastante acelerado, chegando a atingir vários metros de altura em poucos anos e fazendo sombra na região. As plantas não pioneiras têm um crescimento mais lento, mas geralmente alcançam alturas mais elevadas e vivem mais tempo do que as plantas pioneiras.
6. As bromélias são plantas muito comuns em todos os biomas brasileiros, além de serem amplamente utilizadas como plantas ornamentais em jardins. Os alunos possivelmente já viram plantas dessa família (mesmo que só o abacaxi), o que facilita o entendimento da disposição foliar desses vegetais. O professor pode explorar os conhecimentos dos alunos sobre essas plantas ou até mesmo levar um exemplar na aula para mostrar aos estudantes.
7. Aqui o professor pode ressaltar que essa grande quantidade de seres vivos *coexiste* na água das bromélias, muitas vezes formando comunidades ecológicas complexas no interior desses vegetais.
8. O professor deve garantir que todos os alunos entendam a pergunta. Antes da leitura dos modelos explicativos sugeridos, pode-se abrir espaço para que os alunos discutam livremente a questão.
9. Cada um dos modelos oferece um tipo de explicação bastante diferente (uma teleológica e uma darwinista). Para o bom andamento da atividade é essencial que os alunos percebam os dois modelos como *explicações possíveis* para o fenômeno. Aqui o professor terá que ler os modelos junto com os alunos e mediar a discussão, explicando detalhadamente cada modelo se necessário, sem deixar

transparecer, no entanto que o modelo darwinista é o mais adequado.

10. Neste caso, o modelo mais adequado é o modelo 02, que traz o conceito de seleção natural para explicar o fenômeno em questão.
11. Aqui o professor pode explorar com os alunos a vastidão do grupo das bactérias, mostrando que apenas uma quantidade pequena delas pode causar doenças em humanos.
12. Caso os alunos já tenham estudado os assuntos relacionados à Biologia Celular, o professor pode lembrá-los que o nitrogênio é um dos principais componentes dos ácidos nucléicos (DNA e RNA) e dos aminoácidos.
13. Se o ciclo do nitrogênio já tiver sido abordado em sala de aula, esse é um bom momento para retomar o assunto, dando ênfase na importância das bactérias fixadoras de nitrogênio.
14. Se os alunos ainda não estudaram relações ecológicas, pode ser que aqui o professor tenha que intervir, explicando melhor o conceito de mutualismo e essa relação entre a planta leguminosa e a bactéria *Rhizobia*.
15. Neste caso, o modelo mais adequado é o modelo 01, que traz o conceito de seleção natural para explicar o fenômeno em questão.