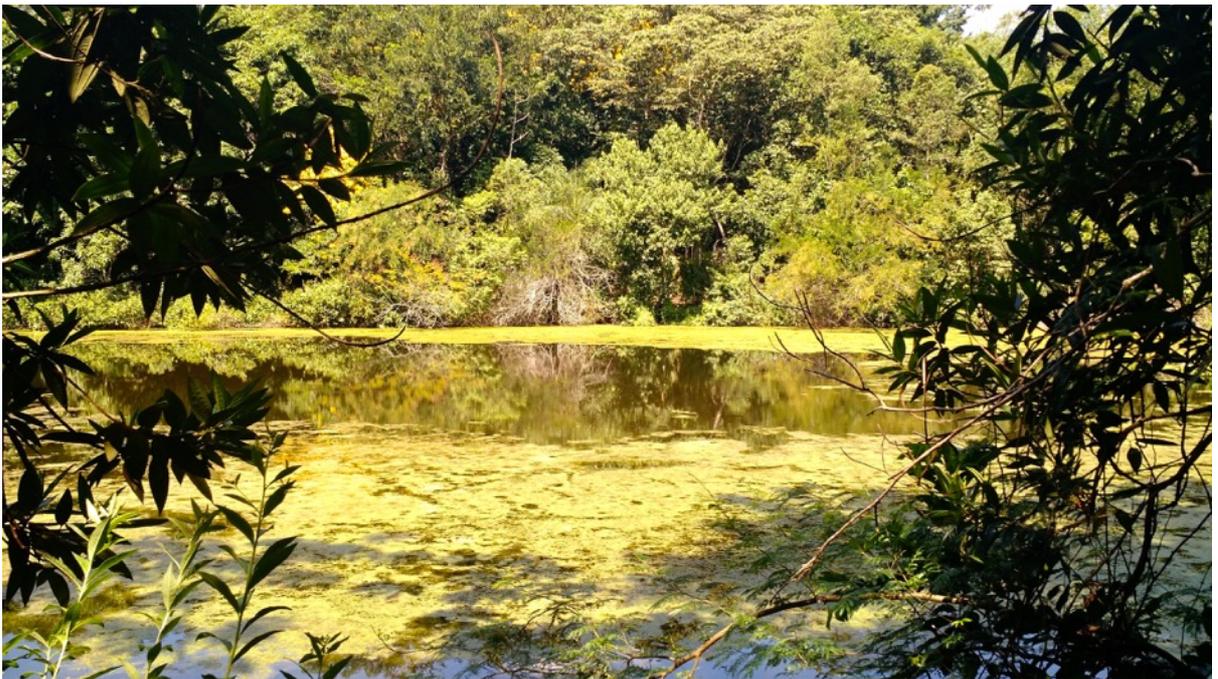


# Módulo: Biodiversidade

Paulo Cesar de Paiva

2016



# Aula 3

## Espécies exóticas

### O que é ser exótico?

Uma espécie é considerada exótica quando coloniza uma determinada região geográfica onde naturalmente não ocorria antes. Muitas vezes as espécies exóticas recebem outras denominações dependendo do grau de invasão, se causa danos, se ela se estabelece bem na nova localidade, etc. (*Quadro 1*). Entretanto a definição do que é exótico não é tão simples quanto possa parecer à primeira vista. Por exemplo, no capítulo anterior mostramos com os eucaliptos foram introduzidos no Brasil no século

#### *Quadro 1*

##### **Espécie exótica ou não nativa**

Animal, planta ou outro organismo patógeno introduzido em uma região onde ela não ocorre naturalmente, também denominada de espécie não nativa ou exótica

##### **Espécie introduzida**

espécie invasora cujo mecanismo de invasão foi mediado ou causado pela ação humana. Animais ou plantas que invadem uma determinada região trazidos propositalmente ou acidentalmente por seres humanos.

##### **Espécie estabelecida**

espécie introduzida que se reproduz no ambiente tendo uma população auto-sustentável

##### **Espécie invasora**

espécie exótica que normalmente se dispersa na nova região causando danos ao meio ambiente, a outras espécies ou a economia e saúde humanas.

passado. Sabe-se exatamente quando e como os eucaliptos chegaram, trazidos pelos seres humanos, e como se estabeleceram em cultivos. Mas se pensarmos de uma forma mais ampla, veremos que nós mesmo, os seres humanos somos exóticos, uma vez que nossos ancestrais surgiram na África a milhares de anos e se dispersaram por todo o planeta. Alguns animais e plantas que hoje habitam a América, por exemplo, podem ter se dispersado ao longo da história da terra em tempos muito remotos, antes mesmo de nós chegarmos aqui, sendo hoje considerados como **nativos** (que é o oposto de exótico).

Embora esta colonização de novas regiões geográficas possa ocorrer naturalmente ao longo da história da terra, as migrações dos seres humanos ajudaram

muito na ampliação desta dispersão uma vez que nós humanos, seja para a alimentação ou mesmo acidentalmente, costumamos carregar animais, plantas ou microorganismos em nossa viagens.

Tabela 1 - Taxa de colonização do Havaí por plantas por dispersão ao longo da história (Carlquist 1974 e Lockwood et al. 2006)

EVENTO HISTÓRICO	TAXA
Antes da colonização humana	1 espécie a cada 100.000 anos
Após a chegada dos Polinésios	1 espécie a cada 50 anos
Após a chegada dos Europeus	1 espécie a cada 22 anos

A chegada de novas espécies em um local é, portanto, um evento natural, mas a taxa aumenta muito após a chegada do ser humano. Na Tabela 1 temos uma estimativa da taxa de entrada de novas espécies no Havaí que, sendo um pequeno conjunto de ilhas no meio do Oceano Pacífico, é isolado por milhares de quilômetros dos continentes. Note como esta taxa aumentou de forma dramática depois da chegada dos seres humanos.

#### Quadro 2

Abaixo alguns exemplos de frutas e animais **exóticos**. Observe que exótico não é “estranho” ou “diferente” mas apenas animais e plantas originários de outras regiões alguns deles bem conhecidos e estabelecidos. Muitos, como nos casos mostrados abaixo, são encontrados fora de sua área de origem em condições controladas. No caso das frutas em cultivos e plantações e no caso do cão, em residências como animal doméstico. Raramente estes organismos são muito abundantes na natureza. Em geral estes são denominados de **domesticados**, embora a domesticação possa ocorrer também em sua área de origem.



Muitas vezes a entrada de espécies, principalmente de animais e vegetais, foi efetuada com o objetivo claro de introduzir alimentos (*Quadro 2*). Desta forma alimentos como o tomate, o milho e a batata, nativos do continente americano, só foram introduzidos na Europa após a descoberta e colonização deste. No Brasil, nós comemos uma grande variedade de alimentos exóticos como as frutas mais populares: laranja, banana, manga, maçã e outros como o arroz, o café e a cana-de-açúcar. Isso mesmo, o café e a cana-de-açúcar que tanta riqueza deram ao nosso país, são exóticos!



**Figura 1** - (a) Jaqueira e (b) e Jambiro, espécies comuns na paisagem brasileira originárias de outros continentes.

Algumas espécies introduzidas, propositalmente ou mesmo acidentalmente, passam quase despercebidas, pois se estabeleceram bem na natureza. Estas se estabeleceram fora de ambientes controlados como ocorre nas plantações e cultivos. Um exemplo deste estabelecimento na natureza são algumas frutas populares como a jaca e o jambo (figura 1), ou mesmo animais como as pombas e, num passado recente, os pardais, outrora muito comuns em zonas urbanas do Brasil, mas muito raros atualmente.

Ainda quanto aos animais, quase todos os animais cultivados para alimentação são espécies exóticas como o gado bovino, o porco e o frango/galinha, assim como animais domésticos como os cachorros, gatos e os hamsters (figura 2 e *Quadro 2*).



**Figura 2** - (a) O Brasil é um país muito rico em biodiversidade de roedores (pequenos ratos) como os hamsters. Entretanto o hamster da foto ao lado, é uma espécie exótica comum em lojas de animais de estimação e cujo nome popular é hamster-anão-russo (*Phodopus sungorus*). O exemplar da foto atende pelo singelo nome de “Zuzé”.

## Espécies invasoras e a biodiversidade local

Como visto no *Quadro 1*, as **espécies invasoras** são aquelas que causam danos diretos ou indiretos à biodiversidade local, embora muitas vezes as evidências de danos são apenas suposições ou expectativas. A invasão pode ser proposital, como na introdução de coelhos na Austrália que se tornou um dos maiores problemas ambientais daquele país, uma vez que estes devastavam a vegetação local e se multiplicavam rapidamente pois não havia qualquer predador natural destes animais na região<sup>1</sup>. Neste caso a introdução foi proposital mas, muitas vezes, a introdução é acidental como

### *Quadro 3*

A **água de lastro** é um volume de água que os navios sugam quando descarregam suas mercadorias para compensar a perda do peso. Esta mesma água é jogada para fora quando o mesmo navio recebe uma nova carga em outro porto. Se esta água não for tratada, a água sugada em um porto na Europa, pode ser devolvida ao ambiente quando o navio retorna ao seu porto de origem, no Brasil por exemplo, levando larvas e adultos de animais que não são nativos desta região.



<sup>1</sup> Faça uma pesquisa na internet com a frase “coelhos na Austrália” ou “invasão de coelhos na Austrália” e veja mais sobre este assunto.

no caso do Museu Oceanográfico de Mônaco, na costa do mar Mediterrâneo, onde uma modesta alga verde que estava em um aquário foi jogada acidentalmente no mar em 1984 e, em menos de 20 anos, já cobria vastas áreas do fundo do mar afetando outras espécies de algas e animais da região.

No Brasil, além das introduções já citadas, são comuns introduções recentes que chamam atenção das pessoas pelo súbito aparecimento de animais que antes eram desconhecidos na região. O caramujo gigante africano, *Achatina fulica* (figura 3), por exemplo, foi trazido para o Brasil para ser utilizado como alimento, substituindo um outro caramujo, o *escargot*, considerado como uma iguaria por muitos e consumida em alguns restaurantes. Sua introdução, associada a uma rápida e eficiente reprodução, fez com que esta espécie seja encontrada atualmente em grandes quantidades em jardins, parques e terrenos baldios de zonas urbanas ou mesmo rurais. Não se sabe até que ponto este animal pode ou não ser prejudicial a saúde humana ou se afeta espécies nativas, uma vez que sua invasão é ainda muito recente.



**Figura 3** - Caramujo-gigante-africano (*Achatina fulica*), encontrado em um jardim em zona urbana.

Um invasor pode afetar as espécies nativas de diversas formas:

- a) pode competir com uma espécie local (nativa),
- b) pode predar animais nativos ou pastar plantas nativas,
- c) pode alterar o ambiente prejudicando de alguma forma as espécies nativas,
- d) pode servir de vetor de doenças (patógenos) que eram desconhecidos ou raras no novo local invadido.

Na água doce, um tipo de mexilhão que recentemente invadiu o nosso continente, é o mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) originário da Ásia. A espécie, provavelmente trazida por navios que chegaram ao Rio da Prata, subiu o rio e invadiu a bacia do Rio Paraná, onde se tornou um problema ambiental e econômico já que seu crescimento desenfreado faz com que tubulações de água e de usinas hidrelétricas sejam entupidadas por suas conchas.

A introdução do mexilhão-dourado por navios é um problema que tem chamado a atenção das autoridades ambientais devido ao intenso tráfego marítimo em anos recentes. Animais podem ser transportados pelos cascos (como mexilhões e algas) ou, em alguns casos, podem ser transportados na forma de larvas na água de lastro destas embarcações (*Quadro 3*).

A invasão através de cascos de navios ocorre, em nosso continente, desde o descobrimento da América. Há fortes indícios de que o popular mexilhão marinho (*Perna perna*), encontrado nas costas do Brasil e que é muito utilizado na alimentação (figura 4), não sejam na realidade, uma espécie nativa mas sim uma espécie africana que chegou ao nosso continente no casco dos primeiros navios vindos da África<sup>2</sup>



**Figura 4** - Mexilhão marinho (*Perna perna*) espécie extremamente comum na costa brasileira e muito apreciada na culinária.

Invasões mais recentes no ambiente marinho também ocorreram devido não apenas aos navios, mas também devido à chegada de plataformas petrolíferas na costa sudeste, especialmente nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo. Estas levaram à invasão dos **corais-sol** (*Tubastrea tagusensis* e *Tubastrea coccinea*) que, atualmente, cobrem vastas áreas costeiras (figura 5), colocando em risco as espécies nativas de corais e outros animais marinhos.

---

<sup>2</sup> Para mais detalhes ver o artigo: SOUZA, Rosa Cristina Corrêa Luz de; CALAZANS, Sálvio Henrique; SILVA, Edson Pereira. Impacto das espécies invasoras no ambiente aquático. *Cienc. Cult.*, São Paulo, v. 61, n. 1, 2009

[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252009000100014](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252009000100014)



**Figura 5** - Coral-Sol (*Tubastrea* spp.). Espécie invasora bem estabelecida na região da Ilha Grande, RJ. Chama atenção

O papel das espécies exóticas na biodiversidade local é um tema polêmico e, portanto, muito discutido por cientistas e gerenciadores de órgãos ambientais e outras instituições. Por exemplo, a jaca que hoje é comum até em parques nacionais no Brasil, está sendo substituída por plantas nativas. Neste processo de substituição, no entanto, está sendo considerado que, como a jaca já está bem estabelecida (ver Quadro 1) alguns animais locais estão adaptados a se alimentar dela. A remoção desta deve ser feita, portanto, com cautela para que os animais possam se readaptar às plantas nativas replantadas. O mesmo valeria por exemplo para o mexilhão marinho já citado. Imagine o impacto da remoção de todos os mexilhões do país para a ecologia ou mesmo economia local?

Muitos cientistas, no entanto, vêem a invasão de espécies como um dos cinco maiores fatores que levam a perda da biodiversidade do planeta, alguns destes cientistas estimam que 40% das extinções animais podem ter sido causadas pela introdução de espécies exóticas. Embora haja polêmicas quanto aos valores destas estimativas pois pouco se sabe sobre a situação de diversas espécies exóticas e seu impacto como, por exemplo:

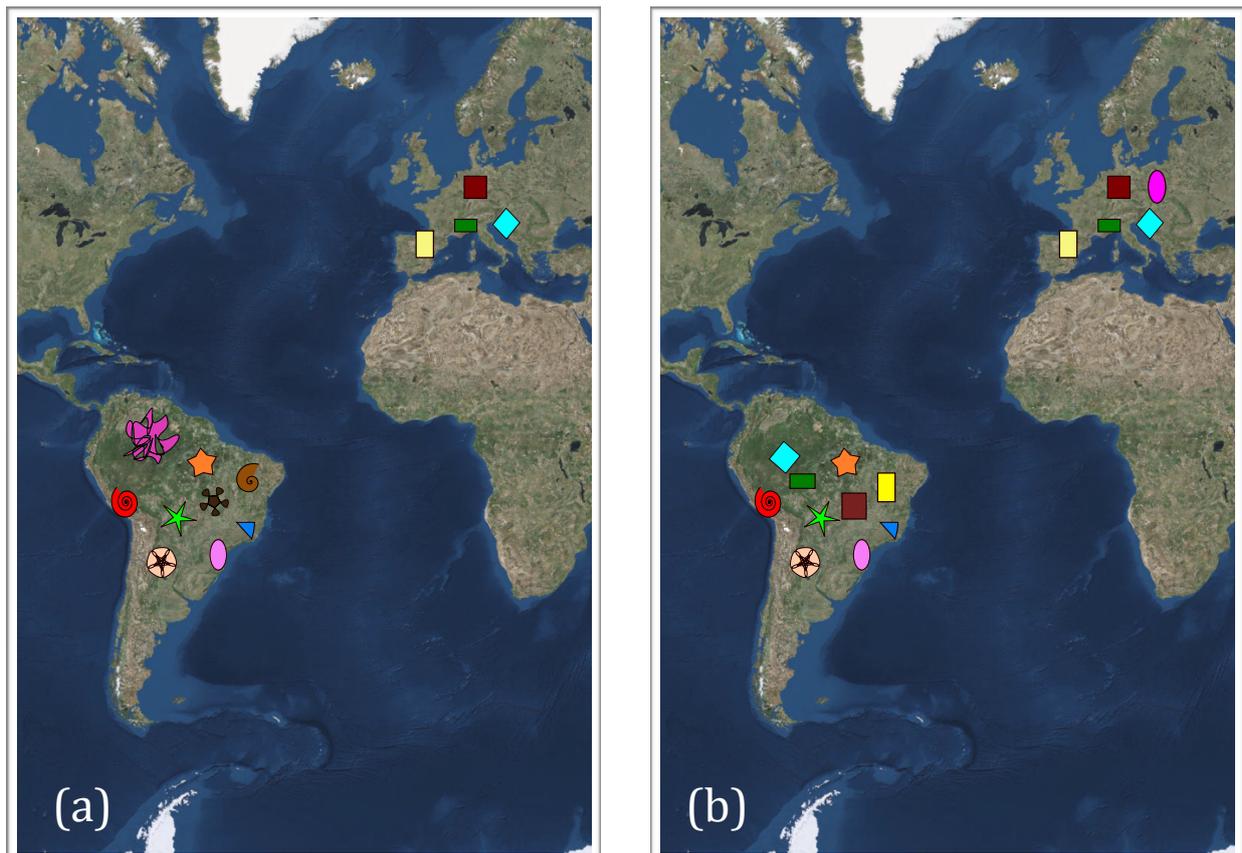
*Quando ocorreu a invasão?*

*Qual o impacto negativo para os ecossistemas locais? (veja na Aula 2 o exemplo do eucalipto)*

*Será que não há um impacto positivo? Qual seria este?*

*Qual o futuro das populações desta espécie na região invadida? (muitas espécies exóticas se dispersam e dominam o ambiente logo após a invasão, mas depois suas populações se reduzem drasticamente, tendo um papel secundário no local)*

A chegada de espécies exóticas em uma região pode levar a um aumento da biodiversidade desta região, quando muitas espécies exóticas são introduzidas e poucas espécies nativas são extintas. Este aumento da biodiversidade regional pode, no entanto, levar a uma queda da biodiversidade global. Na figura 6(a), por exemplo, existem **nove** espécies nativas na América do Sul e **quatro** na Europa de um total de **13**. Na figura 6(b), houve a invasão das Américas pelas **quatro** espécies europeias e a invasão da Europa por **uma** espécie americana. No final temos **10** espécies na América do Sul (incluindo as nativas e exóticas) e **cinco** na Europa (incluindo as nativas e uma exótica). Ou seja a biodiversidade da Europa e da América aumentou com as espécies exóticas, entretanto o total de espécies, a biodiversidade global, agora é de apenas **10**, ou seja **três** espécies foram extintas globalmente.



**Figura 6** - Aumento da Biodiversidade Regional e queda da Biodiversidade Global devido à introdução de espécies exóticas. em (a) temos as espécies antes da introdução (só espécies nativas) em (b), temos o resultado após a invasão das exóticas.

## Patógenos invasores

Numa época onde o sistema de transporte humano é extremamente rápido, intenso e diversificado, como nos dias atuais. O controle de transporte de espécies exóticas, especialmente de microrganismos patógenos como fungos, vírus e bactérias, é uma das maiores preocupações da Organização Mundial de Saúde. O número de vôos diários entre localidades muito distantes, fazendo com que em menos de 24 horas qualquer patógeno possa cruzar o planeta, faz com que, cada vez, os patógenos sejam menos endêmicos (isto é, restrito a uma determinada região).

A epidemia do zika no Brasil, por exemplo, é um exemplo recente deste processo. Cada vez é mais difícil haver barreiras para a entrada de patógenos que possam causar doenças aos humanos, mas também doenças que prejudiquem plantas e animais utilizados na agricultura ou pecuária. No passado, quando o número de viagens internacionais era pequeno, era comum a **quarentena** onde o possível vetor (aquele que transporta o patógeno), ficava isolado até que houvesse ou a certeza de que não carregava o patógeno ou caso houvesse ocorrido o contágio do vetor, o patógeno era eliminado. Nos dias atuais, isto é praticamente impossível.

Na América Central, mais especificamente no Panamá, era comum uma espécie muito pequena e bonita de rã, a chamada rã-dourada (*Atelopus zeteki*) que, embora abundante, tinha uma distribuição geográfica restrita. Em pouco mais de 20 anos esta rã foi extinta da natureza (só existem animais protegidos em cativeiro) devido a uma doença causada por um fungo (*Batrachochytrium dendrobatidis*) que afeta a capacidade respiratória destes animais. A introdução do fungo, provavelmente associado a roupas e calçados de viajantes, levou a esta extinção e está afetando as populações de outros sapos e rãs ao longo do planeta (ver Aula 4).

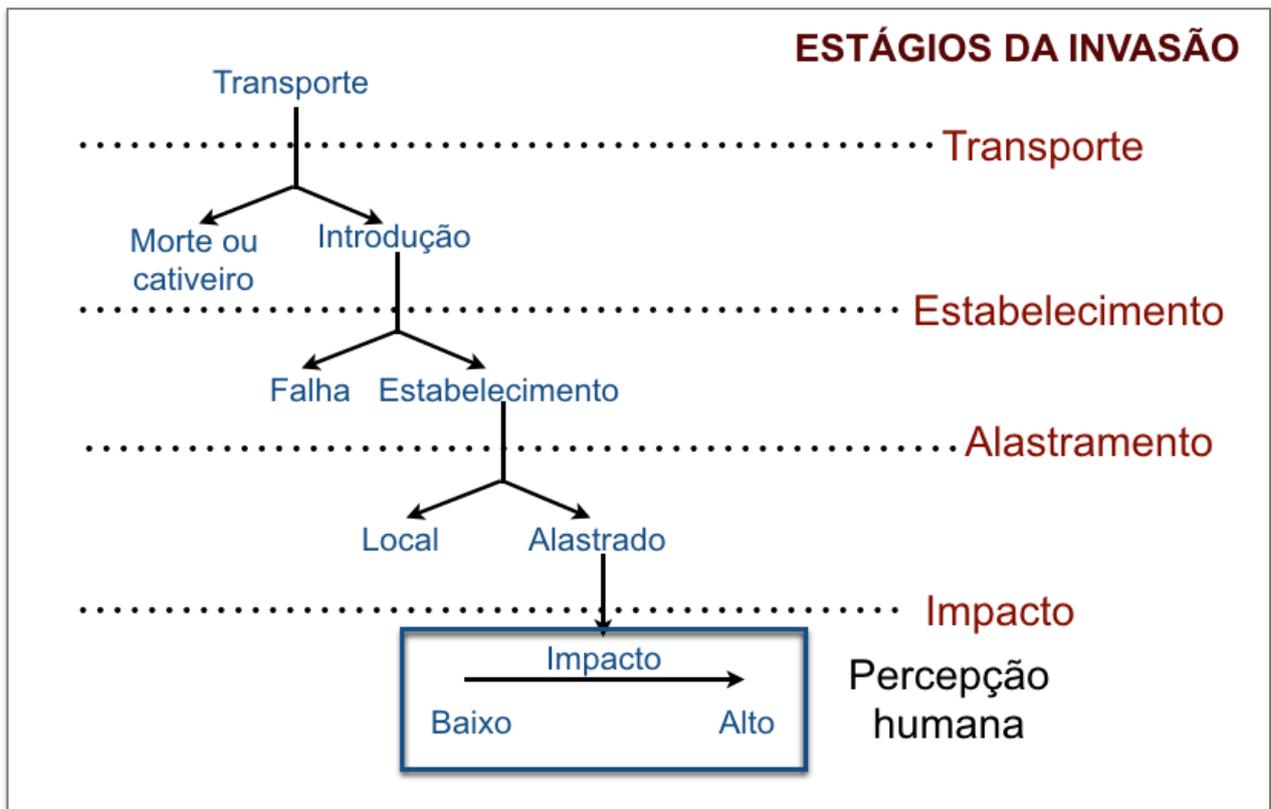
Este tipo de invasão é quase impossível de ser controlado, pois envolveria a necessidade de esterilizar com água sanitária, usada para eliminar os fungos, o vestuário de todas as pessoas que porventura fossem visitar a região de distribuição da rã. É importante notar também que este tipo de processo de transporte de patógenos pode estar associado a outros fatores, como mudanças climáticas, que podem estar agindo conjuntamente, ficando difícil determinar o papel relativo de cada um (espécie exótica ou mudança climática). Um bom exemplo desta situação ocorre no caso de um anelídeo marinho denominado verme-de-fogo (*Hermodice caunculata*) que se

distribuí naturalmente por boa parte dos oceanos tropicais do Atlântico. Este animal não é, portanto, considerado exótico nesta região. Entretanto ele é vetor (carrega dentro do corpo) uma bactéria (*Vibrio cholerae*) que causa uma doença em recifes de corais, denominada de **branqueamento** que, pode levar a mortandade dos recifes. O branqueamento é maior devido ao aumento da temperatura média da água do mar causada pelas mudanças climáticas (Aula 2), facilitando o estabelecimento da doença pelo vibrio. Portanto, o que ocorre é que naturalmente o verme-de-fogo transporta a bactéria mas esta só se torna mortal para os corais se houver um aumento anormal da temperatura da água do mar.

Embora no caso acima, nem a bactéria nem o vetor (verme-de-fogo) sejam animais exóticos, esta interação com o aumento da temperatura também pode ocorrer com espécies de vetores ou de patógenos invasores, os quais seriam inofensivos caso não houvessem mudanças climáticas associadas a eles.

## O processo de invasão

O processo de invasão de uma espécie exótica depende de uma série de etapas como ilustrado na figura 7. A primeira etapa é o **transporte** que, como já vimos, pode ser intencional ou não. Pode ocorrer, por navios, aviões ou até mesmo automóveis em uma escala menor, claro. Uma vez que a espécie, animal, planta ou microorganismo, atinja uma região que ela não habitava anteriormente ela pode simplesmente não ser viável. No caso de espécies cultivadas ou criadas ela pode morrer em cativeiro ou daquelas introduzidas acidentalmente, morrer na natureza. No caso de elas sobreviverem, ocorre a introdução e se passa para o processo de **estabelecimento**. Muitas espécies se dispersam no novo ambiente, mas não são capazes de se reproduzir de forma eficiente. Por exemplo uma determinada planta precisa de um animal para que carregue seu pólen de sua flor para outra flor. Este transporte, no seu ambiente nativo, era feito por alguma animal (uma abelha por exemplo), mas no novo ambiente não existem as mesmas abelhas. Neste caso a reprodução desta planta é prejudicada e as populações vão aos poucos sendo reduzidas e extintas localmente. Por outro lado, se houver sucesso na reprodução, podemos dizer que a espécie se estabeleceu.



**Figura 7** - Estágios do processo de invasão por espécies exóticas segundo Lockwood et al 2007 (Invasion Ecology, Blackweell Publishing)

Uma vez estabelecida a espécie exótica, agora introduzida, pode ficar restrita localmente, mantendo suas populações ou, diante de condições ambientais adequadas, como por exemplo a ausência de predadores naturais, pode se **alastrar** para outras localidades. Uma vez alastrada vem um estágio complexo de avaliação que é se houve ou não **impacto**. Por exemplo, uma espécie pode se alastrar mas não afetar a comunidade local, ou a saúde humana, portanto o impacto é baixo, ou pelo menos a nossa percepção (percepção humana) é de que o impacto é baixo. Por outro lado ela pode afetar outras espécies de forma muito clara, como no caso do fungo que matou as pobres rãs do Panamá, ou seja o impacto é alto. Entretanto, como já abordamos acima, muitas vezes é extremamente difícil estabelecer qual o impacto da introdução de uma espécie exótica. Ou seja, até que ponto esta **introdução** pode ser considerada uma **invasão**.

Por exemplo, vejamos o caso dos mexilhões marinhos citados acima. Antes da colonização da América pelos europeus, aparentemente, não havia os tais mexilhões na nossa costa. Por outro lado, também não sabemos claramente como eram as

comunidades animais da nossa costa antes da chegada dos mexilhões. Também não sabemos como estes mexilhões afetaram estas comunidades.

Note portanto que nestes 500 anos da chegada dos mexilhões, nós não sabemos qual o impacto que a chegada destes ou de outros organismos causou para o ecossistema marinho do Brasil. Muitas vezes nem ao menos sabemos se determinadas espécies são exóticas ou não. Existe até um termo próprio para estas espécies são as **espécies criptogênicas**<sup>3</sup>, aquelas que não temos condição de afirmar se são nativas ou exóticas e, diga-se de passagem, o número de espécies cuja origem é desconhecida é extremamente alta.



**Figura 8** - *Isognomum bicolor*, espécie de marisco exótico que se alastrou nos anos 2000 pela costa sudeste do Brasil

Um outro exemplo de invasão relativamente recente é de um marisco marinho o *Isognomum bicolor* (figura 8). A espécie chegou ao Brasil a cerca de 30 anos e, a cerca de 10 anos atrás, se alastrou por toda a costa sudeste brasileira ocupando o mesmo espaço de outros mexilhões e algas marinhas. Entretanto, após esta grande expansão, as populações começaram a decair e, embora a espécie ainda possa ser encontrada, esta é muito menos abundante do que foi outrora.

Embora viva em uma área (rochas marinhas em praias) onde a competição com outras espécies nativas possa ocorrer, não é claro por que a espécie teve suas populações reduzidas. Portanto, no caso da introdução de *Isognomum*, podemos dizer que a espécie é **exótica** (não é nativa), é **introduzida** (trazida pela ação humana, provavelmente por cascos de navios ou água de lastro), mas não podemos afirmar que já está **estabelecida** pois, embora já esteja por aqui a quase 30 anos, suas populações estão em franco declínio e, portanto, não sabemos se atingirá o estágio de **invasora**, uma vez que, mesmo que suas populações se mantenham, estas são muito restritas localmente dificultando a avaliação de quanto esta afeta as espécies nativas, ou seja se o impacto é auto ou

---

<sup>3</sup> a palavra *criptogênia* vem do grego *kriptós* = escondido ou oculto e *gênesis* = origem. Ou seja a origem está “escondida” (ou seja é desconhecida).

baixo. Por outro lado, o em relação ao mexilhão comestível *Perna perna* (figura 3) podemos dizer que é uma espécie **exótica** (não é nativa), é **introduzida** (trazida pela ação humana), bem **estabelecida** (se alastrou) mas não podemos afirmar se é uma espécie **invasora**, já que não sabemos qual o seu impacto para o ecossistema local.

Avaliar se o impacto de uma introdução é baixo ou alto (figura 7) é um processo extremamente complexo, sendo necessários estudos detalhados sobre ecologia, fisiologia, evolução das espécies exóticas e nativas, além de experimentos controlados com estas espécies, antes que se possa afirmar algo sobre o impacto das introduções. Este é, portanto, um campo de estudo bem complexo e atual na área das ciências biológicas.