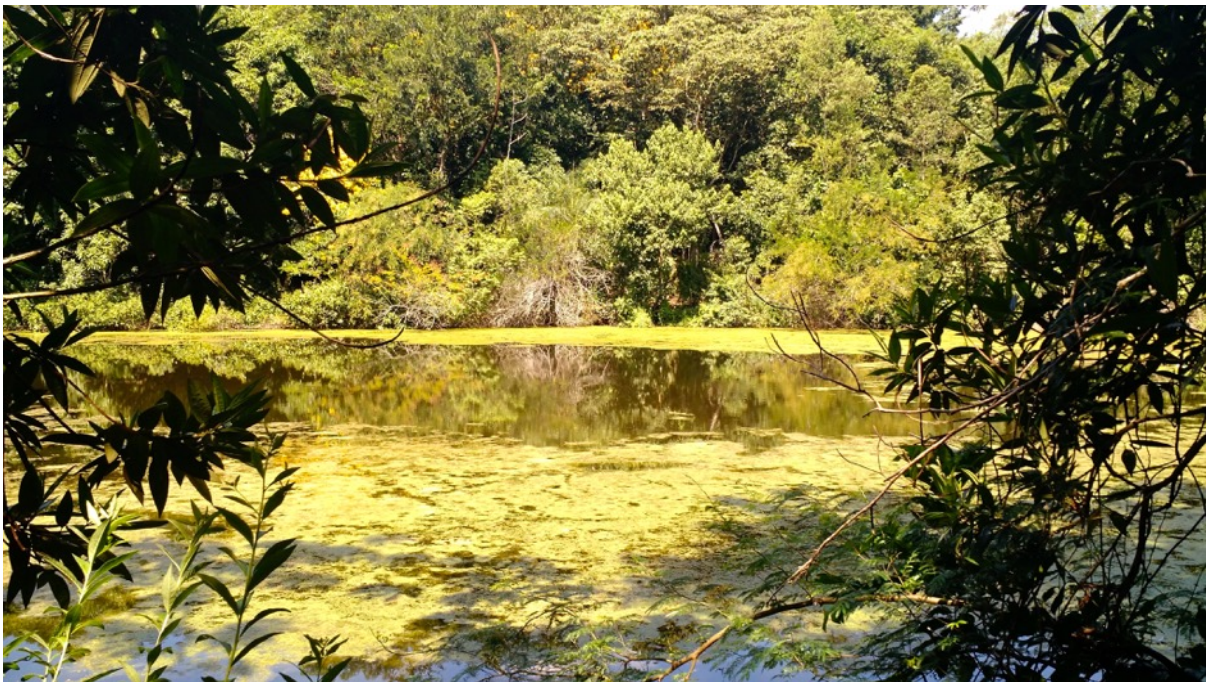


# Módulo: Biodiversidade

Paulo Cesar de Paiva

2016



# Aula 1

## O que é Biodiversidade?

### Diversidade, Riqueza e Biodiversidade

Biodiversidade é uma palavra que tem sido incorporada ao vocabulário regular, não apenas biológico, com uma certa facilidade em anos recentes. Não raro você já deve ter lido em livros, na imprensa, no rádio ou mesmo em programas de TV frases do tipo:

*“A biodiversidade da amazônia está em risco”*

ou

*“Os recifes de corais apresentam uma alta biodiversidade”*

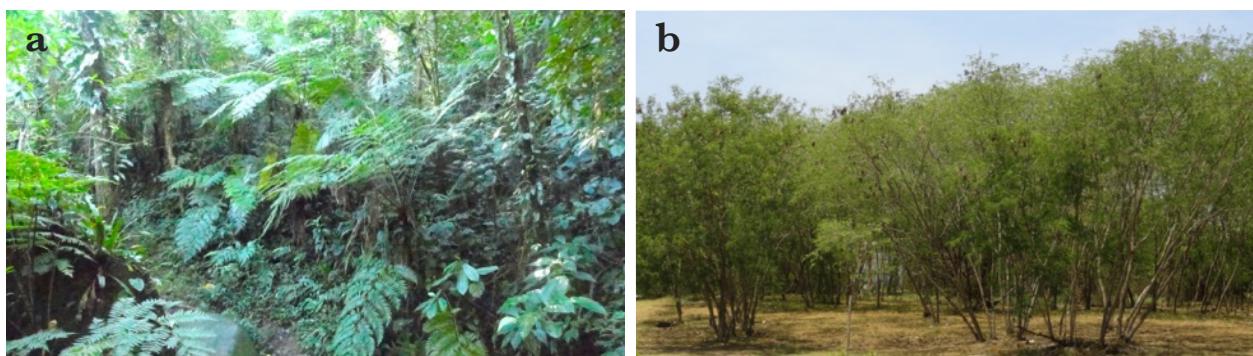


**Figura 1** - Ambiente costeiro, um dos ambientes marinhos com maior biodiversidade

Em qualquer dos casos acima, quando alguém menciona a biodiversidade, normalmente está se referindo ao número de espécies animais, vegetais ou, mesmo de microorganismos, que vivem em uma determinada área em um período de tempo. Esta medida de biodiversidade, ou seja o número de espécies de organismos, funciona para descrever quão complexo é um ecossistema ou ambiente. Ambientes, regiões, ilhas ou continentes são, nestes casos, considerados como tendo uma grande biodiversidade se apresentem um grande número de espécies em comparação com outros onde o número é mais restrito.

Embora este conceito seja muito utilizado a **biodiversidade** não é necessariamente o mesmo que o **número de espécies** mas pode, por exemplo, se referir à diversidade de formas do corpo, de tipos de organismos ou mesmo à diversidade genética, como veremos daqui a pouco.

Por exemplo, nos livros de ecologia, é comum a apresentação de uma forma de biodiversidade através de dois conceitos principais: o de **riqueza** que, como vimos acima, indica quantas espécies uma determinada área tem, quão “rica” em espécies ela é. O outro conceito clássico é o de **diversidade específica**, quando não apenas o número de espécies (= riqueza), mas também quantos indivíduos existem de cada uma das espécies. Por exemplo, observe a figura 2 abaixo:



**Figura 2** - a) Mata Atlântica b) Campo de Flamboyant

A diversidade de espécies da floresta (2a) é relativamente alta em comparação com a o campo ao lado, mas por que?

Aparentemente há um número maior de espécies de árvores, arbustos e demais plantas (e provavelmente animais também) na floresta (2a) do que no campo de flamboyant (2b) mas, não necessariamente. É possível que, no campo, haja tantas ou até mais espécies do que na floresta (é difícil, mas não impossível), na forma de pequenos arbustos ou capim. Por outro lado, uma espécie, o flamboyant domina a paisagem na figura 2b, embora haja um grande número de espécies e de indivíduos neste ambiente, a maioria deles são flamboyants, as demais espécies têm apenas alguns indivíduos. Na floresta, os indivíduos estão melhor distribuídos entre as espécies, ou seja, várias espécies estão bem representadas por vários indivíduos. Desta forma diz-se que a comunidade da figura 2a tem uma **diversidade** maior que a figura 2b, mesmo que ambas possam até apresentar o mesmo número de espécies.

## Outros tipos de Diversidade

**Diversidade** é uma palavra que se refere ao que é “diferente” ou seja quando dizemos que na figura acima a diversidade de espécies é maior na mata atlântica (figura 2a) do que no campo de flamboyant (figura 2b), estamos dizendo que na primeira coexistem mais coisas “diferentes”. Por exemplo, no campo coexistem muitas árvores da mesma espécie (Flamboyant), portanto não são muito diferentes entre si.

Uma questão importante é a definição do que é diferente. No problema acima da diversidade específica a diferença ou semelhança está em serem ou não as mesmas espécies. Mas nem sempre isso é uma boa medida de diversidade.

Imagine o seguinte exemplo:

Um cientista está estudando dois pequenos lagos, um no alto de uma serra e o outro numa região mais quente ao nível do mar. O cientista em questão quer, antes de mais nada saber qual o lago é mais diverso em relação aos animais que neles habitam. Imagine que no lago de serra ele encontra 16 espécies diferentes de animais:

*5 peixes,*

*4 pequenos crustáceos,*

*3 caranguejos grandes e  
2 pequenos invertebrados (planárias e nematódeos).*

Já no lago costeiro ele encontra 20 espécies animais, sendo:

*17 peixes e  
3 caranguejos grandes*

Note que, neste caso, não estamos considerando o número de indivíduos, como no caso da diversidade específica, mas apenas o número de espécies. Neste caso o lago da serra tem **menos** espécies (é mais pobre, ou menos rico...). Por outro lado o lago costeiro tem **mais** espécies mas que representam apenas dois grupos (peixes e caranguejos). Portanto podemos dizer, quanto ao lago costeiro, que ele tem uma riqueza maior, afinal são 20 espécies diferentes (17 de peixes e 3 de caranguejos) mas uma **diversidade filética** menor, uma vez que as 20 espécies são de apenas dois grupos animais, no caso dois filos: aqui representados pelos **peixes** (filo Chordata) e **crustáceos** (filo Arthropoda), embora o nome dos filos não venha ao caso no momento. Por outro lado o lago de serra com apenas 14 espécies é representado por um número maior de grupos animais (no caso 4 filos).

Temos então aqui um novo conceito de diversidade, a **diversidade filética** que avalia não apenas onde há mais espécies mas quantos grupos animais estas espécies pertencem. Uma outra forma, semelhante, mas não exatamente igual, é a **diversidade filogenética** que considera quão distante evolutivamente as espécies de um ecossistema estão entre si. Por exemplo, um ambiente que tenha seres humanos, orangotangos e gorilas teria uma diversidade filogenética muito menor do que outro que possuísse, onças, baratas, caranguejos e minhocas, uma vez que os primeiros são mais próximos evolutivamente que os últimos, entre si. Note que aqui não estamos dizendo se eles pertencem ou não a um número maior de filos, como visto acima, mas sim de quão distantes evolutivamente estão estes grupos. Mas não se preocupe, esta “distância” evolutiva será abordada com mais detalhes em outras disciplinas ao longo do curso.

Bom, mas é só isso? Ora, se podemos avaliar a diversidade pelas diferenças dentro de uma comunidade quanto às suas **espécies, indivíduos distribuídos pelas espécies** ou **espécies distribuídas por grupos (filos)**,

também podemos pensar em outras medidas e diferenças dentro de cada comunidade, correto?

Sim, correto e isso pode envolver qualquer medida de diferença, desde que estas diferenças tenham alguma importância biológica. Por exemplo, no caso da diversidade específica, o fato de haver um grande número de espécies diferentes representadas por muitos indivíduos em uma comunidade indica, por exemplo, um maior número de interações entre elas. Uma espécie pode preda outra espécie, competir com uma segunda ou facilitar a vida de uma terceira. Portanto, um ambiente assim tem um funcionamento muito mais complexo que outro com poucas espécies. As diferentes espécies portanto interagem entre si e quanto mais espécies maior o número destas interações e combinações.

Vamos ver outras diferenças então?

### **Diversidade Funcional**

Em um recife de coral convivem uma grande diversidade de animais e vegetais. Estes são um dos ecossistemas mais diversos do ambiente marinho. Muitas vezes os recifes sofrem impactos ambientais que afetam a saúde deste ecossistema. Uma das formas utilizadas para avaliar o impacto sobre os recifes é através do levantamento da fauna de peixes de cada recife.

Em um recife saudável são encontrados diversas espécies de peixes, mas não apenas isso. Entre os peixes existem formas que têm um papel distinto no ambiente. Por exemplo, alguns peixes comem apenas algas, como os budiões (figura 3) e peixes papagaios, sendo denominados de peixes herbívoros. Outros



**Figura 3** - Budião, peixe herbívoro de recifes. Note como seus dentes são fundidos formando uma placa que o animal usa para raspar algas. [Foto: Ricardo Dias]

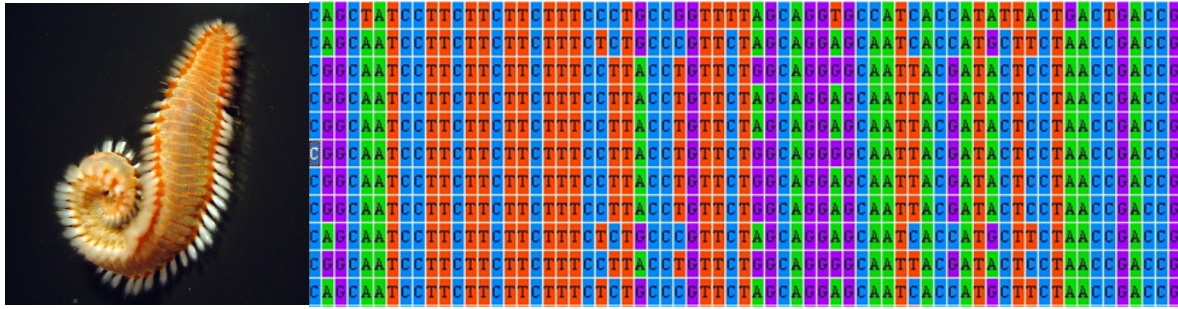
comem pequenos invertebrados. Alguns peixes maiores, por sua vez, se alimentam dos demais peixes. Todos eles têm um papel no que denominamos de **cadeia** ou **teia alimentar** deste ecossistema.

Por outro lado os recifes que sofreram impactos ambientais (poluição, aquecimento global, pesca etc.) apresentam uma grande cobertura de algas e a grande maioria dos peixes que ocorrem nestes locais impactados é de peixes herbívoros. Mesmo que na região impactada o número de espécies diferentes de peixes seja o mesmo, estes agora são dominados por apenas um grupo, os herbívoros (comedores de algas). Portanto, podemos dizer que, com o impacto, houve uma redução da **diversidade funcional**, pois aqueles peixes que desempenhavam outras funções, ou seja os que não são herbívoros, desaparecerem ou tiveram uma drástica redução. Note que a função aqui é definida como o papel que estes peixes desempenham em uma comunidade biológica. Muitas vezes, espécies muito diferentes e mesmo distantes evolutivamente podem desempenhar o mesmo papel, ou seja têm a mesma **função**.

A **diversidade funcional** é muito importante quando se estuda a qualidade de um ambiente pois indica se houve perdas ou limitação, na comunidade ou ecossistema, do papel desempenhado por alguns animais, mesmo que pertençam a espécies ou grupos animais diferentes.

O avanço tecnológico permitiu também o surgimento de novas formas de estimar a diversidade. Com desenvolvimento das técnicas de análise molecular, que acompanharam o avanço da genética nos últimos 30 anos, foi possível também estabelecer um outro tipo de diversidade. Esta ocorre não apenas **entre espécies** mas **dentro das espécies**, ou seja, entre indivíduos de uma mesma espécie. Esta é denominada de **diversidade molecular** e, como as demais formas de diversidade, também indica diferenças. Neste caso o que se avalia é quão diferente são os indivíduos em uma determinada localidade.

Na figura 4 abaixo temos um pequeno fragmento do DNA da mitocôndria de indivíduos de vermes marinhos coletados ao longo da costa brasileira.



**Figura 4** - Sequências do DNA da mitocôndria de um verme marinho (*Eurythoe complanata*), as letras em diferentes cores representam os quatro nucleotídeos (A= adenina, C=citosina, G=glicina e T=timina) que compõe o DNA

São todos indivíduos de uma **mesma espécie**, mas apresentam diferenças na seqüência dos nucleotídeos entre os indivíduos. Cada linha é um indivíduo. Note que mesmo se tratando da mesma espécie existem alguns indivíduos que são mais similares entre si do que outros, quanto maior esta diferença, maior a diversidade molecular do grupo.



**Figura 5** - Rinoceronte

Este tipo de diversidade também é muito importante do ponto de vista ambiental. Imagine dois ambientes (A e B) onde restam poucos indivíduos de alguma espécie, um rinoceronte por exemplo (figura 5).

Em um fragmento de savana (A) existem 20 rinocerontes apenas, enquanto que em outro fragmento (B) existem 50. Mas suponha que os 20 indivíduos do fragmento (A) são muito distintos entre si geneticamente, isto é, apresentam alta diversidade molecular, enquanto que no fragmento (B), embora haja mais rinocerontes, estes são muito similares geneticamente, como algumas das seqüências de DNA do verme da figura 4 que são idênticas.. Sendo alguns rinocerontes muito similares entre si, estes podem responder a alterações ambientais, parasitas ou doenças de forma igual ou muito parecida. Se um



rinoceronte morre por conta destas alterações os outros, que são geneticamente muito parecidos, provavelmente também vão morrer sendo, portanto, muito mais vulneráveis à extinção. Por outro lado, no local A, mesmo com menos indivíduos, a alta **diversidade molecular** ou **genética** permite que algumas formas se adaptem às novas condições, após o impacto de uma praga, doença ou de uma alteração climática. Neste caso, as diferenças entre os indivíduos seriam importantes para a manutenção desta população.

Esta **biodiversidade molecular**, embora de certa forma invisível para um observador, também indica a viabilidade e fragilidade de populações de espécies que, aparentemente, estão bem estabelecidas em uma determinada região.

## Afinal o que é Biodiversidade então?

Ao longo desta aula você pôde ver que a palavra **Biodiversidade**, na verdade, engloba várias definições. Visto de outra forma, podemos dizer que a Biodiversidade é um conceito geral que envolve outros conceitos como riqueza, diversidade específica, filética, filogenética, funcional, genética (ou molecular), além de outras formas de diversidade não definidas aqui.

O importante é ter consciência que os conceito de biodiversidade e as suas formas de quantificação, ou seja, como estas diversidades são medidas, sempre deve estar associado a alguma questão biológica. Cada tipo ou nível de biodiversidade reflete algum aspecto biológico das populações, comunidades ou ecossistemas estudados. Uma diversidade molecular, como visto, reflete quão vulneráveis são populações locais de uma espécie. Uma diversidade funcional, por outro lado, reflete quão complexo é um determinado ecossistema em termos funcionais, e assim por diante.

Portanto quando alguém lhe perguntar sobre quão grande é a Biodiversidade do planeta, da Amazônia ou mesmo do quintal da sua casa, você pode responder: Qual Biodiversidade?