

## **Avaliando o estado do ambiente através de indicadores ecológicos: antecipando os fenómenos catastróficos**

Cristina Branquinho

Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Campo Grande Lisboa.  
[cmbranquinho@fc.ul.pt](mailto:cmbranquinho@fc.ul.pt)

### Resumo

#### **1 - A Necessidade de monitorizar o ambiente**

A humanidade sempre dependeu dos serviços prestados pela biosfera e pelos seus ecossistemas. O impacto do Homem no ambiente deixa sequelas cada vez mais visíveis. As actividades antropogénicas na Terra reduzem o potencial de utilização dos recursos naturais pelo Homem penalizando-o em última análise. Por outro lado o Homem precisa da indústria e de usar e melhorar cada vez mais novas tecnologias. Estas têm e terão sempre um impacto no ambiente que devemos monitorizar de forma a poder antecipar fenómenos de irreversibilidade que diminuem o valor dos bens e serviços que os ecossistemas nos prestam. Há ainda o valor ético da biodiversidade e da Natureza que deve ser avaliado e evitada a sua destruição quando em conflito com actividades humanas.

Nos ecossistemas as relações entre os factores abióticos e os bióticos são tão intrincadas que é muitas vezes difícil distinguir o efeito de alguns factores em separado. Na natureza é natural que uma população flutue à volta de uma tendência ou de uma média estável. No entanto ocasionalmente este cenário é interrompido por uma mudança brusca no padrão para um regime completamente diferente.

Por exemplo na região do Sarah, após um longo período no qual a cobertura da vegetação mostrou uma tendência de declínio gradual da cobertura da vegetação, mudou bruscamente para um deserto. Um exemplo mais recente destas mudanças bruscas ocorreu nos recifes de coral do Caribe que estavam a ser muito estudados. No entanto, nenhuma equipa foi capaz de prever a destruição dos recifes. Ocorreu um aumento dos nutrientes, devido às alterações dos usos do solo, aumentando assim a quantidade de algas, que no entanto eram controladas pelos peixes herbívoros. Com o aumento da pesca intensiva os peixes diminuíram mas, em resposta, um ouriço-do-mar tornou-se abundante e assumiu o papel de herbívoro chave. Por último apareceu um organismo patogénico que atacou as densas populações de ouriços permitindo o sobre crescimento das algas e a consequente destruição dos recifes. Estas mudanças bruscas estão a ser registadas em vários ecossistemas e em diversas partes do mundo.

A explicação para estes fenómenos catastróficos não passa por uma alteração dramática num factor ambiental mas sim um pequeno aumento nas alterações das condições que podem despoletar uma grande mudança se um nível crítico for ultrapassado. Este ponto é conhecido como ponto de viragem ou bifurcação catastrófica.

Estes fenómenos são cada vez mais esperados num mundo em mudança e sujeito a alterações globais. Uma grande necessidade da Ciência é antecipar estes pontos de viragem usando para isso, indicadores, que nos possam antecipar a proximidade destes pontos críticos.

## **2 – Os indicadores ecológicos**

Vários estudos concentram-se em medir os factores ambientais, que podem gerar estas mudanças. No entanto as mesmas variáveis ambientais podem causar diferentes respostas ao nível dos ecossistemas uma vez que dependem de múltiplos factores não mensuráveis, de diversas interações entre os factores e da resiliência do ecossistema.

Como o funcionamento do ecossistema é altamente complexa, a monitorização dos efeitos dos factores ambientais nos ecossistemas numa perspectiva integradora pode ser muito pouco eficiente e consumir muitos recursos. Uma alternativa é usar indicadores ecológicos da estrutura e funcionamento dos ecossistemas ou de processos chave. Estes indicadores ecológicos podem ser usados para prever as mudanças nos ecossistemas e ajudar a definir estratégias de recuperação. Nesta apresentação propomos mostrar vários exemplos da utilização de indicadores ecológicos para fazer a avaliação ambiental das actividades humanas e antecipar processos catastróficos que podem ter graves consequências na redução dos bens e serviços que os ecossistemas nos fornecem.

## **3 – A qualidade do ar: das grandes zonas industriais à cidade**

Para avaliar a qualidade do ar temos usado como indicadores ecológicos os líquenes. Estes têm sido usados através dos seus padrões de biodiversidade e da acumulação de poluentes. Os líquenes são o resultado de uma simbiose, uma parceria de sucesso entre um fungo e um ou mais organismos fotossintéticos, que podem ser algas verdes ou cianobactérias. Os líquenes são dos organismos mais resistentes a condições ambientais extremas e simultaneamente dos mais sensíveis a muitas outras. A amplitude de reação às condições ambientais é muito larga com espécies sensíveis e espécies tolerantes. No entanto algumas espécies não toleram muitas alterações ambientais, especialmente as causadas pelas actividades humanas, como a poluição atmosférica. Como não têm nem uma cutícula protetora nem raízes para absorver água e nutrientes do exterior, absorvem diretamente da atmosfera tanto nutrientes como poluentes. Ao acumularem poluentes muitas espécies desaparecem dos locais mais poluídos.

Não podemos ter estações de qualidade do ar a medir a concentração de todos os poluentes em todos os locais. Por isso, utilizamos líquenes para determinar quais as zonas com pior qualidade do ar e onde é necessário proceder a medições, de modo a proteger o ambiente ou limitar as actividades humanas. Como os líquenes acumulam poluentes podemos colher os líquenes e analisar a concentração de poluentes, bem como quantificar o número de espécies que ocorrem no tronco das árvores em quase todos os locais. Com estas informações construímos mapas, de cidades ou grandes regiões, que mostram quais os locais com pior qualidade do ar. Desta forma as empresas, o governo ou as autarquias sabem onde é necessário atuar. Para além disto utilizamos as alterações de diversidade para determinar os níveis críticos de poluentes, contribuindo para a legislação ambiental da União Europeia.

Nesta apresentação iremos mostrar resultados de indicadores ecológicos da qualidade do ar realizados em cidades, zonas rurais e zonas industriais de Portugal realizados nos últimos 15 anos. Nalguns casos os dados serão relacionados com a indicadores de saúde humana nomeadamente número de recém-nascidos com baixo peso à nascença ou número de partos pré-termo. Noutros casos serão relacionados com os níveis críticos de poluentes nomeadamente a amónia que foram estabelecidos na União Europeia para proteger a biodiversidade. Por últimos mostraremos resultados de qualidade do ar em

idades com elevada resolução espacial que nos permitem fazer um ordenamento do território de pormenor.

#### **4 – A qualidade da água**

Os rios e ribeiras das zonas Mediterrânicas, em particular no Sul de Portugal, formam uma rede estruturante da paisagem, encontrando-se aqui algumas espécies e habitats aquáticos e semi-aquáticos listados na Directiva Habitats da União Europeia. O relatório Ecosystem Millennium Assessment para Portugal conclui que há sérios problemas com qualidade de água. Os ecossistemas ribeirinhos são os mais ameaçados em Portugal e 40% dos rios portugueses foram classificados com qualidade má ou pobre.

Actualmente e tendo em conta a Directiva Quadro da Água, um rio ou ribeira é avaliado não só pelos parâmetros físico-químicos, mas também pela sua componente biótica, como os seres vivos que lá habitam ou a vegetação envolvente. O controlo da qualidade da água através da utilização de organismos vivos é amplamente utilizada. Existem vários organismos indicadores da qualidade da água como peixes, diatomáceas ou macrófitas.

Os briófitos aquáticos têm sido usados durante muito tempo e em muitos países como biomonitor de poluição de metais pesado da água. Em particular, o briófito *Fontinalis antipyretica* Hedw., é um dos biomonitor de mais utilizados para avaliar a qualidade da água, uma vez que integra os poluentes e seus impactos presentes na água. Recentemente, este biomonitor foi testado para avaliar a poluição N inorgânico e por compostos orgânicos tóxicos com os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos. Alguns destes resultados serão apresentados e evidenciarão a importância deste tipo de indicadores que nos permitem avaliar situações de qualidade de água que de outra maneira seriam impossíveis de detectar.

#### **5 – Alterações globais**

Para além da poluição atmosférica e aquática existem actualmente uma série de modificações ambientais com efeitos por todo o planeta, conhecidas como alterações globais. Estas alterações incluem não só as mudanças climáticas como também a eutrofização, as alterações do uso do solo e a perda de biodiversidade. Estas alterações podem levar a uma degradação rápida e irreversível da biodiversidade, serviços ambientais e bem-estar humano. As mudanças climáticas podem acelerar esse processo de transições abruptas. Assim, precisamos desenvolver sinais de alerta para prever se aproximar pontos de ruptura e estratégias para evitar a aproximação a esses limiares. Neste contexto as zonas secas (aqui incluindo as zonas áridas, semiáridas e sub húmidas) serão o nosso foco de abordagem uma vez que: i) cobrem cerca de 40% da superfície terrestre; ii) impactam cerca de 25% da população mundial; iii) estão entre os ecossistemas mais sensíveis a alterações globais; iv) podem ser convertidos em desertos, e a sua recuperação será difícil. Para isso vamos mostrar resultados de diversidade funcional de líquenes e herbáceas amostradas ao longo de um gradiente climático em Portugal localizado no Alentejo interior. Os resultados mostraram que a diversidade funcional de plantas e líquenes podem ser utilizados como indicadores de alerta precoce de alterações globais nas zonas mediterrânicas.

*Área de submissão: Avaliação Ambiental e Riscos*  
*Apresentação oral*