



Bem-vindo ao
Laboratório de
Gestão Ambiental de Reservatórios

BIG 048 -Ecologia Geral Engenharia Ambiental

Aula -3 Competição

Prof. Ricardo Motta Pinto-Coelho
Departamento de Biologia Geral
ICB - UFMG



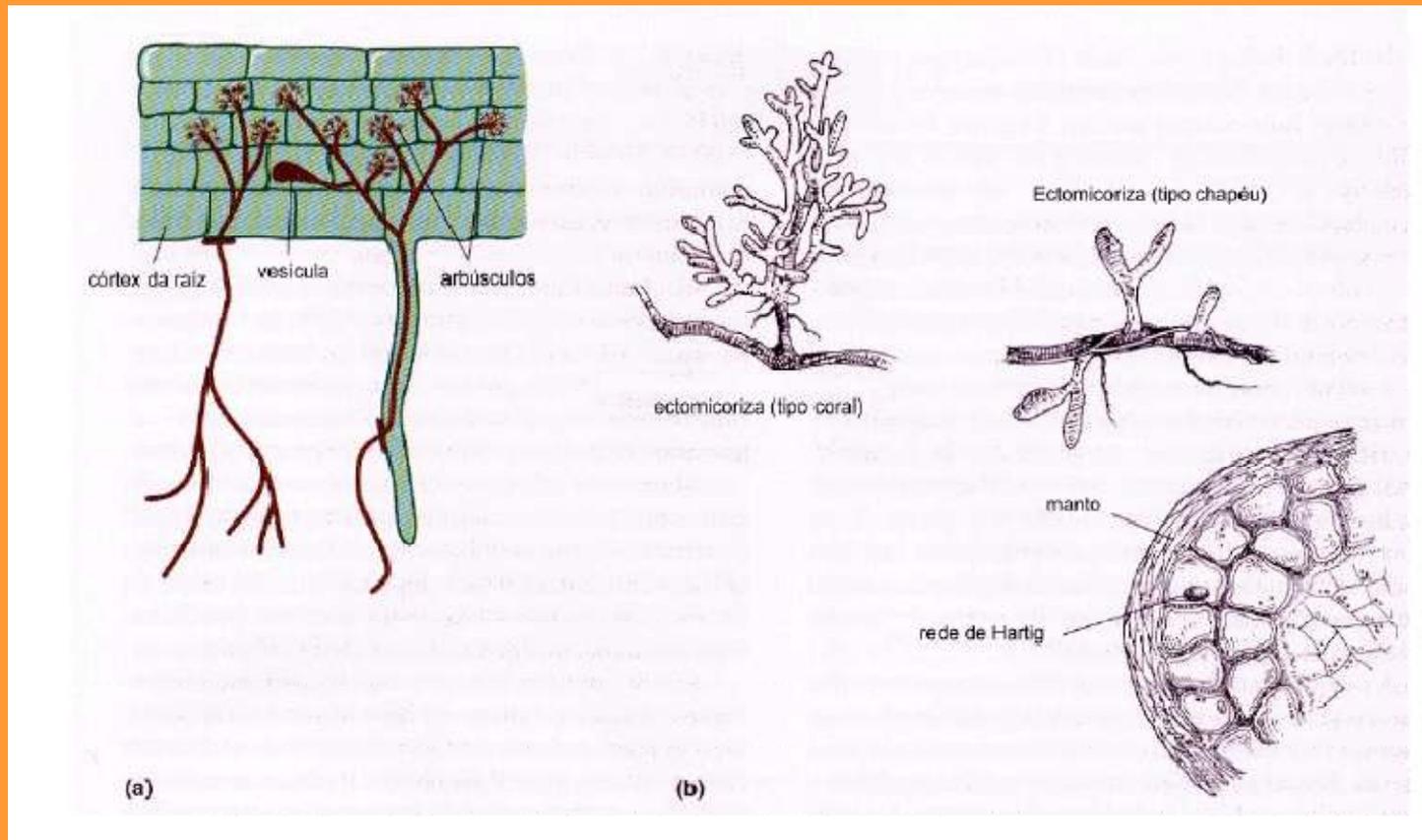
Ecologia de Populações

Interações entre as espécies

1) Introdução

As interações entre as espécies podem tanto ser classificadas com base no mecanismos de interação quanto nos efeitos que estas interações causam reciprocamente. Uma classificação dos principais tipos de interação, com base nos mecanismos de atuação destas interações, é dada a seguir:

- 1.1) competição: duas espécies usam um recurso limitante (alimento, luz, água) causando prejuízos recíprocos;
- 1.2) predação: um animal consome outro animal inteiro ou de suas partes;
- 1.3) herbivoria: um animal consome um vegetal inteiro ou alguma de suas partes (caule, folhas, frutos, flores e sementes);
- 1.4) parasitismo: associação onde o parasita depende obrigatoriamente metabolicamente de um ou mais hospedeiros para completar o seu ciclo vital;
- 1.5) doença: associação entre um parasita patogênico e um ou mais hospedeiros onde o parasita causa impacto nocivo seja em termos genéticos quanto fisiológicos, cito-histológicos ou anatômicos;
- 1.6) mutualismo: associação entre duas espécies onde pode haver ou não benefícios mútuos;
- 1.7) simbiose: associação entre duas espécies mutualísticas onde exista um claro benefício recíproco



As micorrizas fúngicas são muito comuns nas florestas tropicais e são também conhecidas como exemplos de mutualismos muitas vezes mutualismos que envolve uma relação de simbiose obrigatória. No caso das endomicorrizas, os micélios que são massas de finos filamentos de fungos, invadem as raízes das plantas e formam uma rede chamada de arbúsculo. Essas estruturas funcionam como raízes estendidas e são capazes de captar nitrogênio e fósforo a distâncias e concentrações que não seriam captadas pelo vegetal superior. As ectomicorrizas formam uma estrutura em forma de chapéu que envolve as raízes da planta. De um modo geral, as micorrizas obtêm das plantas hospedeiras a matéria orgânica necessária para o seu metabolismo e, em troca, imobilizam nutrientes limitantes em solos muito pobres, produzem reguladores do crescimento, diminuem a susceptibilidade da planta a doenças uma vez que estimulam as plantas hospedeiras a produzirem uma miríade de inibidores químicos. Na figura a seguir, ilustramos três tipos de micorrizas (extraído de Smith and Smith, 1998, pag. 218).

2) Competição

A competição e a predação são as interações que mais tem atraído a atenção dos ecólogos talvez não somente pelo fato de serem frequentemente observáveis na natureza mas sobretudo pelo poder teórico que essas relações têm para explicar toda uma série de padrões observados seja em populações seja em comunidades.

A competição por sua vez pode ser subdividida nos seguintes tipos:

2.1) competição intraespecífica: quando ocorre entre os membros de uma mesma espécie ou mais precisamente entre os membros de uma dada população vivendo numa área geográfica definida;

2.2) competição interespecífica: quando ela ocorre entre organismos pertencentes a duas espécies diferentes.

Nem sempre é fácil estabelecer se duas espécies estão ou não competindo por um determinado recurso. Wiens (1989) estabeleceu alguns critérios que estabelecem uma escala gradual de certeza para se afirmar se duas espécies estão em competição:

- a) existência de padrão biogeográfico do tipo tabuleiro de xadrez onde a presença de uma espécie em um dado local praticamente garante a ausência da outra (*checkerboard pattern*);
- b) existência de sobreposição no uso de recurso potencialmente limitante;
- c) existência de competição intraespecífica;
- d) uso do recurso por uma espécie dificulta o seu uso pela outra;
- e) uma ou mais espécies é negativamente afetada;
- f) outras hipóteses (predação?) não podem explicar satisfatoriamente os padrões biogeográficos observados.

A competição pode ainda ser subdividida de acordo com a forma em que se manifesta nos organismos:

- a) competição por recurso (*resource competition*): ocorre quando um dado número de organismos de uma dada espécie ou de espécies diferentes usam um dado recurso que esteja sendo limitante;
- b) competição por interferência ou explotativa (*contest or interference competition*) ocorre quando os organismos envolvidos na interação causam algum tipo de malefício ou prejuízo mesmo se o recurso disputado não esteja necessariamente em falta.

Existe ainda um outro tipo de competição. Em 1972, MacArthur sugeriu que a competição poderia ocorrer simultaneamente entre várias espécies que ele definiu como competição difusa. Este seria o caso de uma espécie exercer seus efeitos sobre várias outras.

A natureza do recurso limitante numa interação competitiva pode variar muito. Em plantas ele pode ser a luz, o espaço e nutrientes (freqüentemente o fósforo ou nitrogênio). Mas pode haver competição por polinizadores ou agentes dispersores, por exemplo. Entre os animais, o recurso limitante pode ser alimento, sítio de oviposição ou nidificação ou abrigo para eventuais predadores.

A competição para se manifestar não exige a presença física e simultânea dos eventuais competidores. Um animal que se alimente de uma planta durante o dia pode competir com outro que seja ativo somente à noite. Outro ponto relevante refere-se a presença da competição. A maioria dos animais que vivem ao redor de um dado organismo não é constituída por seus competidores. Assim, a competição se manifesta precisamente somente nos casos assinalados acima.

Num recife de coral, existem dezenas ou mesmo centenas de espécies de peixes vivendo lado a lado. Estes organismos são em geral muito especializados nos recursos que exploram e a maioria deles não estão em competição entre si.

O modelo de Lotka-Volterra

Diversos modelos têm sido propostos para explicar a competição entre os organismos. Um modelo considerado clássico foi proposto por Lotka (1925) nos Estados Unidos quase que simultaneamente por Volterra (1926) na Itália. Tal modelo ficou portanto reconhecido como sendo o modelo de Lotka-Volterra.

O modelo de Lotka Volterra é um modelo determinístico baseado em equações diferenciais relacionando a taxa de crescimento dos organismos competidores a dois coeficientes de competição, os alfas.

O crescimento de duas espécies (1 e 2) pode ser definido de acordo com o modelo de crescimento logístico descrito abaixo:

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 \cdot N_1 \frac{K_1 - N_1}{K_1}$$
$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 \cdot N_2 \frac{K_2 - N_2}{K_2}$$

onde:

N1 e N2: tamanho das populações das espécies 1 e 2 ;

t: tempo;

r1 e r2: taxa intrínseca de crescimento per capita das espécies 1 e 2 ;

K1 e K2: capacidades de suporte do meio ou densidades assintóticas previstas pelo modelo logístico para as espécies 1 e 2.

As duas espécies obviamente têm diferentes necessidades de recursos e para crescerem usam diferentes quantidades dos recursos disponíveis. Deste modo, uma dada quantidade de alimento que seja limitante irá proporcionar o crescimento de diferentes densidades finais das duas espécies acima consideradas. É isto o que quer dizer os diferentes K's nas equações acima.

O modelo de Lotka-Volterra propõe o uso de dois coeficientes, (alfa e beta) que na realidade tentam converter as diferenças específicas no uso dos recursos em uma unidade comum. Assim a expressão abaixo:

$$\alpha \cdot N_2 = \text{num. ind. da espécie 1}$$

onde:

alfa é o fator de conversão para expressar uma dada quantidade de indivíduos da espécie 2 em indivíduos equivalentes da espécie 1.

As equações que expressam as interações competitivas entre duas espécies pelo modelo de Lotka Volterra são as seguintes:

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 \cdot N_1 \frac{K_1 - N_1 - \alpha N_2}{K_1}$$
$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 \cdot N_2 \frac{K_2 - N_2 - \beta N_1}{K_2}$$

onde:

alfa: coeficiente de competição ou fator de conversão de indivíduos da espécie 2 em unidades equivalentes da espécie 1;

beta: coeficiente de competição ou fator de conversão de indivíduos da espécie 1 em unidades equivalentes da espécie 2.

Os demais termos são os mesmos da equação do modelo logístico para duas espécies 1 e 2.

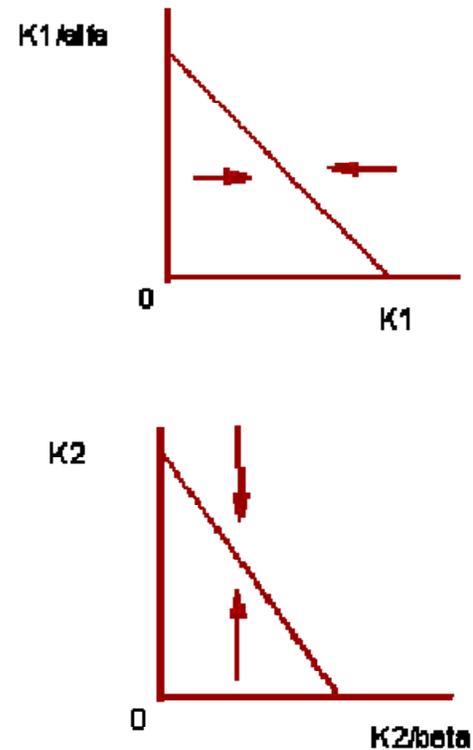
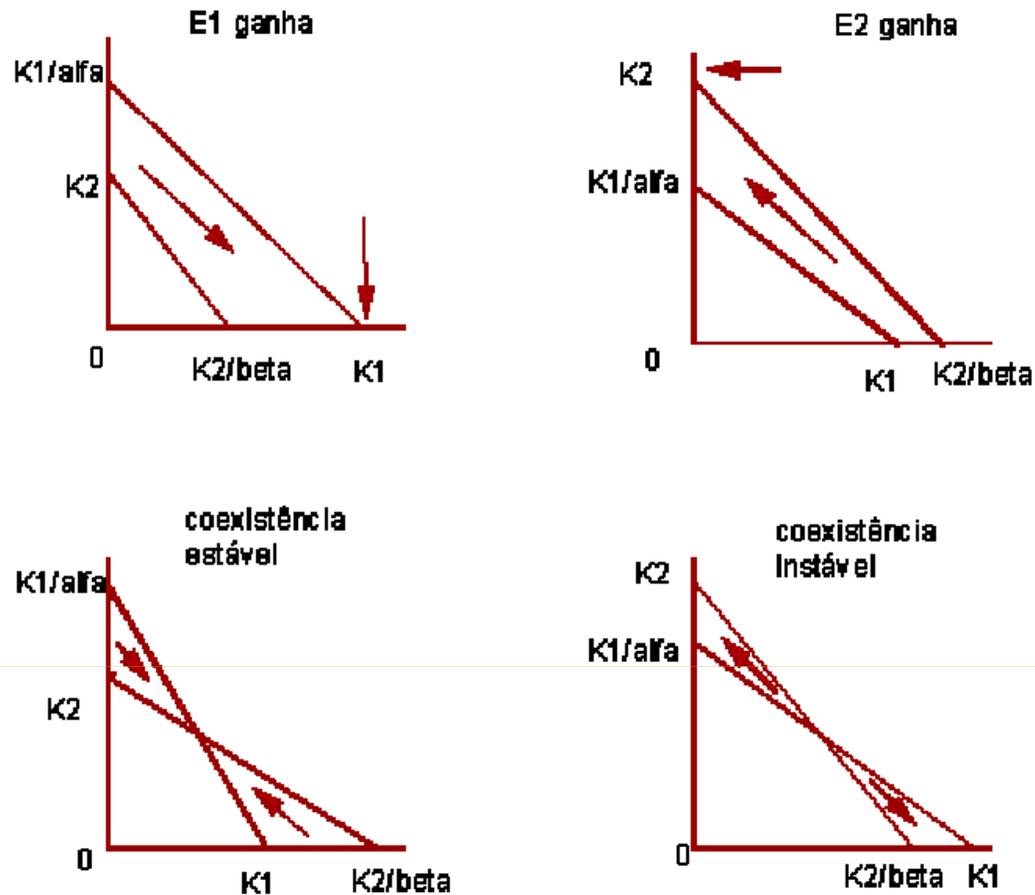


Figure 1 Isóclinas de crescimento nulo.

Estas equações podem ser graficamente expressas graficamente (Figura). As diagonais nestes gráficos indicam isóclinas onde o crescimento é nulo. Estas diagonais juntamente com as coordenadas definem espaços de crescimento positivo e negativo. Abaixo das diagonais temos crescimento positivo e acima delas crescimento negativo, ambos representados por setas.



O que aconteceria se colocássemos as duas espécies juntas? Existem três possibilidades: a) espécie 1 ganha e extingue a espécie 2; b) espécie 2 ganha e a espécie 1 vai a extinção e b) há coexistência entre ambas as espécies (Figura 2). Quando $K1$ for maior do que o equivalente em densidade da espécie 2 ($K2/\beta$) e $K2$ for menor do que o equivalente em densidade da espécie 1 ($K1/\alpha$) significa que a espécie 1 irá ganhar a competição. A espécie 2 irá ganhar no caso de $K2$ ser maior do que ($K1/\alpha$) e o equivalente em densidade da espécie 2 ($K2/\beta$) for maior do que $K1$. Haverá coexistência estável sempre que os equivalente em densidades para ambas as espécies forem maiores do que as capacidades de suporte delas. A coexistência no entanto será instável se as capacidades de suporte de ambas as espécies forem sempre maiores do que os equivalentes em densidades para ambas as espécies. A figura acima ilustra estes possíveis resultados.

O Modelo de Tilman

Uma das maiores críticas ao modelo de Lotka-Volterra refere-se ao fato de que, embora sendo um modelo confortável do ponto de vista matemático, ele não trata biologicamente a questão da competição. É um modelo do tipo caixa-preta onde não existe qualquer ênfase aos possíveis mecanismos da competição.

Tilman (1977, 1982) apresentou um modelo baseado no uso de recurso pelas espécies potencialmente competidoras. Uma das maiores vantagens do modelo refere-se a capacidade de interpretação gráfica das interações entre as espécies. Esta interpretação gráfica baseia-se nas isóclinas de crescimento nulo vistas acima que são plotadas em relação aos recursos considerados para cada uma das espécies envolvidas.

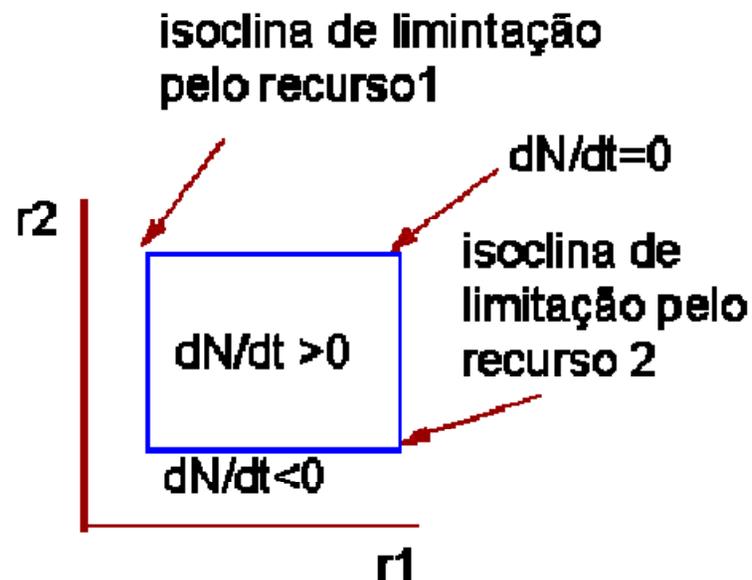


Figure 3 Isóclinas de crescimento nulo para dois recursos (r_1 e r_2).

A determinação destas isóclinas baseia-se no Modelo de Monod que por sua vez está alicerçado na cinética de Michaelis Menten. Trata-se de uma curva de saturação que relaciona a disponibilidade de um certo recurso à taxa de crescimento per capita das espécies (vide módulo adiante sobre ecologia de processos). Quando temos dois recursos (r_1 e r_2) são definidas duas isóclinas que por sua vez definem no gráfico r_1 versus r_2 duas regiões distintas: a) uma região onde existe o crescimento da espécie ($dN/dt > 0$) e b) outra região onde o crescimento da espécie é negativo ($dN/dt < 0$). O crescimento é nulo sobre as linhas das isóclinas (Figura).

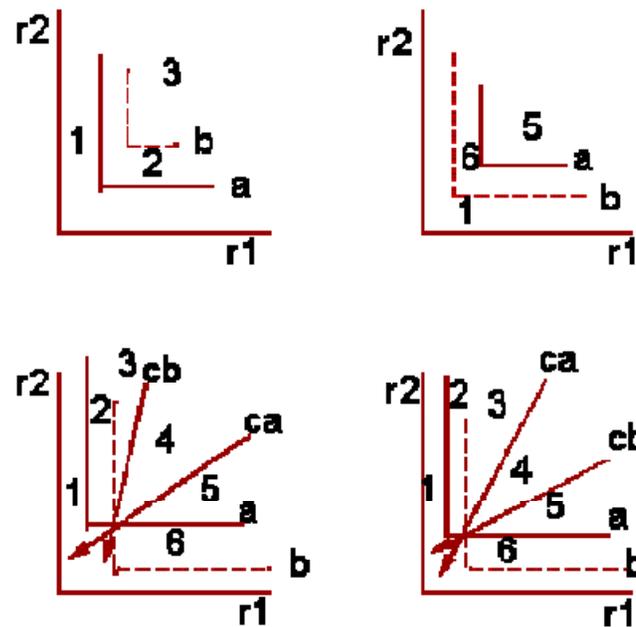


Figure 4 Resultados de interações competitivas pelo modelo de Tilman.

O resultado da interação competitiva entre duas espécies pelo modelo de Tilman baseia-se na posição relativa das isóclinas das espécies para os recursos considerados (Figura 4). A figura acima ilustra as diferentes possibilidades da interação competitiva entre duas espécies para dois diferentes recursos. As diferentes regiões do gráfico estão numeradas e significam o seguinte:

- 1) área onde nenhuma das espécies pode sobreviver;
- 2) área onde apenas a espécie A sobrevive;
- 3) área onde a espécie A ganha a competição;
- 4) área de coexistência (estável ou instável);
- 5) área onde a espécie B ganha a competição;
- 6) área onde apenas a espécie B pode sobreviver.

O tipo de equilíbrio na região (4) poderá ser estável ou instável. Isto irá depender basicamente dos vetores indicando as taxas de consumo dos recursos para as espécies (C_a e C_b).

O modelo de Tilman reúne algumas importantes características. Em primeiro lugar ele opera sob condições de equilíbrio dinâmico; em segundo lugar ele apresenta uma boa fundamentação biológica o que não é o caso do modelo de Lotka-Volterra e, em consequência, ele já foi verificando experimentalmente (Lampert & Sommer, 1993).

