



Impactos Humanos em Recursos Hídricos

Pós –Graduação em Geografia – DGEO

Prof. Ricardo Motta Pinto-Coelho

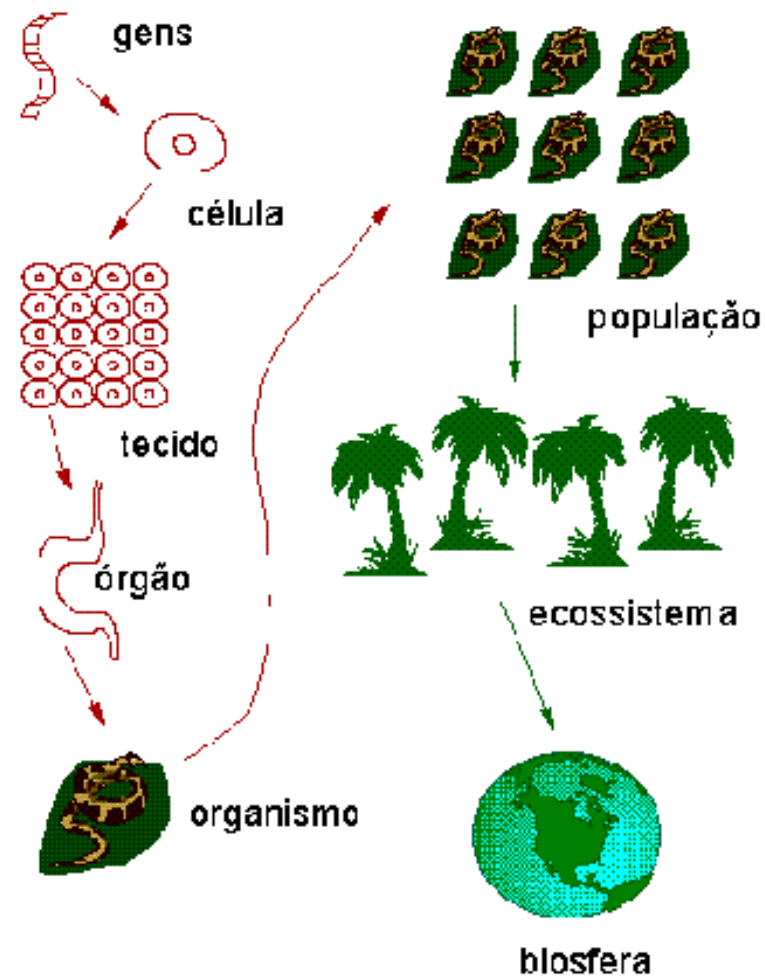
Aula 2 – Ecologia, equilíbrio e resiliência

Conceitos Fundamentais

Unidades ecológicas

Como toda a ciência, a ecologia necessita de uma visão de seu objeto de estudo (a natureza) em partes. Para isto ela faz uso da teoria dos sistemas. Um sistema é um conjunto cujos elementos se unem através de propriedades calcadas na interação, na interdependência e na sensibilidade a certos mecanismos reguladores de tal modo que eles formam um todo unificado (Odum, 1963).

Os principais sistemas ou unidades biológicas são os seguintes: gens, células, tecidos, órgãos, organismos, populações, comunidades, ecossistemas e a biosfera. A Ecologia trata dos quatro últimos níveis de organização biológicos (unidades).



Conceitos Fundamentais

Existem muitos enfoques para a Ecologia....

Tipos de Ecologia (enfoque conceitual ou de perspectiva)

- Ecologia da Paisagem
- Ecologia de Ecossistema
- Ecofisiologia
- Ecologia Comportamental
- Ecologia de Comunidades
- Etc.

Tipos de Ecologia (enfoque organismico)

- Ecologia Vegetal
- Ecologia Animal
- Ecologia Microbiana
- Ecologia do Zooplâncton
- Ecologia Humana
- Etc.

Tipos de Ecologia (enfoque do habitat)

- Ecologia Terrestre
- Limnologia
- Oceanografia Biológica
- Ecologia Tropical
- Ecologia das Zonas Árticas
- Ecologia urbana
- Etc.

Tipos de Ecologia (enfoque aplicado)

- Ecologia Teórica
- Ecologia da Conservação
- Agroecologia
- Monitoramento de Recursos Naturais
- Gestão e Recuperação de Áreas Degradadas
- Ecologia Aplicada à Formulação de Políticas Públicas
- Etc.



Conceitos Fundamentais

Espécie:

Conjunto de indivíduos capazes de se reproduzirem e dar prole fértil (pelo menos potencialmente).

Exemplos: *Homo sapiens*, *Entamoeba coli*

Ecótipo (raças ecológicas):

Eles são formados por populações de uma mesma espécie que apresenta grande dispersão geográfica mas que estão fisicamente separadas. Seus limites de tolerância ecológica, ou de Shelford, variam segundo a população considerada. Quando estas variações têm base genética, as populações são chamadas de raças genéticas. Quando estas variações tem uma base puramente fisiológica, as populações são chamadas de raças fisiológicas (fenômeno da aclimatação).

Exemplos:

a) medusa *Aurelia aurita* apresenta os seguintes ecótipos:

Aurelia aurita (var. Halifax ótimo de contração a 14 C)

Aurelia aurita (var. Tortugas ótimo de contração a 29 C)

b) A macrófita *Typha* sp (Taboa): há várias raças adaptadas a diferentes regiões climáticas (trópicos, sub-trópicos, z. temperada).



População

Conjunto de indivíduos da mesma espécie que vive num território cujos limites são geralmente delimitados pelo ecossistema no qual esta população está presente. As populações são entidades 'reais' cujos atributos: distribuição espacial, densidade, estrutura etária, taxas de crescimento (produto líquido entre taxas de natalidade, mortalidade e migração) bem como suas relações de interdependência (simbioses sensu lato) podem ser estimados quantitativamente em condições naturais/experimentais.

Exemplos:

Myrmecophaga t. tridactyla (bicho-preguiça) no Parque Florestal do Rio Doce, Minas Gerais.

Byomphalaria straminea (caramujo planorbídeo) na Lagoa Santa, MG.

Panstrongylus megistrus (barbeiro hematófago) var. Sta. Catarina nas matas da Ilha de Florianópolis, SC (habitat natural)



Habitat:

Lugar onde uma espécie (ou mais de uma) vive. Neste local, os organismos encontrarão, além do abrigo das intempéries do meio físico e de eventuais ameaças biológicas (predação), alimento e poderão se reproduzir. Muitas vezes o termo microhabitat é utilizado para designar o local onde uma determinada espécie poderá ser encontrada. O termo biótopo é entendido como o substrato físico enquanto que o habitat poderá ter uma conotação desvinculada do senso geográfico (ex: tronco caído como habitat de certos insetos coleópteros, tubo intestinal de vertebrados como habitat de nematóides parasitas).

Nicho ecológico:

Unidade mais 'íntima' da distribuição de uma espécie. Pode ser definido considerando vários aspectos abaixo relacionados:

Nicho espacial (microhabitat): proposto por Grinnel (1917) como sendo o espaço físico ocupado por uma determinada espécie.

Exemplo: pele humana como microhabitat de certos ácaros.

Nicho trófico: proposto por Elton (1927). É a posição do organismo dentro de uma cadeia alimentar: produtor, herbívoro, carnívoro. Conceito apresenta algumas limitações de emprego tais como no casos de organismos que promovem o canibalismo, típico de várias espécies de copépodes zooplanctônicos, ou então são essencialmente onívoros tais como o homem, por exemplo.

Exemplo: Hemípteros neustônicos *Notonecta* e *Corixa* têm o mesmo microhabitat (vivem sobre a película de água em áreas alagadas) mas têm nichos tróficos diferentes: *Notonecta* é carnívoro e *Corixa* é herbívoro. O exemplo a seguir, extraído de Krebs, 1994 pag. 281), ilustra as respostas de densidade e crescimento do inseto predador *Notonecta hoffmanni* em laboratório. A taxa de predação é expressa pelo número de larvas de mosquito consumido por dia. O gráfico, abaixo, ilustra que sob condições de muita comida, *Notonecta* cresce mais rápido.



Nicho hipervolumétrico: proposto por Hutchinson (1957). Seria a posição de um certo organismo dentro do gradiente ambiental. Envolve não só as condições ambientais exploradas por este organismo: temperatura, pH, umidade, radiação solar, chuvas, etc, como também as interações bióticas tais como predadores, parasitas, competidores, etc. Levando em consideração o nicho hipervolumétrico pode-se dividi-lo ainda em duas sub-categorias:

Nicho fundamental (ou máximo) ou nicho reduzido (ou realizado). Entende-se por nicho fundamental como sendo o conjunto de todas as faixas de variações potencialmente exploráveis por uma certa espécie.

Nicho realizado refere-se à faixa ambiental na qual efetivamente pode ser encontrada uma espécie num dado ambiente. Muitas vezes, o nicho realizado é significativamente mais restrito que o nicho fundamental devido às interações com outras espécies principalmente a predação e a competição.

Exemplo: *Paramecium caudata* e *P. aurelia*: protozoários ciliados com o mesmo nicho espacial e trófico. *P. caudatum* é eliminado porquê tem menor taxa intrínseca de crescimento (max).

O nicho ecológico pode mudar com o desenvolvimento ontogenético, ou o sexo.

Exemplo:

Em *Culex* sp. a larva é aquática e é herbívora (consome algas e bactérias de vida livre). As fêmeas adultas são aladas e hematófagas e os machos são alados porém fitófagos (consomem seiva vegetal).



Comunidades

Möbius (1877) foi um dos primeiros a tentar caracterizar uma comunidade. Ele estudou bancos de ostras em regiões litorâneas e notou que existe uma interdependência entre os organismos presentes no que ele designou por biocenose. A Comunidade pode ser também definida como o conjunto de todas as populações de uma dada área geográfica (Odum, 1963) ou como a parte viva do ecossistema (Clark, 1954). É comum o uso do termo biocenose por ecólogos europeus em lugar ao de comunidade.

Os organismos de uma biocenose atuam em reciprocidade com o meio físico sendo influenciados por ele e também modificando-o de modo característico.

Outras definições de comunidades

Comunidade: É qualquer conjunto de populações numa determinada área ou habitat. Ela pode ter os mais variados tamanhos. Segundo Krebs (1972), muitos dos termos relativos às comunidades vêm da Ecologia Vegetal.

Comunidade: É uma associação entre populações interativas (Ricklefs, 1980)

Comunidade: É uma reunião de populações numa determinada área ou habitat físico definidos. É uma unidade ecológica pouco definida. (Odum, 1977)

Comunidade: É um conjunto de espécies (populações) que ocorrem conjuntamente no tempo e no espaço (Begon et al., 1990). Segundo este autor, o estudo da comunidade pressupõe o estudo de ecossistemas.



Ecosistema

Termo proposto por Tansley (1935) para designar a reunião entre todos os organismos e o meio físico onde vivem. Hoje em dia, uma definição de ecossistema muito usada em Ecologia seria a seguinte: qualquer unidade que inclua a totalidade dos organismos (comunidades) de uma área determinada, que atuam em reciprocidade com o meio físico de modo que uma corrente de energia conduza a uma estrutura trófica, a uma diversidade biótica e a ciclos biogeoquímicos (Odum, 1977).

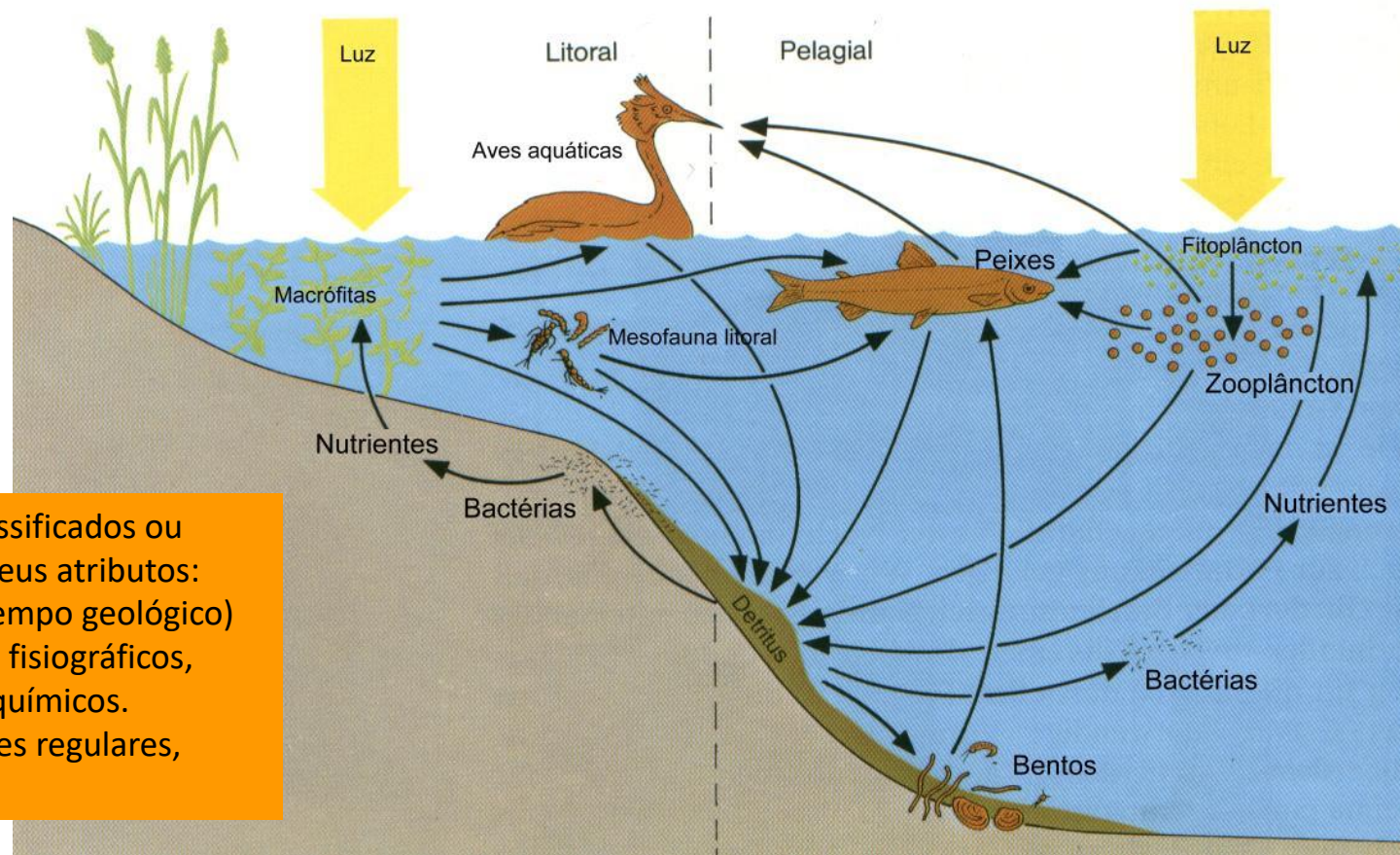
Aspectos estruturais do ecossistema: (a) substâncias inorgânicas (particuladas, dissolvidas), (b) substâncias orgânicas (particuladas e dissolvidas), (c) clima, (d) substrato físico (sólido, líquido e gasoso), (e) componentes bióticos, (f) produtores, (g) consumidores, (h) predadores, (i) desintegradores, (j) regeneradores.

Aspectos funcionais do ecossistema: (a) fluxo de energia, (b) cadeias de alimentos, (c) diversidade (tempo e espaço), (d) ciclos de nutrientes, (e) sucessão e evolução, (f) controle (cibernética)

Os ecossistemas podem ser classificados ou agrupados segundo alguns de seus atributos:

- a) primitividade (presença no tempo geológico)
- b) padrões definidos sejam eles fisiográficos, climáticos, biológicos e/ou geoquímicos.
- c) equilíbrio dinâmico (flutuações regulares, mec. homeostáticos).



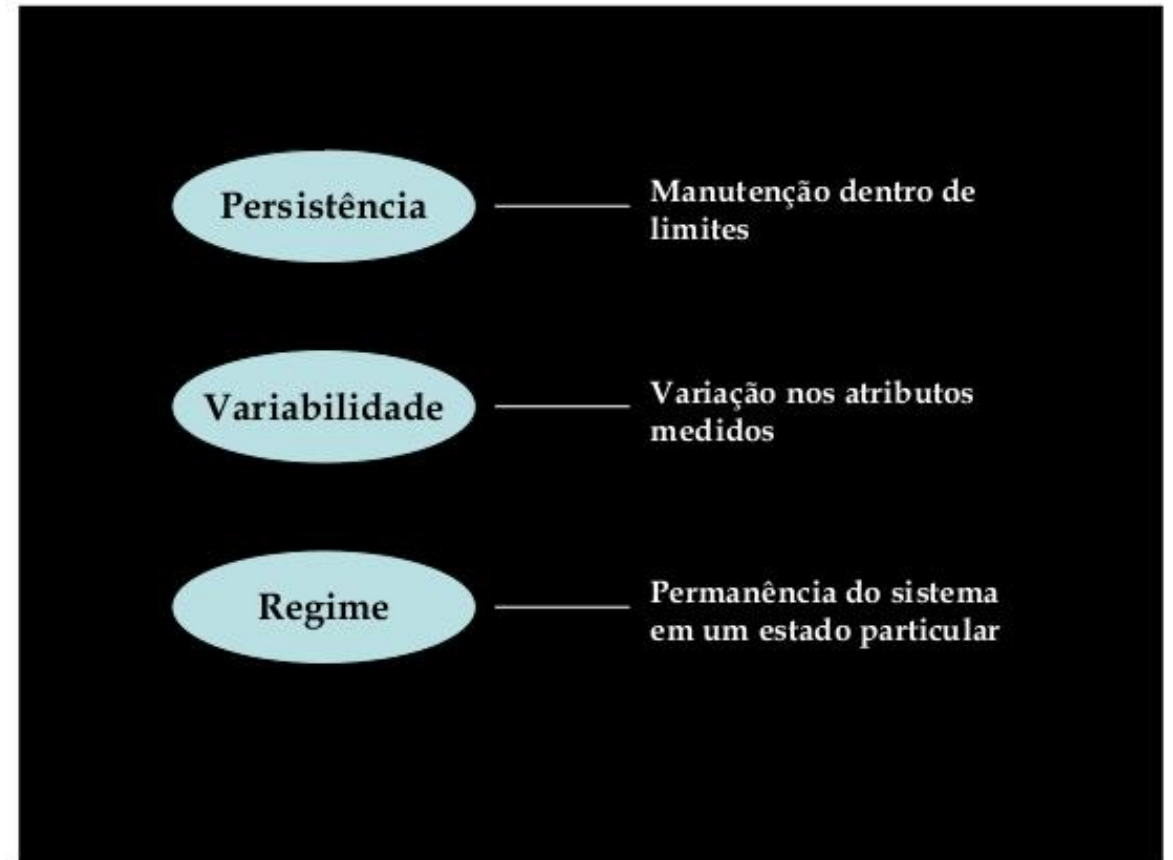
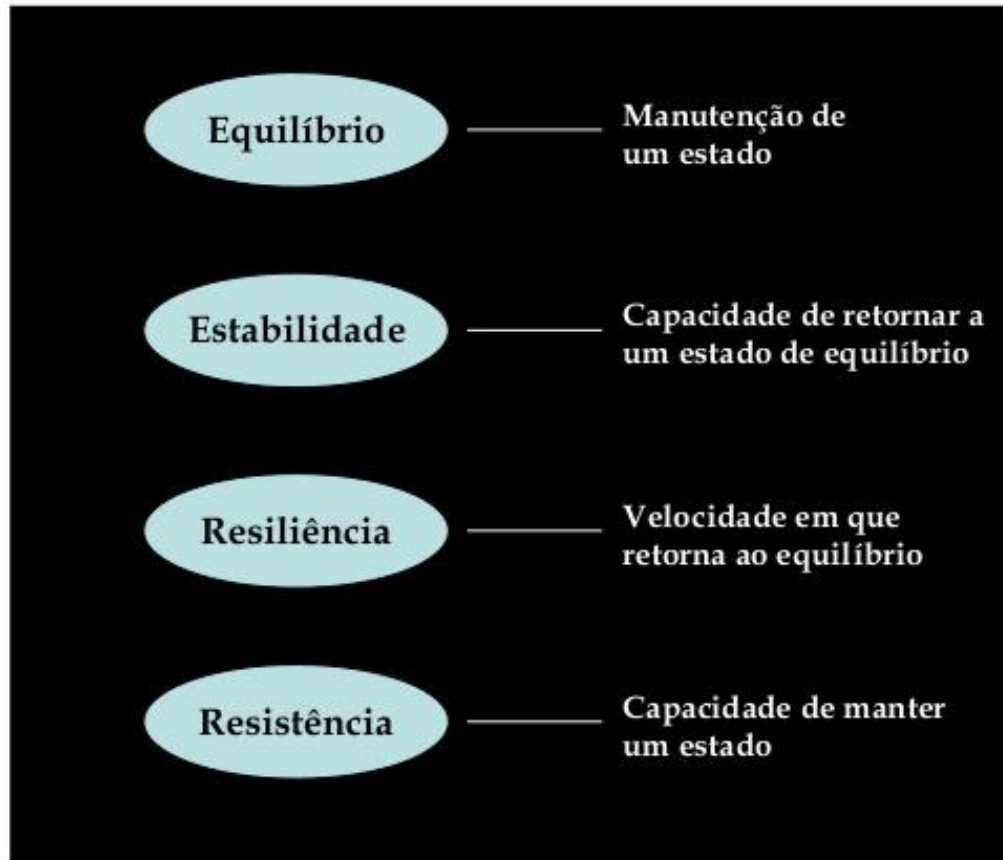


Os ecossistemas podem ser classificados ou agrupados segundo alguns de seus atributos:

- primitividade (presença no tempo geológico)
- padrões definidos sejam eles fisiográficos, climáticos, biológicos e/ou geoquímicos.
- equilíbrio dinâmico (flutuações regulares, mecanismos homeostáticos).

Figura - O lago como um ecossistema: a luz e nutrientes permitem o desenvolvimento de uma intensa atividade fotossintética nas margens (macrófitas emersas e submersas) e na zona limnética ou de águas abertas (fitoplâncton). A matéria vegetal é consumida pelo zooplâncton, bentos e meio fauna do litoral. Esses organismos são a base da cadeia alimentar que estende-se através dos peixes, aves, etc. As bactérias ao lado do zooplâncton exercem um importante papel na reciclagem dos nutrientes essenciais (modificado de Smith, 1999).

Conceitos Fundamentais



Pellicice, F. Persistência das comunidades. Pós-Graduação em Ecologia de Ecotonos.UFT.

Fonte: <https://pt.slideshare.net/mopacara/6-persistncia-comunidades>

Conceitos Fundamentais

O equilíbrio é um estado no qual uma dada população ou comunidade tende a permanecer quando as condições necessárias suportam esse estado.

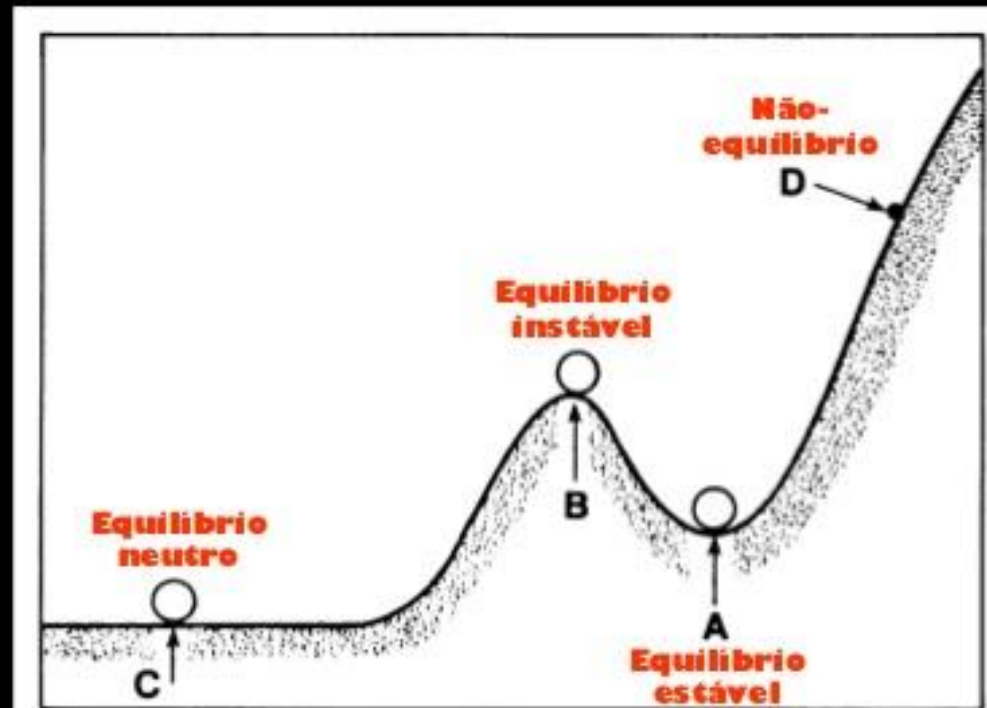
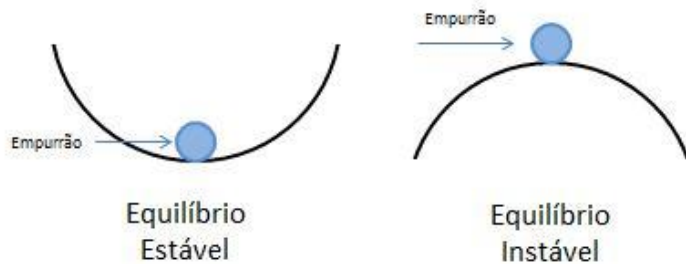


FIG. 1. Types of equilibrium points: A is a stable equilibrium point, B an unstable equilibrium point, and C a neutrally stable equilibrium point. Point D is not an equilibrium point. The figure is intended to illustrate the three types of equilibria and does not represent any particular dynamic system.

DeAngelis & Waterhouse (1987)

Conceitos Fundamentais

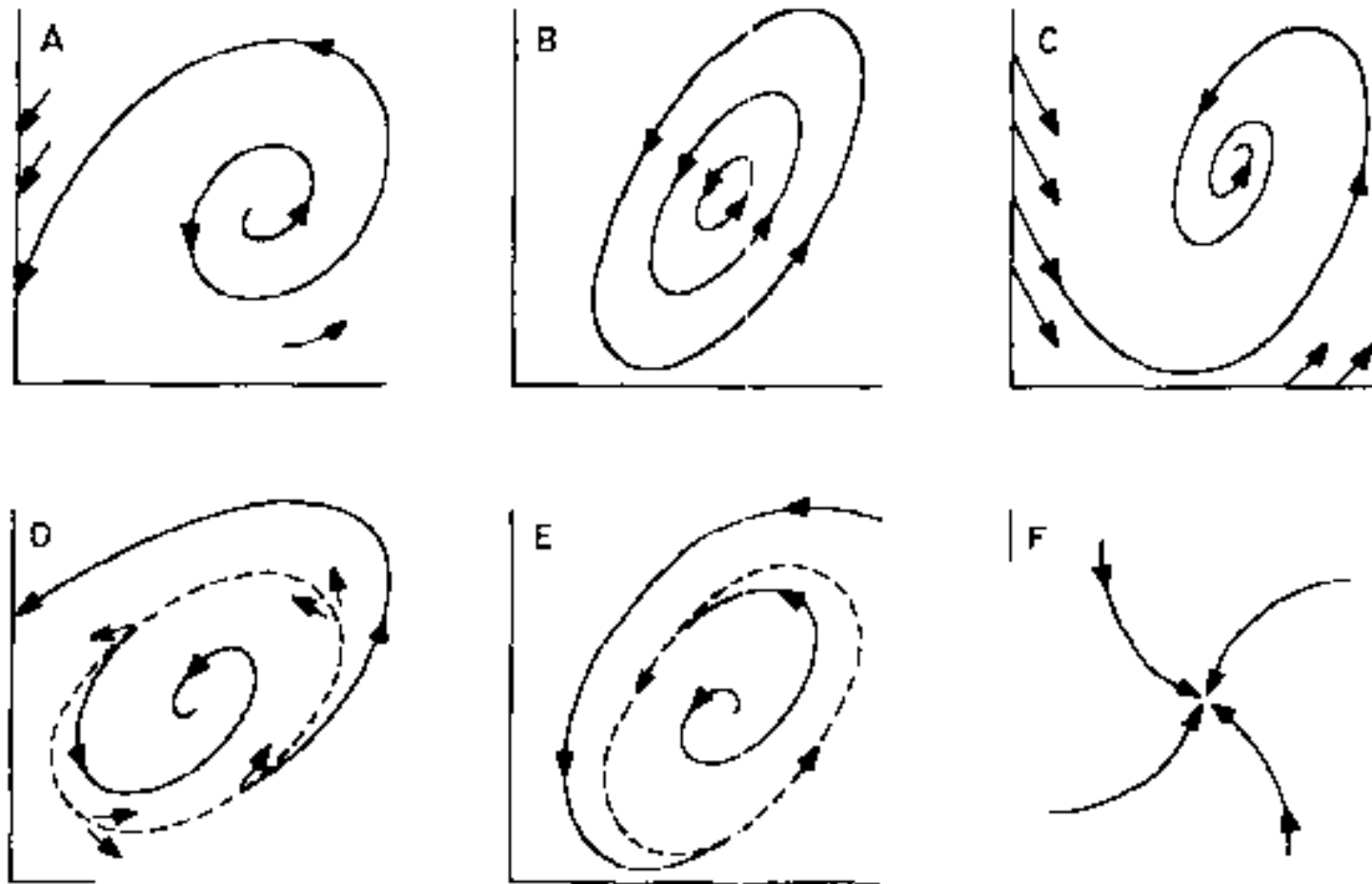


Figure 2 Examples of possible behaviors of systems in a phase plane; (a) unstable equilibrium, (b) neutrally stable cycles, (c) stable equilibrium, (d) domain of attraction, (e) stable limit cycle, (f) stable node.

Conceitos Fundamentais

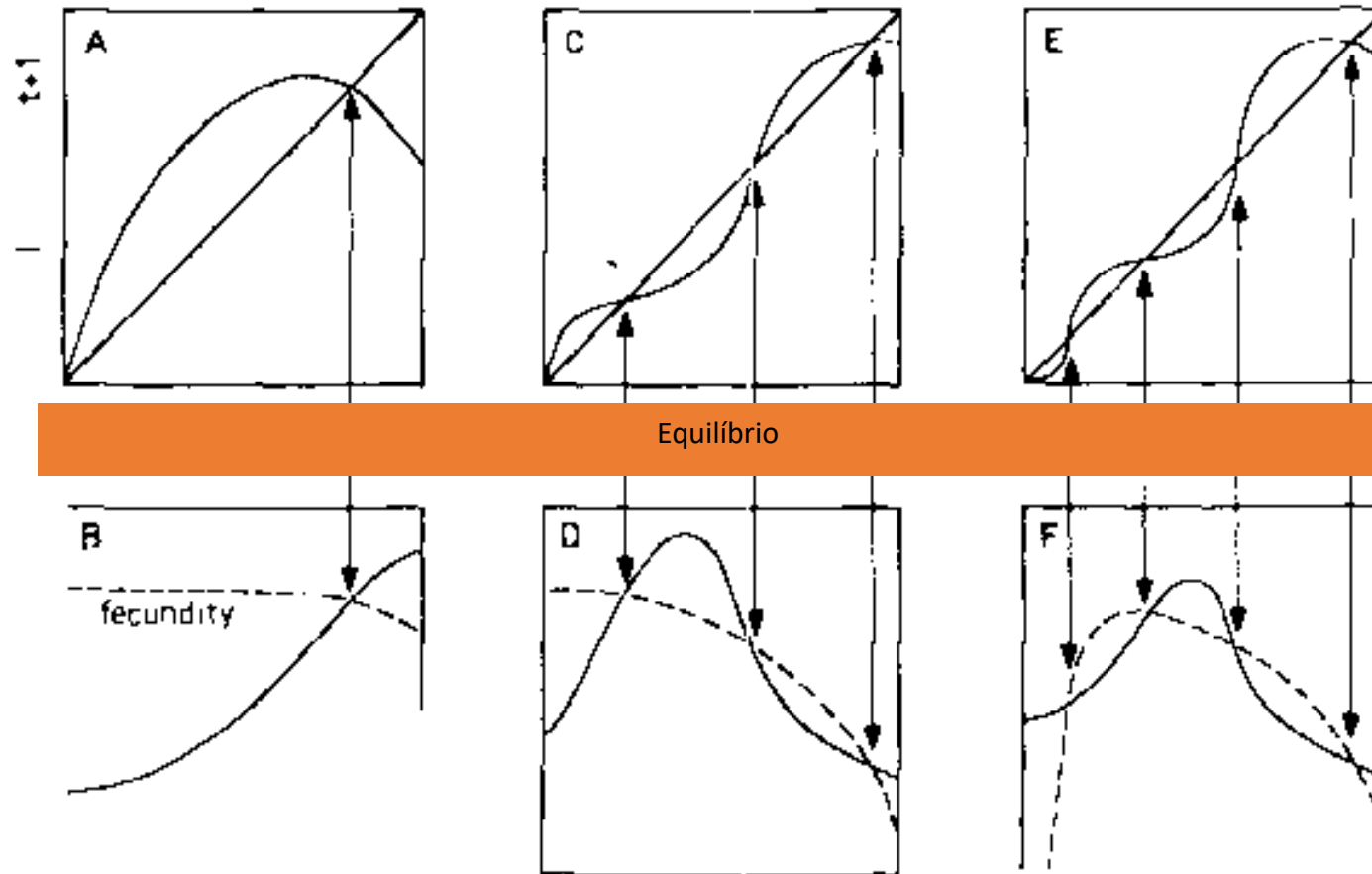


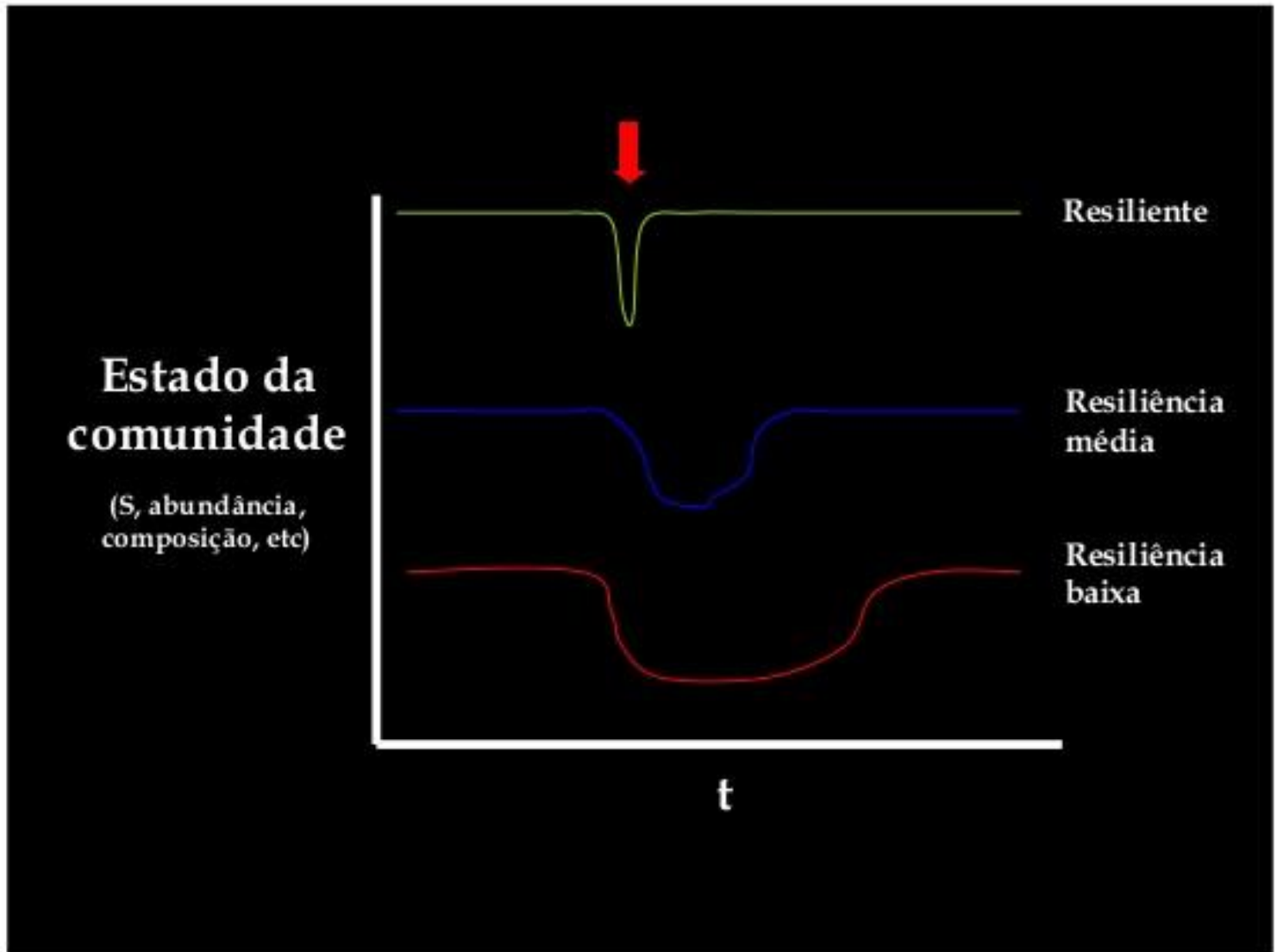
Figure 3 Examples of various reproduction curves (a, c, and e) and their derivation from the contributions of fecundity and mortality (b, d, and f).

Hoiling, C.S. 1973. RESILIENCE AND STABILITY OF ECOLOGICAL SYSTEMS. Annu. Ver. Ecol. Syst. 4:1-23.

A **resiliência** é uma das formas de se medir o **equilíbrio** de uma dada comunidade.

Diversos tipos de distúrbios podem retirar as populações do estado de equilíbrio em que se encontram.

A velocidade segundo a qual o sistema biológico retorna a condição inicial de equilíbrio é chamada de resiliência.

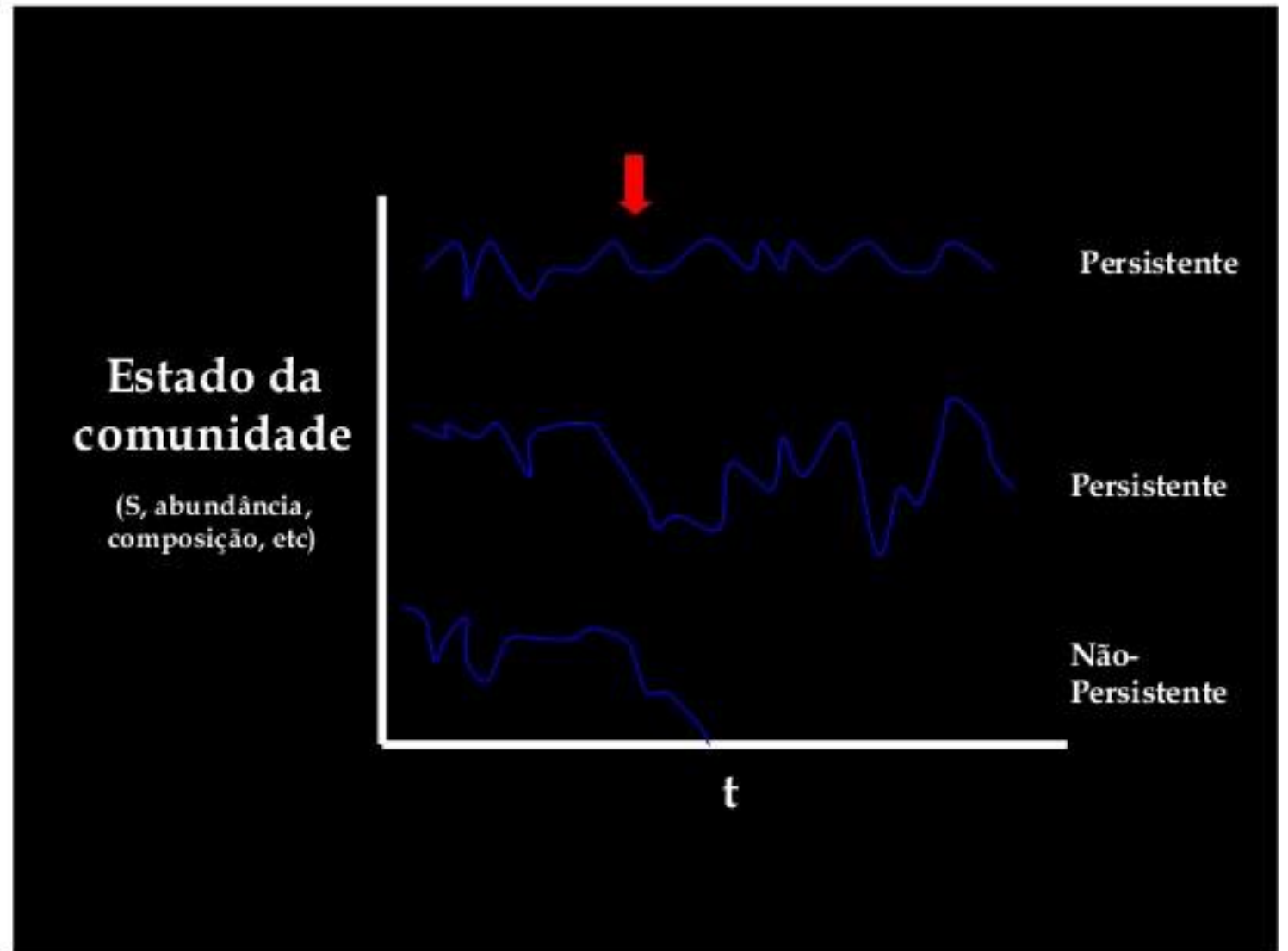


Pelicice, F. Persistência das comunidades. Pós-Graduação em Ecologia de Ecotonos. UFT.

Fonte: <https://pt.slideshare.net/mopacara/6-persistncia-comunidades>

A **persistência** é uma das formas de se medir o **equilíbrio** de uma dada comunidade.

A persistência pode ser definida como a capacidade de uma população ou comunidade em permanecer no estado de equilíbrio mesmo sob efeito de um dado distúrbio.

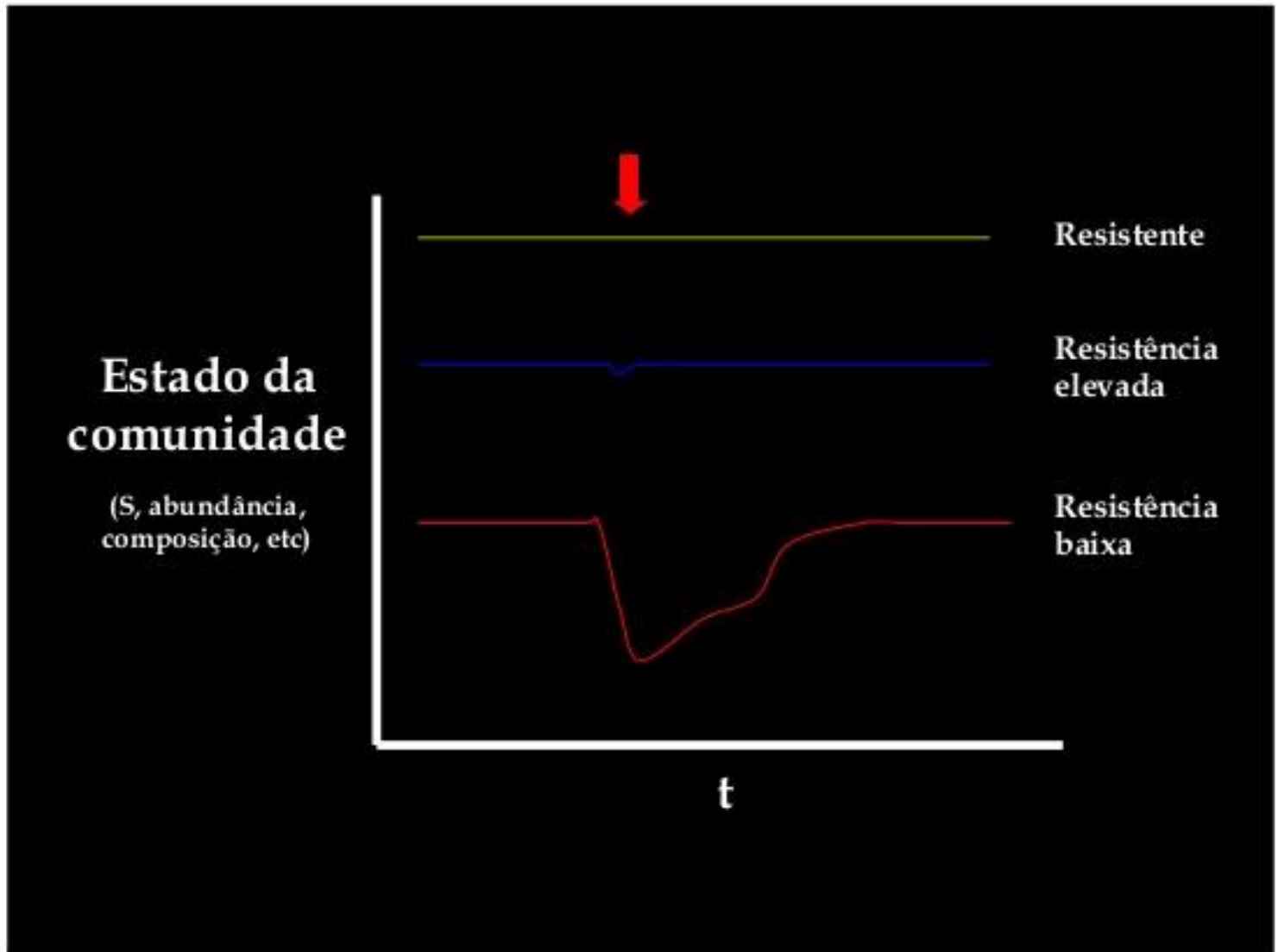


Pellicice, F. Persistência das comunidades. Pós-Graduação em Ecologia de Ecotonos.UFT.

Fonte: <https://pt.slideshare.net/mopacara/6-persistncia-comunidades>

A **resistência** é uma das formas de se medir o **equilíbrio** de uma dada comunidade.

A resistência mede o grau de alteração dos atributos de uma população ou comunidade frente a um dado distúrbio.

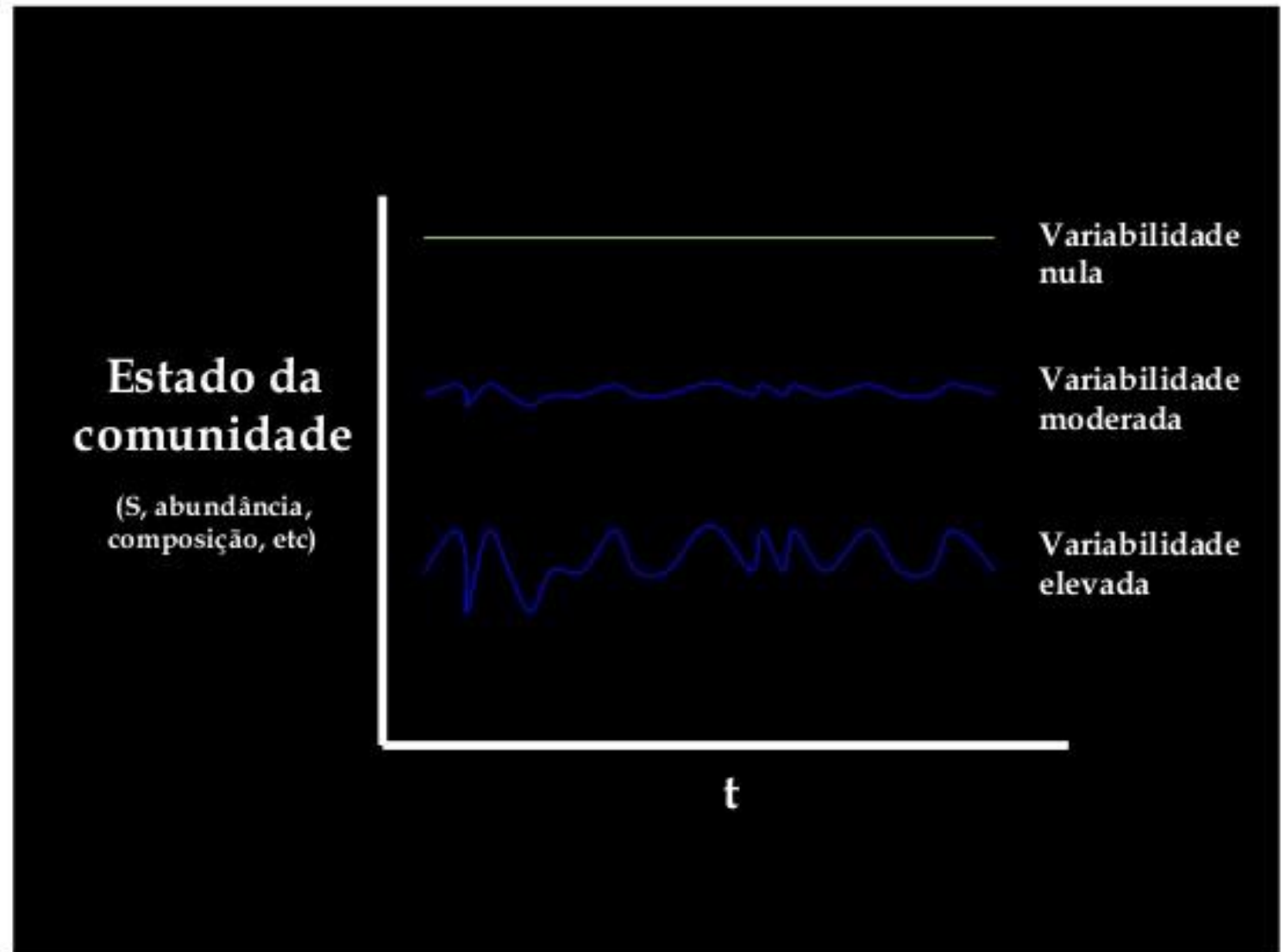


Pelicice, F. Persistência das comunidades. Pós-Graduação em Ecologia de Ecotonos.UFT.

Fonte: <https://pt.slideshare.net/mopacara/6-persistncia-comunidades>

A **variabilidade** é uma das formas de se medir o **equilíbrio** de uma dada comunidade.

Populações ou comunidades em equilíbrio não são sistemas estáticos. Elas podem sofrer variações em seus atributos sem que as condições que definam o seu equilíbrio sejam afetadas.

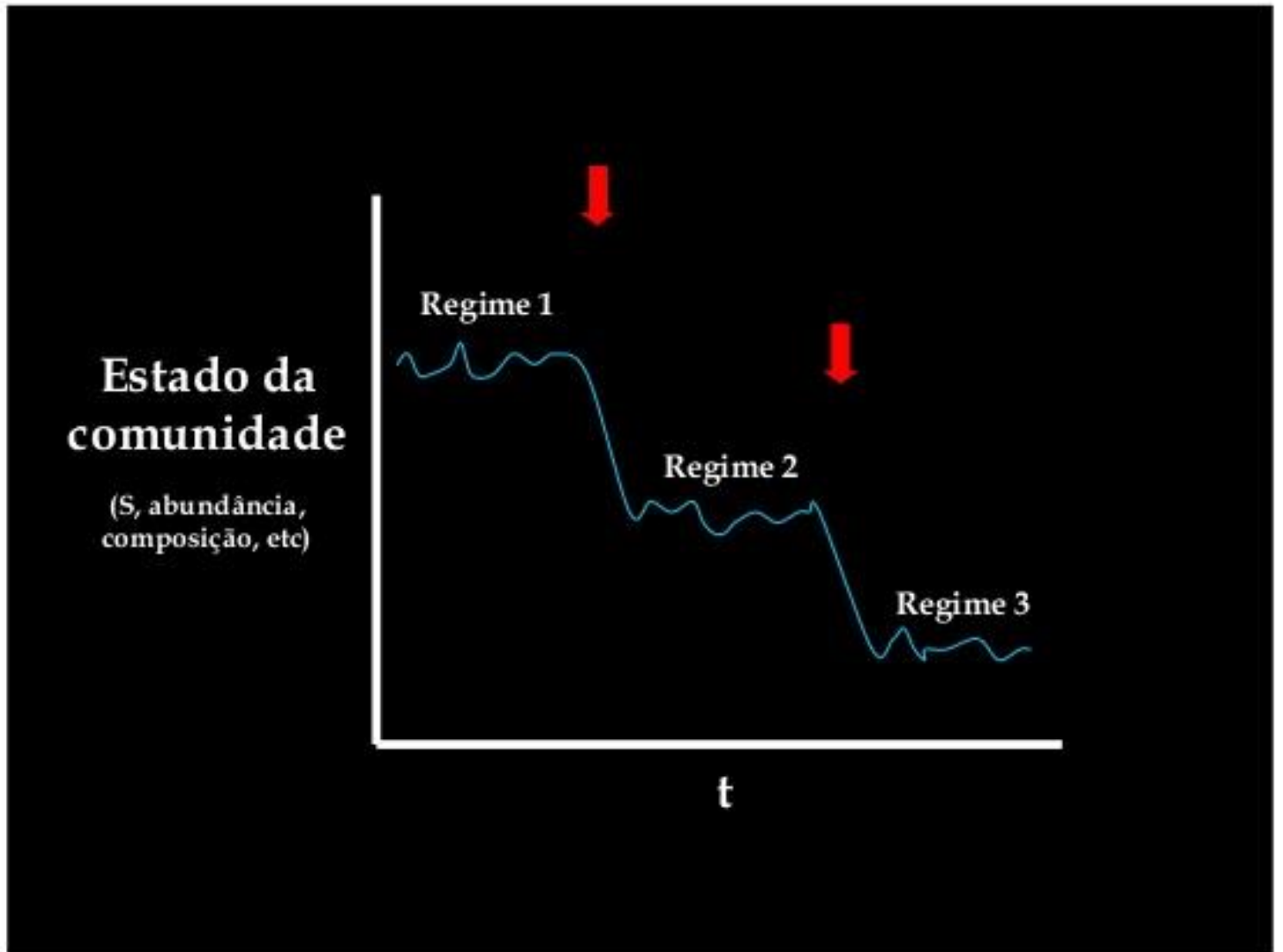


Pelicice, F. Persistência das comunidades. Pós-Graduação em Ecologia de Ecotonos.UFT.

Fonte: <https://pt.slideshare.net/mopacara/6-persistncia-comunidades>

O **regime** é uma das formas de se medir o **equilíbrio** de uma dada comunidade.

Após um dado distúrbio, as populações ou comunidades podem apresentar-se sob um novo regime, sem que haja a necessidade de ruptura do equilíbrio



Pelicice, F. Persistência das comunidades. Pós-Graduação em Ecologia de Ecotonos.UFT.

Fonte: <https://pt.slideshare.net/mopacara/6-persistncia-comunidades>

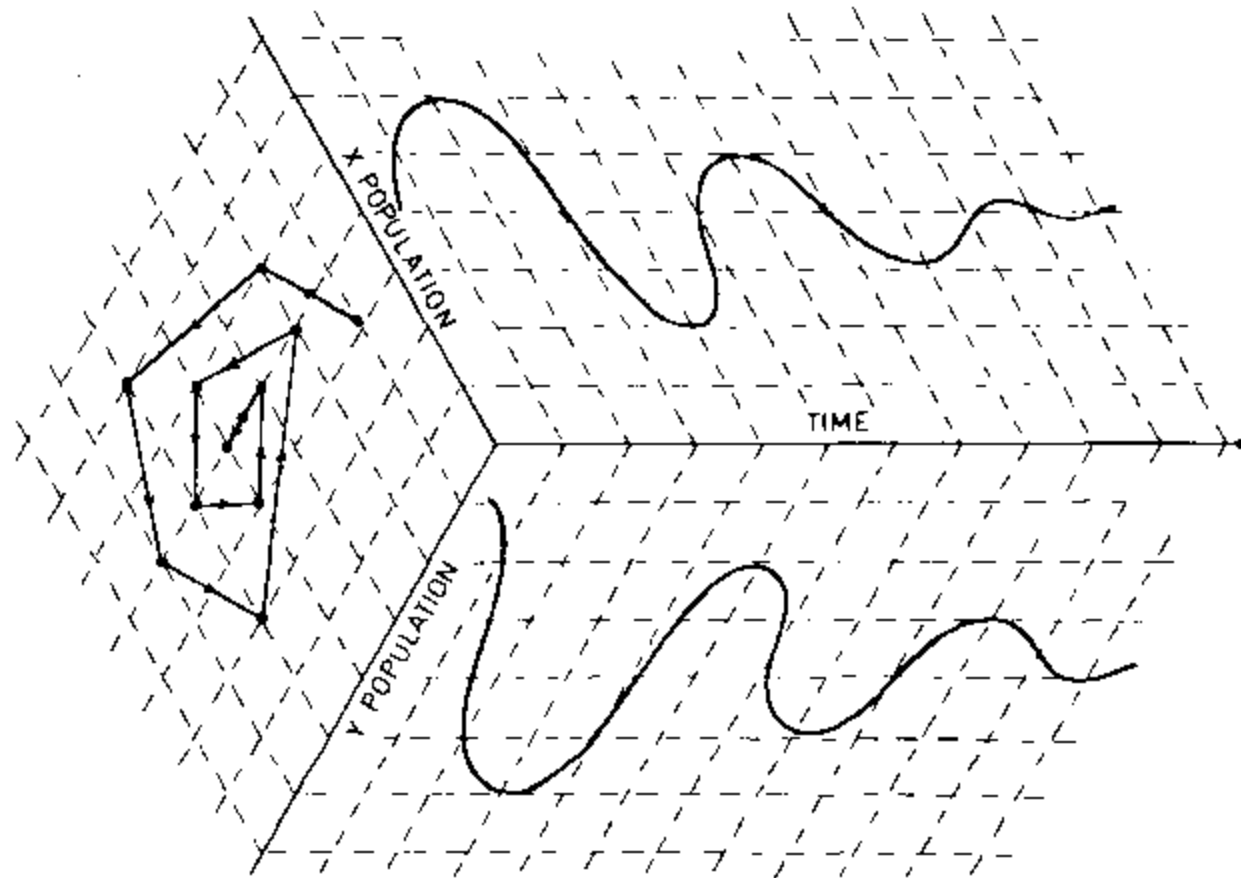


Figure 1 Derivation of a phase plane showing the changes in numbers of two populations over time.

Hoiling, C.S. 1973. RESILIENCE AND STABILITY OF ECOLOGICAL SYSTEMS. Annu. Ver. Ecol. Syst. 4:1-23.

Equilíbrio e distúrbios em Ecologia

Fogo

Seca

Enchentes

Eutrofização

Assoreamento

Ondas de calor ou frio

Poluição e contaminação (erupções vulcânicas, terremotos, etc.)

Tempestades

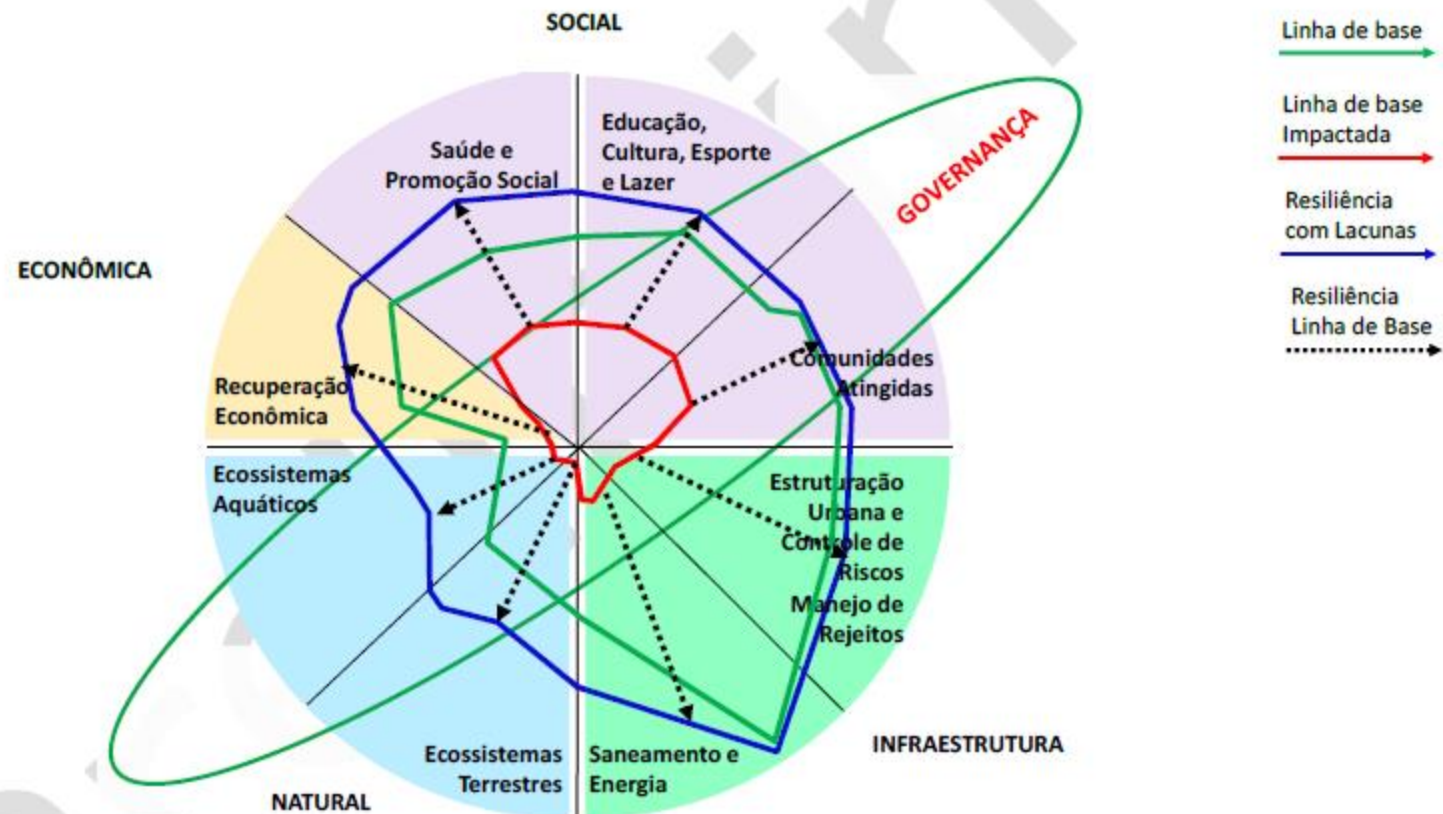
Calmarias, etc...



Distúrbios também são causados pelo homem...

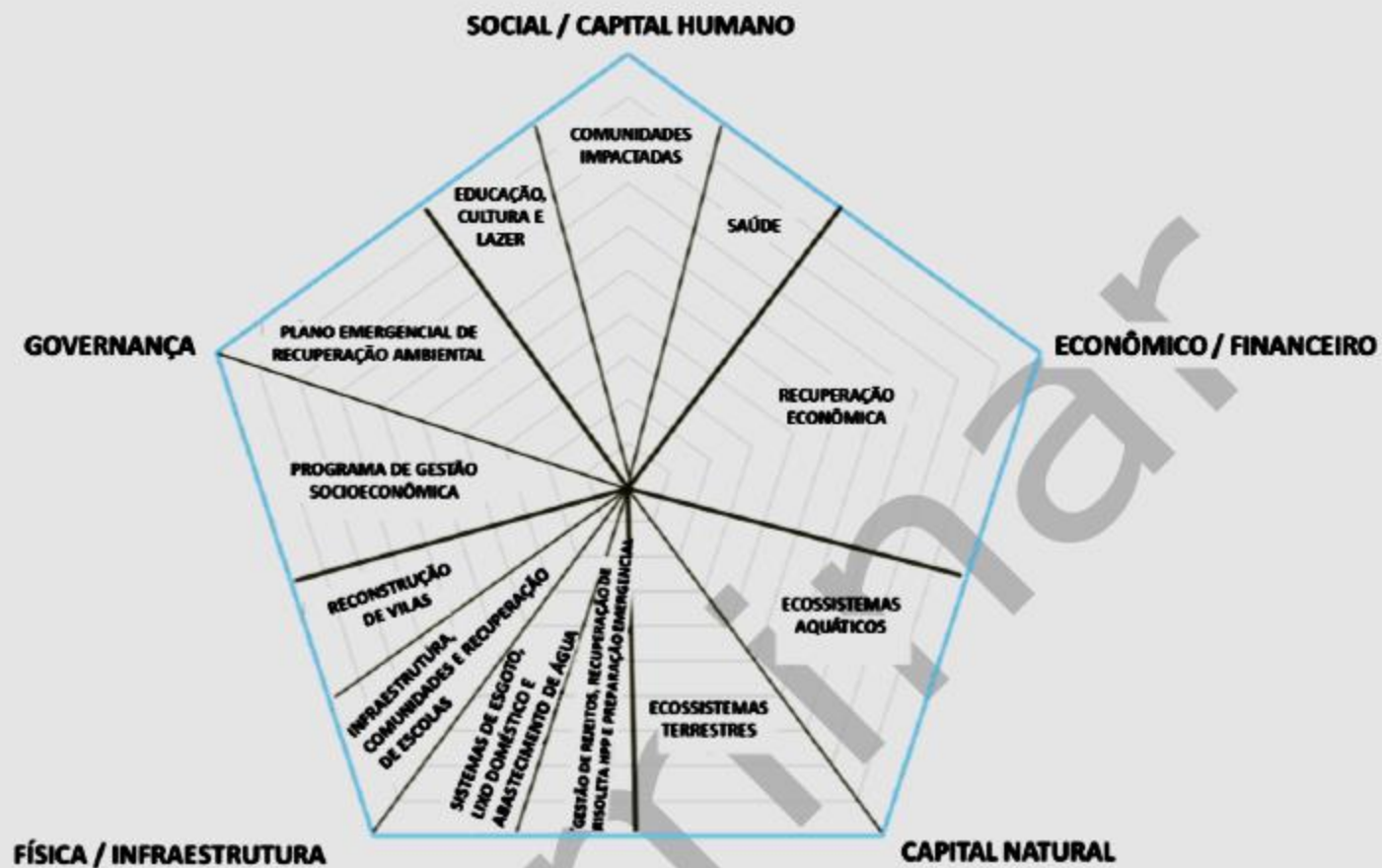


Figura 1-3: Conceito do Modelo de Resiliência



O Modelo de Resiliência é definido por **cinco dimensões** (1-Social, 2-Governança, 3-Infraestrutura, 4-Natural e 5-Econômica).

Figura 4.2-1: Modelo Conceitual de Resiliência



Quadro 4.2-1: Modelo de Resiliência – dimensões e Programas

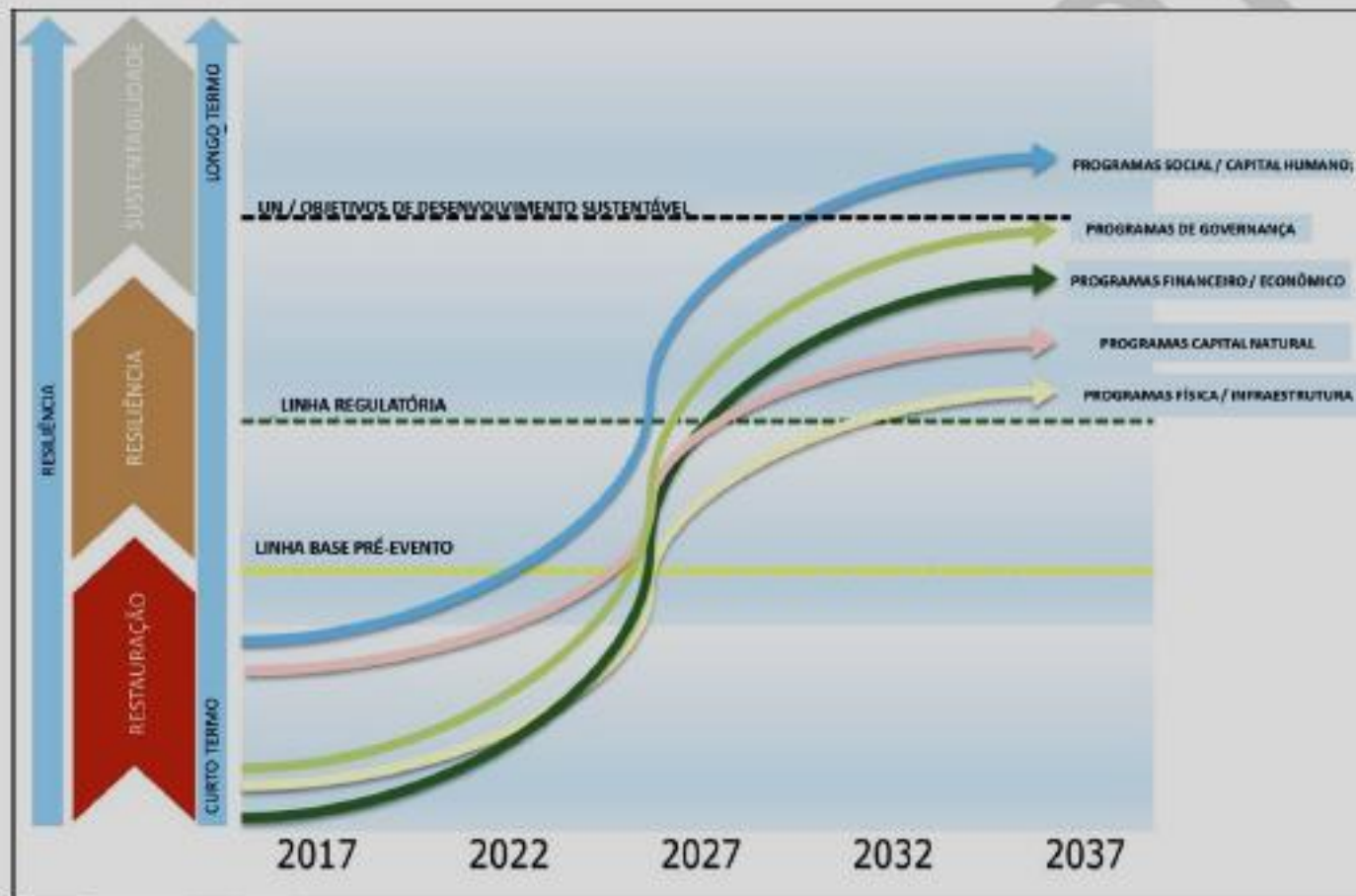
Dimensões (5)	Categorias
1-Social	Comunidades atingidas
	Saúde
	Educação, cultura, esporte e lazer
2- Econômica	Desenvolvimento e diversificação da economia regional
3- Natural	Ecossistemas terrestres
	Ecossistemas aquáticos
4- Infraestrutura	Planejamento e estruturação urbana
	Controle de riscos e
	Saneamento básico
	Gestão de rejeitos, recuperação da UHE Risoleta Neves e preparação para emergências ambientais
5- Governança	Atribuição de mandato, objetivos, metas, estratégia, gestão dos programas, incluindo comunicação, participação, diálogo e controle Social
	Gestão do plano de recuperação ambiental para as áreas da bacia hidrográficoado rio Doce e sistemas estuarinos, costeiros e marinhos.

Restauração

Resiliência

Sustentabilidade

Figura 4.2-5: Crescimento na resiliência da comunidade com base na implementação dos programas



Literatura

Hoiling, C.S. 1973. RESILIENCE AND STABILITY OF ECOLOGICAL SYSTEMS. Annu. Ver. Ecol. Syst. 4:1-23.

Bodin, P & L.B. Wiman. 2004. Resilience and other stability concepts in ecology: notes on their origin, validity and usefulness. the ESS Bulletin. 2: 33-43.



Muito Obrigado !

Ricardo Motta Pinto Coelho
Impactos Humanos em Recursos Hídricos
Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGeo
Departamento de Geociências – DGEO
Universidade Federal de São João del-Rei – UFSJ
E-mail: rpcoelho@ufsj.edu.br

Web site:

http://www.rmpcecologia.com/disciplinas/impactos/impactos_rmpc_ufsj.htm