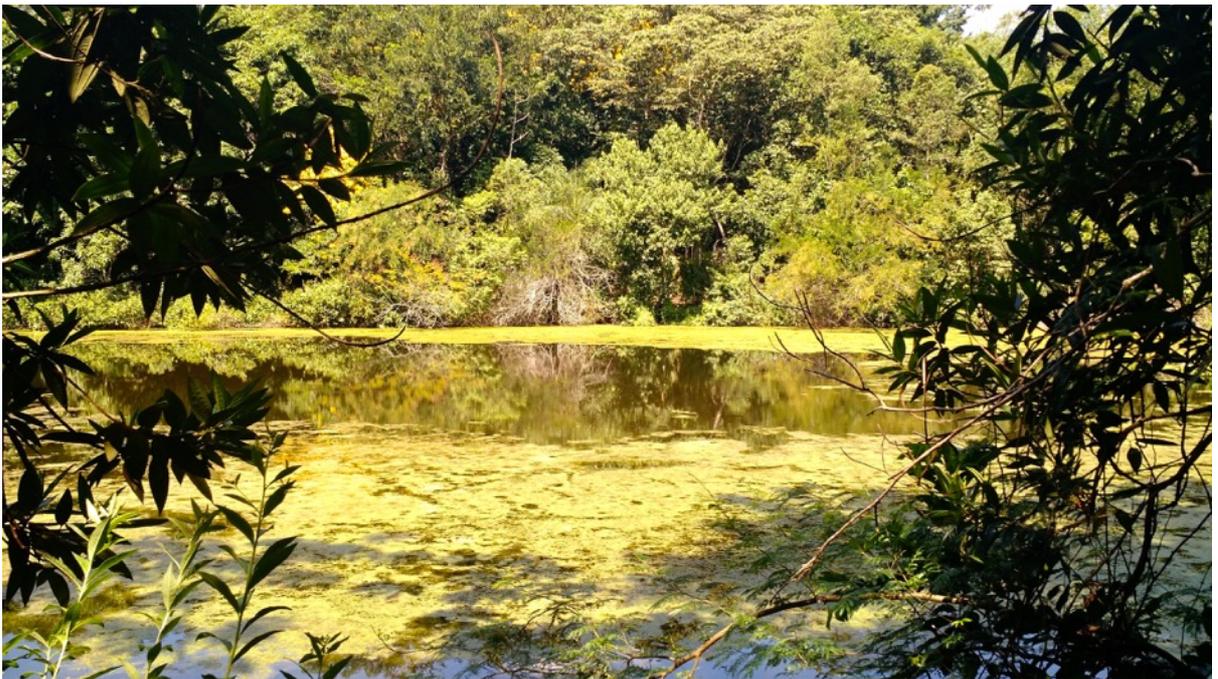


Módulo: Biodiversidade

Paulo Cesar de Paiva

2016



Aula 2

Biodiversidade em Risco

O Ser Humano, a Natureza e a Biodiversidade

Quando falamos que a biodiversidade da terra e de alguma região ou lugar está em risco, geralmente nos referimos ao impacto do ser humano nos demais organismos. Entretanto, como será visto na próxima aula (Aula 3) existem fatores naturais que afetam a biodiversidade e que já ofereciam um grande risco para diversos organismos antes mesmo do surgimento do primeiro humano na face da terra.

Entretanto, mesmo quando há fortes indícios de que o desaparecimento ou diminuição das populações de um determinado animal ou planta se deve a causas naturais, nem sempre é possível desconsiderar que a ação do ser humano possa estar se somando à força da natureza e também deteriorando a biodiversidade. Há casos, ainda, em que o impacto **apenas pelo ser humano** possa ser muito grande. O impacto causado pelo ser humano, também é conhecido como **impacto antrópico**. Desta forma, distingue-se o impacto humano como um caso especial da natureza, embora o ser humano seja parte desta mesma natureza que ele vem destruindo.

Impactos tipicamente naturais podem ser um furacão, um vulcão em erupção, um terremoto, um asteróide que se choca com a terra, entre outros. Todos eles, em maior ou menor escala, podem afetar os organismos e, em alguns casos mais drásticos, levar alguns deles à extinção como, tudo indica, ocorreu no passado com o desaparecimento dos dinossauros devido à colisão de um asteróide com o planeta. Impactos tipicamente humanos são, por exemplo, a sobrepesca ou a caça, onde o ser humano é o próprio agente que elimina uma determinada espécie, não importando qual seja o objetivo (alimentação, esporte, etc.).

Impactos mistos são mais difíceis de serem avaliados, mas alguns casos como o aquecimento global parecem ser uma combinação de fatores naturais, a terra estaria naturalmente em um processo de aquecimento mas este teria sido acelerado muito devido a produção de gases que causam o chamado **efeito estufa**. Outro exemplo seriam os sapos e rãs (anfíbios), cujo número de espécies em risco de extinção está crescendo muito no planeta. Acredita-se que cerca de 1/3 de todos os anfíbios se encontram sob risco de desaparecer, sendo principal causa desta extinção um fungo que vive sobre a pele dos sapos causando problemas respiratórios e matando em grande escala. A mortandade dos sapos pelo fungo é uma causa natural e inicialmente afetava apenas algumas regiões da América Central, tendo posteriormente se dispersado por todos os continentes através dos seres humanos que os carregaram em suas viagens transcontinentais, em mais um exemplo de uma combinação perigosa de impacto antrópico e fatores naturais.

Nas próximas seções vamos nos dedicar um pouco mais ao papel do ser humano e como este coloca em risco a Biodiversidade. Na próxima aula (Aula 3) veremos, como em uma escala geológica este papel pode estar levando não ao desaparecimento de uma ou outra espécie mas ao que denominaremos de uma extinção em massa ou o que denominamos de uma **grande extinção**, a qual afeta e afetará ainda muito a biodiversidade do planeta.

Poluição

Rios, lagos, oceanos, atmosfera, solo, qualquer ambiente habitado ou não habitado do planeta encontra algum traço da ação humana através de seus resíduos. Um som alto, um papel no chão ou uma lata de refrigerante na praia são exemplos desta ação humana que afeta o ecossistema e seus componentes, incluindo nós mesmos. Não há região da terra, por mais inabitada ou ¹*prístina*, que não apresente qualquer sinal de impactos humanos. Por exemplo, pesquisas efetuadas com pequenas bolhas de ar que ficam retidas em camadas profundas de gelo em regiões polares indicam que a atmosfera atual e de décadas recentes apresenta sinais de poluentes aéreos que não existiam naturalmente no passado, por mais isolada que sejam estas regiões.

¹ *prístina* = relativo ao estado anterior ou antigo de uma determinada região. Normalmente utilizada para se referir a uma área que foi pouco ou nada afetada pelo ser humano, refletindo como eram os ambientes sem os impactos humanos.

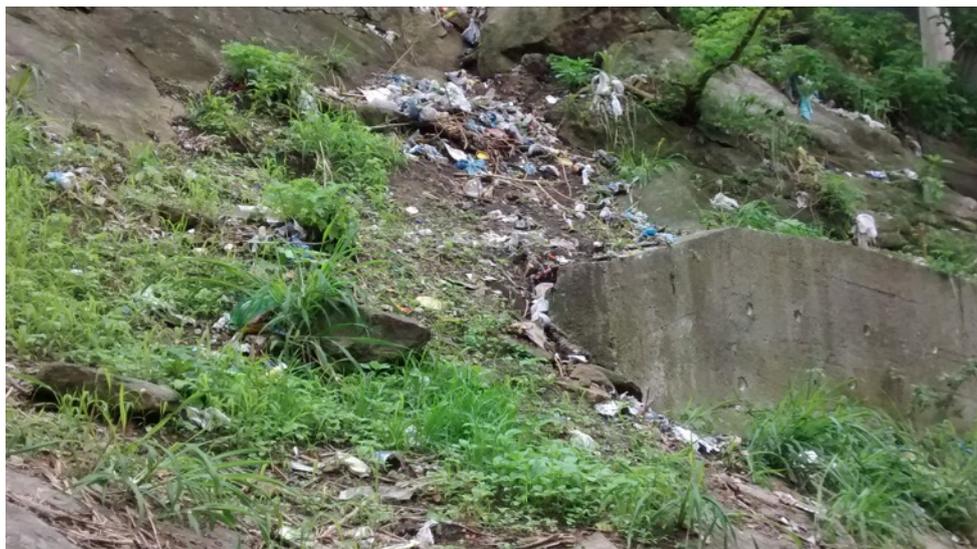


Figura 1 - Área vegetada sob impacto de poluição por resíduos sólidos como plásticos, madeira, metais e tecidos.

Entretanto, como estamos tratando de biodiversidade vamos ver como e por que a poluição coloca ou não a biodiversidade em risco. Isto pode ocorrer em uma escala local, isto é a poluição eliminando espécies animais e vegetais de uma determinada localidade, ou em escala global, quando compromete as espécies de forma que estas corram o risco de simplesmente desaparecer do planeta.

A poluição pode afetar as espécies diretamente causando a morte de indivíduos de uma espécie e quando esta mortalidade é muito alta, pode comprometer a própria sobrevivência da espécie. Não necessariamente a poluição mata diretamente, ela pode afetar os indivíduos de uma espécie de forma que estas sejam prejudicadas a longo prazo. Por exemplo, um tipo de poluição é a por óxidos de nitrogênio (NO_x) causada principalmente pela queima de combustíveis fósseis pelos carros e que leva ao que se denomina de **chuva ácida** (ver detalhes em: http://www.usp.br/qambiental/chuva_acidafront.html). Esta, quando em grande quantidade, pode aumentar a acidez do solo lagos e rios levando ao desfolhamento de árvores e morte principalmente de peixes. A acidez devido a chuva ácida pode atingir, em alguns lagos e rios, o pH de 4,0 a 4,5 quando, naturalmente, seria na faixa de pH de 6,5 a 7,0.

Outra formas de poluição que afetam tanto ambientes terrestres como aquáticos são causadas por metais pesados e pesticidas. Os **metais pesados** são substâncias encontradas na natureza, mas o uso indiscriminado em atividades humanas pode alterar o ciclo natural destas substâncias, sendo eliminadas no ambiente pelos seres

Quadro 1

Bioacumulação é quando um poluente, como um metal pesado ou pesticida, se acumula em partes do corpo de um organismo tornando estes um reservatório destas substância tóxicas.

Biomagnificação é o processo pelo qual estas moléculas tóxicas passam pelas cadeias alimentares, de um nível para outro, levando a um aumento da sua concentração e toxicidade em níveis tróficos mais altos.

humanos por atividades industriais (resíduos de indústrias químicas e metalurgia) ou de mineração, sendo os mais impactantes o Cádmio (Cd), o Chumbo (Pb), o Mercúrio (Hg), o Cobre (Cu) e o Níquel (Ni). A ação destes nos organismos é grave uma vez que estes persistem por longo tempo no ambiente e se acumulam em organismos. Nestes, podem aumentar de forma muito perigosa sua toxicidade através da **bioacumulação** e **biomagnificação** (ver quadro 1), afetando processos biológicos fundamentais para as plantas, como a fotossíntese, as trocas gasosas e a absorção de

nutrientes. Nos animais, incluindo os humanos, afetam o crescimento, a ossificação e a capacidade de locomoção. Pode levar ao surgimento de deformações no corpo em área muito imprecisas e, em alguns casos como no caso do mercúrio, levam a danos irreversíveis no sistema nervoso central.

Os **pesticidas** são utilizados na agricultura como defensivos agrícolas para o controle e eliminação de pragas, entretanto, ao penetrarem no solo são lavados pelas chuvas e drenagem natural atingindo principalmente corpos d'água como lagos e rios (figura 2). Embora tenham alvos fixos, mais de 95% dos pesticidas utilizados na agricultura atingem outros organismos. Como o objetivo principal dos pesticidas é matar pragas, isto é, alguns organismos, seu impacto na fauna e flora é muito grande, matando quaisquer organismos que tenham o azar de se encontrar ao alcance destes. Entre as pragas, podem surgir formas que não são afetadas pelos pesticidas e que, em poucas gerações através da seleção destas formas resistentes, tornem a população imune. Desta forma, quantidades cada vez maiores ou formas mais potentes de pesticidas são necessárias para contornar esta adaptação das pragas, aumentando ainda mais o risco à biodiversidade.

Existem muitas formas químicas de pesticidas, como os pesticidas orgânicos, inorgânicos, sintéticos ou os biopesticidas, que são organismos como vírus, fungos e bactérias ou biomoléculas utilizados no controle de pragas. A grande diversidade de tipos também se reflete em uma grande variedade impactos, tempo de persistências no ambiente e ações diretas e indiretas, causando uma série de danos na

biodiversidade animal e vegetal de solos de ambientes aquáticos marinhos e continentais.

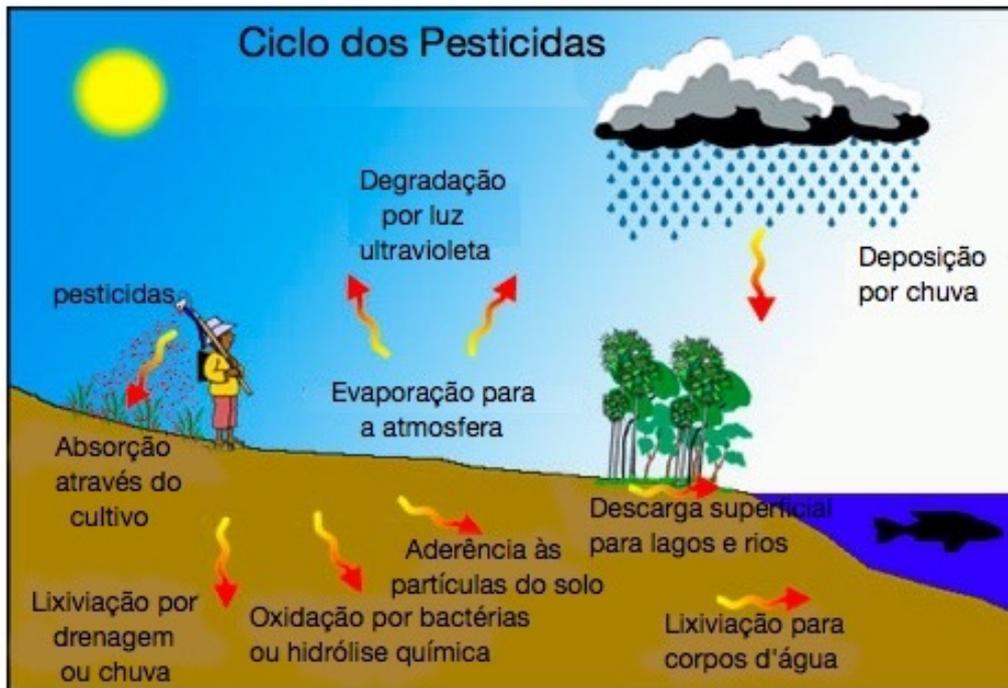


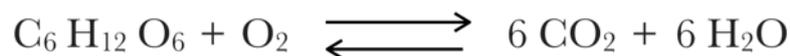
Figura 2 - Ciclo dos pesticidas nos ambientes [adaptado de: <http://commonsabundance.net/docs/alternative-and-biological-pest-controls/>]

Alguns pesticidas de longa persistência como o DDT foram banidos a cerca de 20 anos, mas até hoje são encontrados em níveis elevados em diversas partes do planeta. Seu impacto negativo no desenvolvimento da casca de ovos levou a uma redução considerável nas populações de aves que se alimentavam de minhocas que acumulavam este pesticida. Entretanto, o DDT foi substituído por outras formas, algumas delas como os pesticidas organoclorados ainda utilizados na agricultura e que são compostos por 9 das 12 substâncias químicas consideradas mais perigosas para o ambiente e a saúde humana.

Tudo que é natural é bom para a saúde do ecossistema? Depende, o ser humano pode levar a um acúmulo de substâncias naturais que, quando em excesso, podem afetar e colocar em risco a biodiversidade. Isso pode acontecer na alimentação humana, por exemplo. Imagine que uma pessoa goste muito de maçãs. Se ela comer maçãs com regularidade e de forma adequada pode desfrutar de uma boa saúde. Mas

se a pessoa sofre de alguma compulsão e comer maçã em quantidades muito altas, algo como 100 maçãs por dia, pode ficar doente ou morrer. O mesmo ocorreria até com a saudável e inocente água. Há relatos de pessoas que morreram por que tomaram água em excesso. Ou seja, excesso pode sim prejudicar a saúde, e também a saúde do ambiente.

Em um passado² não muito distante era extremamente comum o procedimento de eliminar os resíduos orgânicos, que não deixam de ser naturais, através do esgoto ou enterrando o lixo. No caso dos resíduos líquidos (esgoto) estes eram (e são ainda) eliminados em corpos de água como rios, corredeiras, riachos, oceano e até em lagos. Estes resíduos apresentam uma grande quantidade de matéria orgânica e nutrientes que levam a uma proliferação de microorganismos que, para decompor a matéria orgânica em gás carbônico e água, consome oxigênio no processo conhecido como **respiração**, conforme a equação abaixo:



Entretanto, como no caso das maçãs, a natureza não gosta muito de excessos. A microbiota ou não consegue decompor tudo ou quando consegue consome boa parte do oxigênio da água causando uma **hipóxia**. Algumas vezes o consumo é total, e todo o oxigênio do corpo d'água desaparece ficando em uma condição que denominamos de **anoxia**. Sem oxigênio (O_2), a fauna e a flora que necessitam desta molécula crucial para a respiração morrem, comprometendo a biodiversidade de todo o corpo d'água. Este processo de excesso de matéria orgânica e nutrientes causado pela descarga no ambiente aquático por esgotos domésticos e industriais é denominado **eutrofização**, sendo um das maiores causas de mortalidade em rios e baías costeiras em regiões do planeta onde a densidade populacional é muito grande.

Mas nem todo impacto de poluentes tem uma ação biológica ou química, alguns poluentes são eliminados como **resíduos sólidos** (figura 3), os quais tem uma taxa

² Infelizmente isso não se restringe ao passado, apenas 15 cidades brasileiras tem pelo menos 80% de seu esgoto tratado enquanto entre as 100 maiores cidades brasileiras, apenas 40% do esgoto recebe alguma forma de tratamento [Dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS), do Ministério das Cidades de 2012].

de degradação no ambiente que pode variar de meses (fragmentos de tecidos, por exemplo), anos (papel) e até um século (metais e principalmente plásticos).



Figura 3- Resíduos sólidos depositados na região costeira e carregados pelas correntes e marés.

Estes resíduos quando em excesso podem levar a mortandade de diversos animais, a ingestão de plásticos por animais como peixes ósseos, tubarões, tartarugas e aves é um problema ambiental recente para ambientes aquáticos, especialmente ambientes marinhos. Estes resíduos, dependendo das correntes marinhas, podem se acumular formando regiões oceânicas com altas concentrações que são conhecidas como **manchas de lixo flutuante**³.



Figura 4 - Tartaruga marinha, uma das maiores vítimas dos resíduos sólidos descarregados no mar [Foto: Ricardo Dias]

³ Muitas vezes estas manchas são chamadas de **ilhas de lixo flutuante**, mas não se tratam de ilhas compactas e sim de uma região oceânica onde existe uma grande concentração de lixo na forma de resíduos sólidos flutuantes, principalmente plásticos.

Algumas destas áreas são tão grandes que já foram mapeadas por órgãos governamentais de diversos países, como no caso do NOAA⁴ dos Estados Unidos. Estas regiões de acumulação estão a milhares de quilômetros das áreas costeiras, de onde vem o lixo flutuante, demonstrando bem como a baixa degradação do plástico permite que estes sejam levados a grandes distâncias. Estima-se que pelo menos metade das tartarugas marinhas (figura 4) do planeta já ingeriram algum tipo de plástico, confundido por elas com águas vivas ou caravelas-portuguesas (figura 5), um dos alimentos favoritos destes animais (veja vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=5wqATMP9CMM>). Além do possível sufocamento, tartarugas com o estômago cheio de plásticos, tendem a morrer de fome, pois não conseguem digerir mais alimento.



Figura 5 - (a) Caravela-portuguesa (*Physalia physalis*) e uma (b) medusa. Ambos são cnidários marinhos e fazem parte da alimentação de tartarugas que podem facilmente confundir um saco plástico com um destes animais.

⁴ NOAA: sigla de *National Oceanic Atmosphere Agency*. Tradução Agência Nacional de Oceanos e Atmosfera.

Destruição de Habitats, Agricultura e Pastagem

Você já deve ter assistido ou ouvido falar sobre espécies em risco e de programas e projetos para tentar salvá-las da extinção local ou total como o mico-leão-dourado (figura 6) ou a ararinha-azul. Muitas vezes os programas visam a manutenção destas espécies em condições especiais para que se possam reproduzir e se multiplicar, principalmente quando os riscos são muito altos. Outras vezes, áreas em que estas



Figura 6 - Mico-leão-dourado em cativeiro. Uma das espécies quase extintas na natureza que foi protegida por programas de proteção

espécies vivem são cercadas e o acesso limitado para que estas sejam protegidas no próprio habitat. Nestes casos, a espécie em questão não necessariamente é a única em risco, apenas é a mais notável, ou por se encontrar em risco mais avançado do que as demais. Estas são normalmente denominadas de **espécies sentinelas**, ou quando se trata de uma espécie de maior tamanho e que chama atenção são denominadas de **espécies carismáticas**, devido ao forte apelo ou carisma que estas têm perante o público em geral.

Desta forma, o que está em risco não é apenas aquela espécie em particular, mas todo o ecossistema em questão. A destruição de determinados tipos de habitats é um dos grandes problemas ambientais na relação entre seres humanos e ambiente. A destruição pode ser praticamente total quando um ambiente desaparece, como no caso de alterações devido a construção de uma barragem onde antes havia uma floresta, ou da construção de um empreendimento imobiliário onde



Figura 7 - Ambiente de praia. Um dos ambientes onde a biodiversidade está sob maior risco devido

antes havia uma praia. Esta degradação entretanto pode ser parcial e avançar de forma lenta e gradual ao longo do tempo. Ambientes, como as populares praias (figura 7), são um bom exemplo pois são muito valorizados do ponto de vista turístico e econômico. Estes ambientes apresentam uma fauna e flora própria que só pode viver naquela faixa extremamente restrita que é a praia.

A Mata Atlântica (Figura 8) é um dos ambientes de maior biodiversidade do planeta e, que no Brasil só é menos diverso que a Floresta Amazônica. A cobertura de Mata Atlântica atual é de apenas 5% de sua cobertura original, ou seja 19 de cada 20 partes da Mata Atlântica já desapareceram e com estes uma grande diversidade de espécies animais e vegetais que desapareceram sem que talvez tivéssemos tomado conhecimento de sua existência.

A questão da degradação de habitats é ainda mais complexa pois não é apenas a destruição total do ambiente, mas como que este se torna fragmentado. Uma floresta dividida em vários fragmentos devido a construção de cidades, rodovias, estabelecimento de pastagens ou agricultura pode ter uma grande redução da sua diversidade se os animais e vegetais destes fragmentos não tiverem como se conectar uns aos outros para reprodução, alimentação etc.

Na figura 9 pode ser observado alguns fragmentos de Mata Atlântica entremeados por campos, principalmente dedicados à **pastagem** de gado leiteiro ou de corte. Mesmo áreas onde as pastagens foram, de alguma forma abandonadas, a recuperação destas é muito lenta e muitas vezes a floresta não mais consegue reocupar seus antigos domínios pois características do solo relacionadas à retenção da água e de nutrientes foram afetadas. Portanto, a biodiversidade não deixa de estar em risco quando o impacto cessa, como em outros casos (ex. descarga de esgotos), a perda ocorre muitas vezes de forma irreversível.



Figura 8 - Mata Atlântica



Figura 9 - Fragmentos de Mata Atlântica intercalados com campos.

O impacto relacionado às **atividades agrícolas** é similar e afeta de forma mais intensa ecossistemas com vegetação mais rica e exuberante. A atividade agrícola, por outro lado, não afeta a biodiversidade apenas através alteração da paisagem pela remoção ou restrição da flora e fauna da região plantada. Esta atividade também está associada ao uso de defensivos agrícolas ou pesticidas, os quais agem não apenas na área plantada mas

afetam a drenagem da região afetando os corpos de água, muitas vezes em áreas muito distantes do local do impacto pela agricultura, como já visto anteriormente.

Sobrepesca

A pesca é uma das atividades econômicas mais antigas da humanidade, datando dos surgimentos dos primeiros seres humanos coletores e caçadores. Pescar peixes e mamíferos marinhos, como focas e baleias (figura 10), era uma atividade que parecia ser eterna como os oceanos pareciam infinitos, uma vez que animais são recursos renováveis. Entretanto a longo prazo começamos a perceber que baleias e focas, por exemplo, estavam com suas populações em franco declínio, razão pela qual a caça (ou pesca, como queiram) para fins comerciais destes animais foi proibida na maioria dos países a mais de 30 anos.



Figura 10- Esqueleto de baleia jubarte na região antártica. Os sinais da intensa caça às baleias no passado nesta que é uma das regiões mais remotas do planeta é visível pela abundância de esqueletos ainda encontrados em suas¹¹ praias.

A idéia de que peixes, ao contrário, eram sim recursos quase inesgotáveis começou a ser abalada quando peixes de grande importância comercial, como o bacalhau cujas populações começaram a decrescer rapidamente e o tamanho médio dos peixes a diminuir consideravelmente. Isto mesmo, hoje o bacalhau que comemos é muito menor do que os de 50, 100 ou mais anos atrás. Não é necessário ir até a costa da Noruega ou do Canadá para se ter uma noção do impacto que a sobrepesca causou nesta que já foi uma das espécies mais abundantes do planeta, fonte até de guerras entre países europeus devido a invasão de áreas de pesca. Há casos similares de sinais de sobrepesca aqui mesmo no Brasil.

Nas regiões Sul e, principalmente, Sudeste do Brasil, a cerca de 30-40 anos, a sardinha era um peixe barato e fácil de se encontrar. Fábricas de sardinha se espalhavam nos estados de Rio de Janeiro e São Paulo onde uma grande frota de barcos explorava este recurso relativamente perto da costa.



Figura 11 - Cardume de sardinhas, o peixe marinho mais pescado no Brasil [Foto: Ricardo Dias]

O colapso da sardinha (figura 11) no Brasil não tardou, a cerca de 25 anos atrás a sardinha tradicional já era um peixe escasso caindo de 266 mil toneladas pescadas para perto de 40 mil em apenas três anos no final da década de 1980 (figura 12) Posteriormente, o estoque se elevou um pouco, mas raramente passa das 100 mil toneladas. Apesar de ser o principal recurso pesqueiro do país, quase metade da sardinha enlatada do Brasil é importada de outros países.

Outros recursos pesqueiros comuns na nossa costa, como os crustáceos (o camarões e a lagosta), também se encontram em franca exploração. No caso da lagosta, os estoques ainda são relativamente grandes no nordeste (Rio Grande do Norte e Ceará, principalmente). Já o camarão, muito pescado em todo o sul e sudeste do Brasil, já se encontra um pouco mais ameaçado, principalmente depois da década de 1990 (Figura 12).

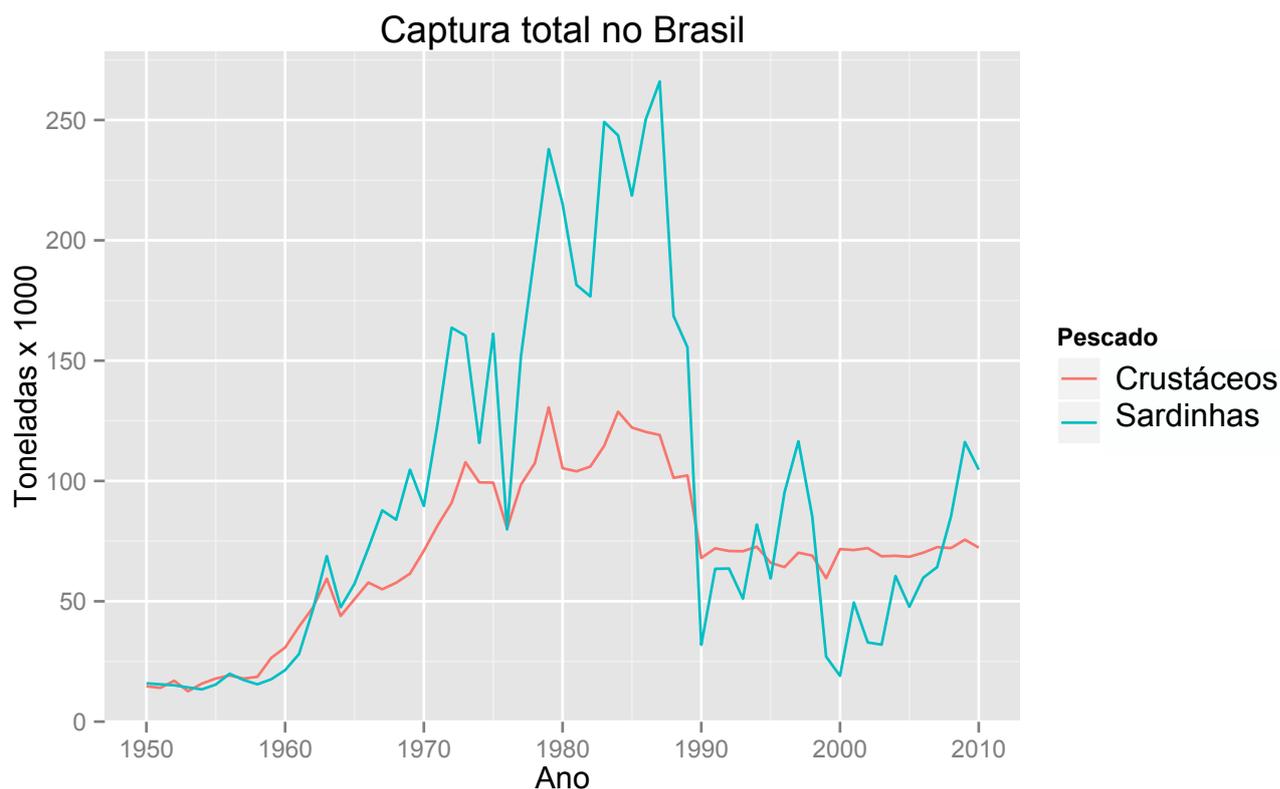


Figura 12 - Captura total de sardinhas e crustáceos na costa brasileira entre os anos de 1950 e 2010. [Dados compilados por Freire et al. 2015 (Fisheries Centre Research Report, Vol. 23 no. 4)]

Mas como a pesca pode afetar a biodiversidade além do risco de extinção local da própria espécie explorada comercialmente?

Bom, há outros fatores. Por exemplo, na pesca do camarão o impacto na biodiversidade se deve a forma como ele é pescado. Neste caso a pesca é chamada de **pesca de fundo** utilizando-se de um tipo de rede de arrasto com duas “portas” de madeira. Este aparato de pesca, ao ser arrastado, causa um **impacto secundário**, dizimando vários tipos de animais como moluscos, caranguejos e peixes de fundo como arraias, caçonetes, linguados, corvinas, etc. Além deste impacto direto sobre o ambiente, a pesca acidental de outros animais que não o camarão pode ser até 10 vezes maior que o próprio volume de camarão pescado. Esta pesca acidental é conhecida como **fauna acompanhante** e, na maioria dos casos, é descartada ou eventualmente reaproveitada para produção de farinha de peixe. Seja pelo impacto secundário ou pela pesca acidental, a pesca de fundo tem um forte impacto nas populações de animais ou mesmo vegetais marinhos.

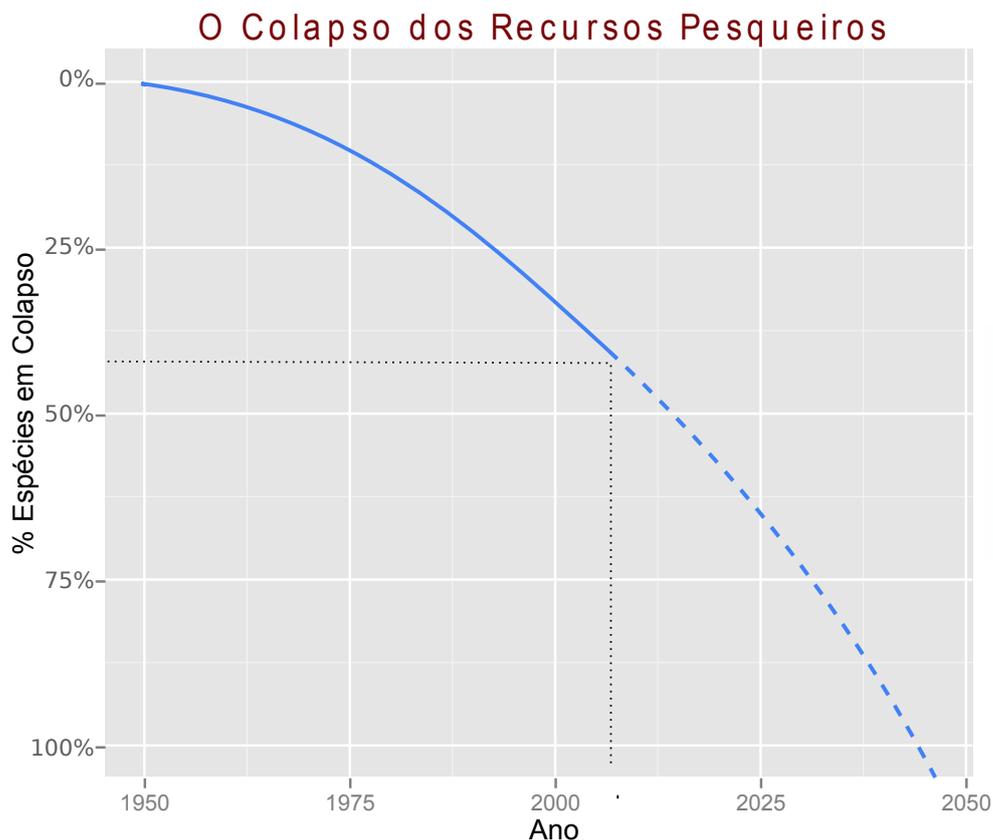


Figura 13 - Porcentagem das espécies de peixes explorados comercialmente que se encontram em colapso. O traço contínuo azul indica a curva ajustada ao levantamento (2006) e o pontilhado azul qual seria a situação no futuro. [Dados compilados e ajuste por Worm et al. 2006 (Science 3, Vol. 314 no. 5800 pp. 787-790)]

Alguns peixes oceânicos, muito apreciados na culinária como os atuns e cavalas, têm um valor de mercado muito alto, fazendo com que sua procura para captura, mesmo em lugares muito distantes, compense financeiramente. Por esta razão estão entre os recursos marinhos cuja exploração está atingindo níveis de risco. Em 2006 um grupo de pesquisadores⁵ de diversas nacionalidades estimou qual seria o risco que a maioria das espécies de peixes exploradas sofriria. Os autores do estudo consideraram que, quando os estoques de uma espécie de peixe atingem níveis menores do que 10% do tamanho original, esta entra em colapso. A partir desta idéia estimaram qual a porcentagem de espécies de peixes que se encontra em colapso e como isto variou desde o ano de 1950 (figura 13). Com isso, observaram um padrão que indicava que em 2006 30% das espécies já estariam em colapso e que suas projeções indicariam que em no ano de 2048 a pesca entraria em colapso total no planeta. Alguns

⁵ Worm, B., et al. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. Science 314:787-790



Quadro 2

Eucalipto é uma espécie originada da Austrália que foi introduzida no Brasil no início do século XX (1904-1909) para a produção inicialmente de madeira e lenha e, depois, amplamente utilizada na produção de celulose (papel). Como é uma espécie que cresce muito rápido, isso permite uma grande produção que é a chave do sucesso da sua introdução no Brasil. Entretanto, as suas folhas secretam substâncias tóxicas que inibem o crescimento de outras plantas nativas, tendo um impacto negativo nas populações de muitas delas. Estas substâncias inibidoras são chamadas de **alelopáticas**.

Figura 14 - Eucaliptos.

pesquisadores conceituados consideram estas projeções um tanto quanto alarmistas pois, segundo eles a intensidade da pesca diminuiu desde 2006, enquanto que as projeções se baseavam na hipótese de que o esforço de pesca seria o mesmo, o que na verdade não se concretizou.

De qualquer forma não se pode desconsiderar que o impacto da pesca ainda é muito grande. Mesmo que os estoques pesqueiros possam durar mais alguns anos do que o inicialmente previsto, ainda assim a humanidade pode, daqui a 4 ou 5 gerações, ter que abrir mão deste recurso alimentar, e só conhecer os peixes como animais raros.

O impacto da pesca em água doce na biodiversidade ainda é pouco conhecido, mas a maricultura de organismos aquáticos, que seria uma solução para o fim dos estoques pescados deve ser muito bem planejada, uma vez que suas instalações alteram o ambiente e, muitas vezes, são baseadas no cultivo de espécies **exóticas** em seus cultivos, como será visto brevemente a seguir e mais detalhadamente na aula 3.

Espécies exóticas

Espécies **exóticas** ou **introduzidas** serão o tema da próxima aula (Aula 3), mas podemos adiantar que a introdução de espécies em uma região que não faziam parte do ambiente natural pode afetar a biodiversidade local seja pela competição com espécies nativas similares ou pela introdução de predadores exóticos que afetam as espécies nativas que antes não tinham predadores naturais, por exemplo. Espécies introduzidas, como os populares eucaliptos (figura 14) também afetam a biodiversidade local pela liberação de substâncias tóxicas que matam ou impedem o crescimento de outras plantas nativas. O conceito e o risco de introdução de espécies exóticas será abordado de forma mais detalhada na próxima aula.

Aquecimento Global

O aumento da temperatura global ao longo dos últimos séculos e, especialmente da últimas décadas, tem sido amplamente discutido em diversos fóruns em nível mundial e constantemente é assunto acalorado em instituições acadêmicas, revistas científicas ou mesmo na imprensa comum. Este aquecimento é provocado primariamente pelo incremento dos gases que levam ao chamado **efeito estufa** como, por exemplo o CO₂. Segundo a ONU, através do seu IPCC⁶, entre 1880 e 2012 a temperatura média do planeta subiu 0,85°C. O mesmo órgão fornece cenários futuros que variam desde o controle radical das emissões de CO₂ passando pela manutenção das taxas atuais de emissão e por um aumento destas taxas em função do aumento da população mundial, num cenário muito mais drástico. Nestes cenários, a temperatura média superficial poderia subir até 4°C no final do século.

As conseqüências deste aquecimento envolvem o alagamento de áreas terrestres junto à costa devido a elevação do nível do mar que deve atingir mais de 50 cm do nível atual até final do século (figura 15), sendo algumas destas áreas muito ricas em biodiversidade terrestre. Embora este efeito seja de longo prazo, há aqueles mais imediatos como o derretimento do gelo e da neve de altas altitudes que já é um fato

⁶ Da sigla em inglês para "Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas"

em diversos picos de regiões temperadas e subtropicais, alterando completamente a composição e condições dos ecossistemas.

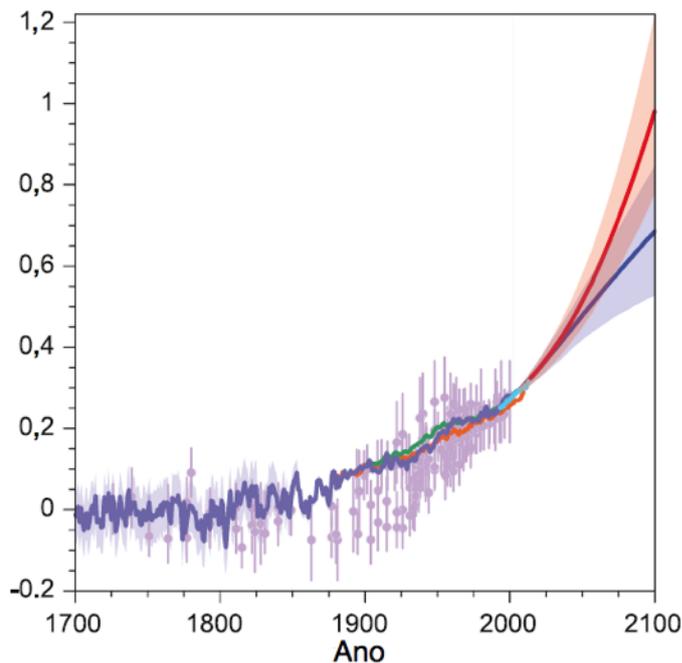


Figura 15 - Projeções do IPCC sobre variação do nível do mar. O traço azul indica as projeções mais otimistas e o vermelho, a mais pessimista [Fonte:IPCC AR5 Fig. 13.27]

Alterações pequenas na temperatura média da água do mar e do ar estão, por exemplo, levando à propagação de microorganismos que causam a mortandade de espécies de corais que formam recifes e também de sapos⁷ e rãs em florestas tropicais,. Ambos ecossistemas, recifes de corais e florestas tropicais, estão entre os ecossistemas mais ricos em diversidade de todo o planeta.

Algumas áreas marinhas são naturalmente aquecidas pela presença de fontes de água quente ou artificialmente pela água de resfriamento de usina nucleares servindo como bons indicadores do que pode acontecer com o aumento da temperatura média dos oceanos ao longo do tempo. Em geral o efeito, nestes dois casos, é de uma grande perda da biodiversidade devido ao impacto térmico. Entretanto, ainda não sabemos quais as conseqüências a longo prazo. Alterações drásticas na temperatura da terra, como aquecimento ou resfriamento, já ocorreram no nosso planeta em tempos remotos. Ao longo do tempo geológico estas alterações levaram à grandes extinções embora, outras alterações térmicas também tenham levado ao surgimento de novas espécies, por exemplo.

⁷ O desaparecimentos dos anfíbios (grupo dos sapos e rãs) é causado por fungos, para mais detalhes veja a Aula 4 sobre a Sexta Grande Extinção.

Ou seja o impacto das mudanças climáticas pode ser tanto sobre todo um ecossistema como como pode afetar pontualmente determinadas espécies. Mas mesmo esta distinção não é tão simples. Por exemplo, no caso dos recifes de corais a mortalidade destes não afeta apenas as espécies formadoras de recifes, mas todas aquelas que vivem em função do recife e que, com o desaparecimento destes em determinadas regiões, também vão ser afetadas localmente ou mesmo globalmente. Um efeito colateral do acúmulo de CO₂ além do aquecimento global, é o aumento da acidificação dos oceanos o qual deve afetar muito a biodiversidade, pois muitos animais marinhos possuem esqueletos (conchas, recifes, etc.) feitos de carbonato de cálcio, substância esta que pode ser produzida pelos animais ou é dissolvida quando o ambiente é mais ácido que as condições naturais..

Uma melhor avaliação quanto ao impacto das mudanças climáticas na biodiversidade como um todo está sendo aos poucos levada a cabo por uma grande gama de cientistas de diferentes áreas mas, a princípio, predomina a idéia de que a biodiversidade pode estar irremediavelmente em risco caso medidas de controle das emissões de gases que causam ou ajudam a aumentar a temperatura global não sejam controladas, conforme sugestão da própria ONU.