

Resiliência frente a Eventos Extremos  
Por: Juliana Sampaio Farinaci  
Pesquisadora de Pós-Doutorado - CCST

De modo geral, o foco tradicional do planejamento, manejo e gestão tem sido nas fases de maior estabilidade e conservação dos padrões estruturais e funcionais dos sistemas, pois eles são essenciais para o crescimento e acúmulo de capital (humano, construído, social e natural). No entanto, estudos recentes indicam que as estratégias mais eficazes para gerir crises são aquelas que priorizam o aprendizado em conviver com o perigo, a capacidade de adaptação às mudanças e a flexibilidade na resposta às surpresas. Em face das projeções de aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, fica evidente a necessidade de preparação para lidar com episódios de crises.

O referencial teórico-conceitual da resiliência socioecológica<sup>1</sup> oferece meios para pensarmos soluções inovadoras frente aos problemas ambientais que enfrentamos na contemporaneidade. Tais problemas têm se mostrado difíceis de gerir devido à sua natureza complexa, que implica em não-linearidade, imprevisibilidade e conectividade de seus elementos – o controle de uma ou poucas variáveis gera consequências imprevistas que muitas vezes são catastróficas.

Existem diversos conceitos associados ao termo resiliência e uma certa tensão entre a definição originalmente usada na física e na ecologia e uma noção mais recente, esta geralmente usada em abordagens interdisciplinares. Há basicamente dois paradigmas que suportam noções fundamentalmente distintas, referidos como paradigmas do equilíbrio e do não-equilíbrio.

A visão que ganhou notoriedade na ciência ecológica com os trabalhos de Stuart Pimm está baseada na ideia de natureza estável e considera que resiliência é o tempo de retorno do sistema ao seu equilíbrio após um distúrbio. A resiliência pode, assim, ser medida como o tempo que determinado atributo levaria para voltar a um valor próximo ao inicial (anterior ao distúrbio); ou seja, quanto maior a velocidade, maior a resiliência.

Uma outra visão de resiliência vem sendo desenvolvida a partir das ideias do ecólogo canadense Buzz Holling, expostas pela primeira vez em 1973. Essa escola de pensamento está apoiada nos conhecimentos sobre sistemas complexos adaptativos, e considera que os sistemas socioecológicos têm múltiplos estados alternativos de estabilidade em diferentes “domínios de atração”. Assim, a resiliência é a capacidade de um sistema absorver um distúrbio ou mudança, retendo suas funções e estruturas básicas, e mantendo-se num mesmo domínio de atração (ou de estabilidade). Caso o sistema perca sua resiliência ele pode ultrapassar um limiar de transição e passar a operar em um outro domínio de estabilidade que, do ponto de vista humano, pode ser desejável ou indesejável. A resiliência é uma propriedade dos sistemas socioecológicos e relaciona-se ao seu grau de auto-organização e à sua capacidade adaptativa. A capacidade adaptativa está relacionada, por exemplo, à biodiversidade, à memória ecológica do sistema, à heterogeneidade da paisagem, à existência de instituições e redes capazes de aprender e armazenar conhecimento e experiência, criar flexibilidade na resolução de problemas e balancear o poder entre grupos de interesse.

É com base nesse segundo paradigma, e das ideias dele advindas, que este texto foi desenvolvido. Dito isso, é importante deixar claro que, segundo essa linha de pensamento, a resiliência não é vista como algo bom ou mau em si mesmo. Manter a resiliência de um

---

<sup>1</sup> O reconhecimento de que as pessoas são parte integral dos sistemas naturais levou à formulação do termo “sistema socioecológico”, que enfatiza o conceito integrado de humanos-na-natureza e considera que os sistemas social e ecológico são imbricados, interdependentes, em constante mudança e sujeitos a grandes incertezas.

sistema nem sempre é um objetivo válido, pois existem sistemas altamente resilientes em estados considerados indesejáveis. Exemplo disso é a chamada “armadilha da pobreza” (em inglês, *poverty trap*), em que um sistema socioecológico fica preso num ciclo de desgaste dos recursos naturais e empobrecimento das pessoas, que se retroalimenta: a escassez de recursos leva ao empobrecimento das pessoas; quanto mais pobres, mais as pessoas exploram de forma predatória os recursos; e assim sucessivamente. Nesse caso, os esforços de gestão devem estar voltados à transformabilidade do sistema, a tirá-lo de um estado indesejável para que ele possa operar em um domínio alternativo, mais desejável.

O ciclo de renovação adaptativa, ou ciclo adaptativo (Figura 1), é fundamental para compreendermos o pensamento sistêmico envolvido nas ideias sobre resiliência socioecológica. Sistemas dinâmicos e complexos, tais como os socioecológicos, passam por quatro fases: crescimento ou exploração ( $r$ ); conservação ( $K$ ); colapso ou liberação ( $\Omega$ ); e reorganização ( $\alpha$ ). A alça anterior do ciclo, de  $r$  a  $K$ , é a etapa lenta de acúmulo e crescimento; a alça posterior, de  $\Omega$  a  $\alpha$ , é a etapa rápida de reorganização e renovação. Uma terceira dimensão pode ser adicionada (Figura 2), mostrando que a resiliência se expande e se contrai ao longo do ciclo e não é, portanto, um atributo fixo do sistema.

À medida que o ciclo passa da fase  $r$  para a fase  $K$ , o sistema acumula recursos (espécies, capital, biomassa, etc), fica mais conectado, mais eficiente e menos controlado por forças externas. Porém, é menos aberto a inovações e tende a uma maior rigidez, o que acarreta suscetibilidade a fatores-surpresa (a resiliência é menor). Eventos que em outras fases poderiam ser absorvidos, na fase  $K$  desencadeiam crises. A crise leva o sistema à fase  $\Omega$ , em que conexões são perdidas e recursos, matéria e energia são liberados. A passagem de  $\Omega$  para  $\alpha$  é rápida e os elementos do sistema frequentemente apresentam comportamento caótico. É quando a memória do sistema (banco de sementes, infraestruturas, experiência) é fundamental para a reorganização. Na fase  $\alpha$ , em que a resiliência é alta, abrem-se muitas possibilidades de futuro, os elementos remanescentes formam novas combinações e o sistema é mais aberto a elementos externos.

Compreender os fatores ligados às fases de crescimento e acúmulo é importante e tem sido o foco das estratégias de gestão, de modo geral. Contudo, vem crescendo a percepção de que o enfoque em manter um sistema socioecológico em uma condição fixa pode desencadear eventos ainda mais dramáticos do que aqueles que se queria evitar. Por isso, é essencial entender as forças que direcionam o sistema durante episódios espasmódicos de crise, em que as incertezas são grandes e diversas alternativas inesperadamente aparecem. Nesses períodos, há maiores chances de influenciar a trajetória do sistema para estados desejáveis. Essas transformações são moldadas, de um lado pela experiência e memória, de outro lado pelas inovações.

Um avanço da ideia de ciclo adaptativo é o conceito de panarquia, a estrutura hierárquica na qual os sistemas são interligados e imbricados em diferentes níveis e escalas. Devido à interconexão de vários ciclos adaptativos, é possível desenhar estratégias de gestão para evitar colapsos. Permitindo que fases de liberação e reorganização ( $\Omega$  e  $\alpha$ ) ocorram em níveis hierárquicos mais baixos, pode-se prevenir o desenvolvimento da fase  $K$  na escala de interesse. Por exemplo, numa pesquisa sobre a Lagoa de Ibiraquera, em Santa Catarina, Seixas e Berkes identificaram que a prática de aberturas periódicas da barra da lagoa possibilita renovação e controle do estoque pesqueiro, evitando a ‘explosão’ (liberação) natural e descontrolada do canal, que é intermitentemente ligado ao mar. Dessa forma, os pescadores artesanais desenvolveram uma estratégia de gestão que promove crises controladas e periódicas, evitando que o sistema chegue ao topo da fase  $K$  e perca resiliência.

Diante da percepção cada vez maior das incertezas e riscos ambientais a que a humanidade está sujeita, o desafio é aumentar a capacidade de adaptação às mudanças ambientais e ter flexibilidade na resposta às incertezas e surpresas. A gestão dos riscos

relacionados a eventos extremos, portanto, deveria estar mais baseada na resiliência do que na resistência pois, através de aprendizado com experiências passadas e adaptação<sup>2</sup>, é possível planejar, preparar antecipadamente e recuperar mais rapidamente dos impactos.

Alguns críticos ao referencial da resiliência socioecológica consideram que todos esses conceitos são muito bonitos, porém pouco práticos e difíceis de operacionalizar. Quanto a isso, muitos avanços vêm sendo feitos, por exemplo na investigação sobre os sinais ou indícios de que um sistema pode estar próximo de um limiar crítico de transição, ou sobre os processos endógenos que favorecem respostas eficazes de determinados grupos sociais a eventos extremos. Outro avanço que considero particularmente importante está na visão alternativa de mundo que o pensamento em resiliência oferece: uma melhor compreensão da natureza dinâmica dos sistemas socioecológicos e a percepção de que as crises fazem parte dessa dinâmica – que não podem ser controladas, mas geridas de forma adaptativa por meio de experimentação e aprendizado, balanceando conhecimento tradicional e científico, memória e inovação.

#### Para saber mais

Resilience Alliance <http://www.resalliance.org>

Stockholm Resilience Centre <http://www.stockholmresilience.org>

SARAS Institute <http://www.saras-institute.org>

Holling, C.S. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems* 4: 390-405

Holling, C.S. & Gunderson, L.H. (2002). *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press, pp. 25-62

Walker, B.H. & Salt, D.A. (2006). *Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world*. Island Press, Washington.

#### Links para vídeos

Allyson Quinlin: How is resilience put into practice?

<http://www.stockholmresilience.org/21/research/research-videos/5-28-2008-how-is-resilience-put-into-practice.html>

Allyson Quinlin: What is a resilience assessment?

<http://www.stockholmresilience.org/21/research/research-videos/5-28-2008-what-is-a-resilience-assessment.html>

Brian Walker: What is resilience in people and ecosystems

[http://www.youtube.com/watch?v=tXLMel5nVQk&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=tXLMel5nVQk&feature=player_embedded)

Brian Walker: Feedbacks in social-ecological systems

<http://www.youtube.com/watch?v=sOmRob-7xM4>

Buzz Holling: Volvo 2008 Environment Prize

<http://www.youtube.com/watch?v=XX5qJaJDjSs>

Marten Scheffer: Spinoza Prize

<http://www.youtube.com/watch?v=d7-6ROI5k-s>

---

<sup>2</sup> Na literatura sobre respostas a distúrbios climáticos, adaptações são processos ou ações que podem ser em antecipação ao desastre ou em resposta a ele.

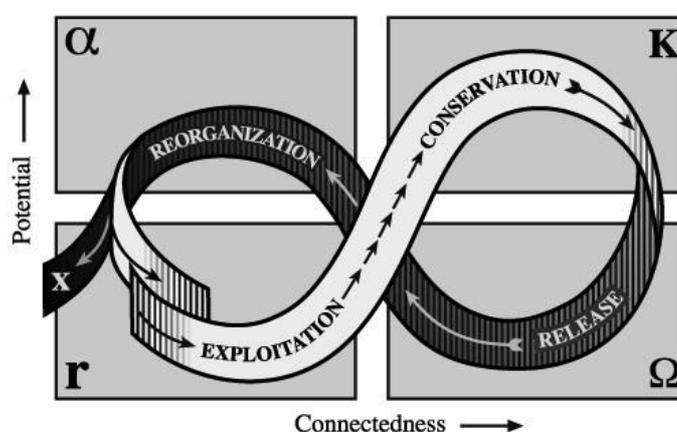
## Literatura citada

Allison, H.E. & Hobbs, R.J. (2004). Resilience, Adaptive Capacity, and the “Lock-in Trap” of the Western Australian Agricultural Region. *Ecology and Society* 9(1): 3

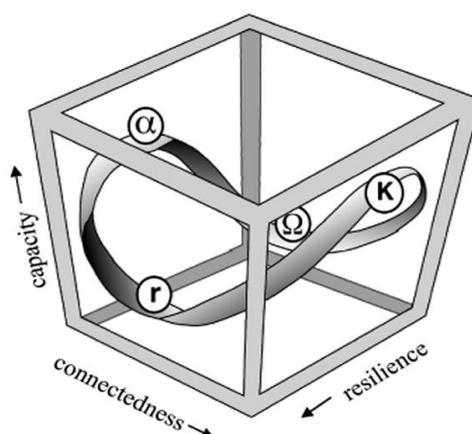
Holling, C.S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 1-23

Pimm, S.L. (1984). The complexity and stability of ecosystems. *Nature* 307: 321-326

Seixas, C.S. & Berkes, F. (2003). Dynamics of social-ecological changes in a lagoon fishery in southeastern Brazil. In F.Berkes, J.Colding & C.Folke. *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 271-298.



**Figura 1:** Esquema em duas dimensões do ciclo adaptativo. As setas mostram a velocidade do fluxo dos eventos; setas curtas e pouco espaçadas indicam mudanças lentas e setas longas indicam mudanças rápidas. O ciclo reflete mudanças em duas propriedades: o potencial inerente aos recursos acumulados (eixo Y) e o grau de conectividade entre as variáveis de controle (eixo X). A saída do ciclo, indicada no lado esquerdo da figura, indica o estágio em que o potencial pode vazar. (Fonte: Holling & Gunderson, 2002: 34)



**Figura 2:** Esquema em três dimensões do ciclo adaptativo. A resiliência diminui à medida que o ciclo se move em direção a K e se expande à medida que o ciclo muda para o *backloop* (Fonte: Allison & Hobbs, 2004)