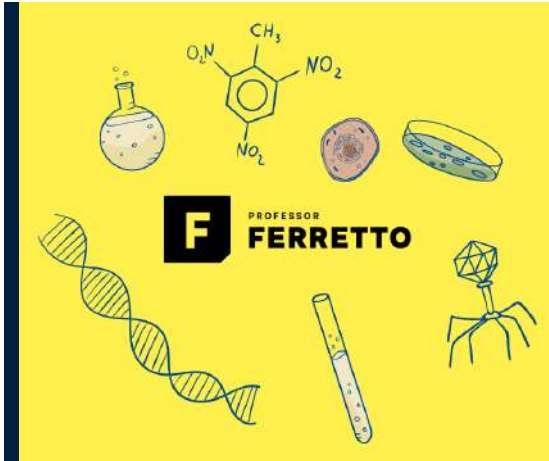


Biologia

PROFESSOR FLÁVIO LANDIM

DINÂMICA DAS POPULAÇÕES



ASSUNTOS DA AULA.

Clique no assunto desejado e seja direcionado para o tema.

- [Potencial biótico e resistência do meio ambiente](#)
- [Curva normal de crescimento de uma população: Curva sigmoide ou "em S"](#)
- [Curva de crescimento "em J"](#)
- [Espécies "R" estrategistas e espécies "K" estrategistas](#)
- [Crescimento da população humana](#)
- [Análise do crescimento populacional](#)
- [Fatores limitantes abióticos](#)
- [Fatores limitantes bióticos](#)
- [Predação](#)
- [Parasitismo](#)
- [Controle Biológico](#)

O tamanho de cada população em uma comunidade deve permanecer aproximadamente constante ao longo do tempo, de maneira que este tamanho seja compatível com os recursos naturais de alimento e espaço disponível para esta comunidade. Alterações no tamanho de uma população podem levar a alterações tanto no meio abiótico como nos fatores bióticos, como o esgotamento de recursos naturais, competição e extinção de populações.

A **dinâmica das populações** é a parte da ecologia que estuda os fenômenos relacionados à regulação do tamanho das populações de uma comunidade. Esses fenômenos são então essenciais à manutenção do equilíbrio dos ecossistemas. Este equilíbrio não é estático, havendo mortes e nascimentos ao longo do tempo. Daí o termo "dinâmica".

POTENCIAL BIÓTICO E RESISTÊNCIA DO MEIO AMBIENTE

O **potencial biótico** de uma população corresponde à sua capacidade potencial de aumentar seu número de indivíduos em condições ideais, isto é, sem que haja nada para impedir este crescimento. Em outras palavras, o potencial biótico é a capacidade máxima de crescimento de uma população, sendo constante para tal população e dependendo somente das características da população, não sofrendo influência do meio, uma vez que esse potencial biótico já é colocado como um valor hipotético que ocorreria em um ambiente hipotético sem condições que limitasse o crescimento.

Por exemplo, o evolucionista Charles Darwin calculou que, se todos os descendentes de um casal de elefantes sobrevivessem e se reproduzissem, e se todos os descendentes dos descendentes do casal inicial sobrevivessem e se reproduzissem, repetindo-se o processo por 750 anos, haveria 19 milhões de elefantes, todos descendentes do mesmo casal inicial. Isto levando em consideração que a gestação do elefante é bastante demorada e que nasce apenas um filhote a cada gestação! (É muita falta do que fazer para alguém fazer essa conta...)

Da mesma maneira, uma mosca doméstica produz 120

ovos por postura, sendo que metade de cada sexo. Considerando que há sete gerações de moscas por ano, se todos os descendentes sobrevivessem a partir da fêmea inicial, haveria ao fim de um ano o absurdo número de 6.182.442.727.320 moscas!!! (A propósito, para quem tem dificuldade com números grandes, esse número escrito aí é um pouco mais de 6 trilhões!!!)

Alguns organismos possuem potencial biótico mais elevado ainda. As ostras produzem um milhão de ovos a cada postura. Se forem analisadas espécies de bactérias, o potencial biótico chega a números inimagináveis: A bactéria *Escherichia coli* em meio adequado, divide-se a cada vinte minutos. Nesse ritmo, se nada impedisse seu aumento numérico, em 36 horas, a partir de um único indivíduo, cada palmo da superfície da Terra estaria coberta por uma camada contínua deste organismo!!!

Estas contas, entretanto, devem levar ao seguinte raciocínio: apesar deste alto potencial biótico, as populações de elefantes e moscas não crescem tão rapidamente, aliás, tendem a permanecer constante ao longo do tempo, não havendo 19 milhões de elefantes ou 6 trilhões de moscas ao fim dos tempos analisados.

Este alto potencial biótico é necessário a todos os seres vivos, uma vez que muitos dos indivíduos de uma população acabam morrendo por fatores como falta de alimento, falta de espaço, competição, predatismo etc, chamados em conjunto de **resistência do meio ambiente**. A falta de espaço, por exemplo, faz com que indivíduos fiquem mais expostos ao ataque de predadores naturais ou fenômenos climáticos como tempestades.

Tome nota:

Assim, pode-se notar que, na natureza, o número de descendentes produzidos por um casal é enormemente maior do que o número de indivíduos que o ecossistema efetivamente suportaria para compensar a resistência do meio. Por exemplo, tartarugas produzem centenas de ovos, sendo que de cada 100 ovos que eclodem, apenas 2 deles terão suas tartaruguinhas chegando à idade adulta; os demais são eliminados pela resistência ambiental. Observe que se apenas os dois ovos fossem produzidos, a probabilidade de estes dois ovos serem eliminados logo pela resistência do meio seria muito grande, que levaria à extinção da população de tartarugas na área.

O grande número de descendentes apresenta-se também como uma **vantagem evolutiva**: quanto mais descendentes, maior o número de indivíduos com alguma variação por mutações, o que significa que são maiores as chances de aparecer uma nova característica favorável à população que aumente sua capacidade de adaptação.

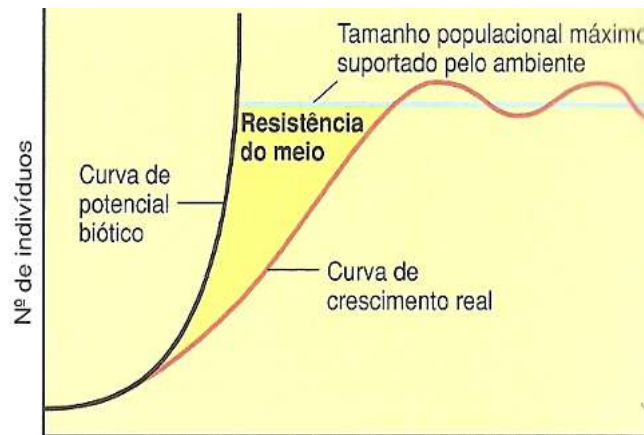
Os principais fatores reguladores do tamanho das populações são os próprios fatores de resistência ambiental.

É importante notar que o termo **potencial biótico** não diz respeito apenas à **taxa de reprodução**, mas também à possibilidade de:

- migrar para *habitats* semelhantes;
- invadir novos *habitats*, diferentes dos originais;
- apresentar mecanismos de defesa contra predadores e parasitas;
- resistir a condições desfavoráveis de clima e suprimento alimentar e doenças.

CURVA NORMAL DE CRESCIMENTO DE UMA POPULAÇÃO: CURVA SIGMOIDE OU “EM S”

A curva de crescimento populacional mais comum é a curva sigmoide ou “em S”, como a representada a seguir:



Nela, temos que:

- **potencial biótico** é a capacidade máxima de crescimento de uma população em condições ideais, o que não ocorre na natureza;
- **resistência do meio** é o conjunto de fatores limitantes do crescimento, como disponibilidade de água, alimento e espaço e inimigos naturais, que impedem que o potencial biótico se expresse e fazem com que ocorra o crescimento real;
- **curva de crescimento real** é a curva que representa o crescimento da população já com a influência da resistência do meio, a qual tende a um equilíbrio quando se aproxima da capacidade de suporte;
- **tamanho populacional máximo** ou **carga biótica máxima** ou **capacidade de suporte** é o número máximo de indivíduos daquela espécie que o meio consegue suportar.

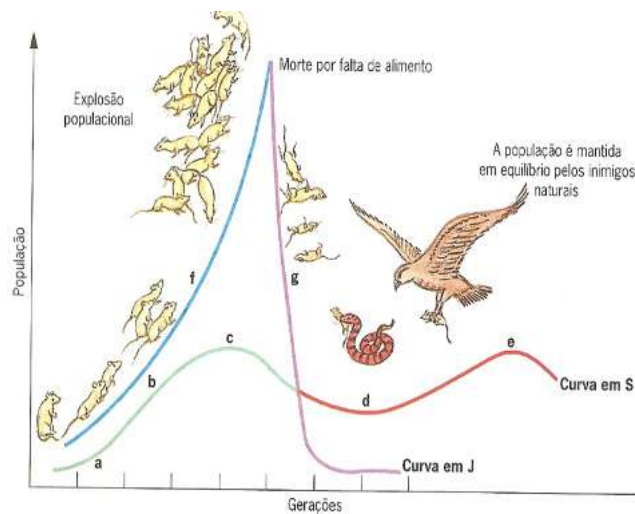
Este gráfico apresenta três regiões:

- Quando uma população inicia a colonização de um ambiente propício ao seu desenvolvimento, verifica-se que o **crescimento inicial é lento**, pois há pequeno número de indivíduos, e conseqüentemente, poucos indivíduos para se reproduzir, de modo que a taxa de reprodução é pequena.
- À medida que aumenta o número de organismos, a taxa de reprodução também aumenta. Com isso, **o crescimento da população aumenta, passando a ocorrer de modo exponencial**. Esta região representa o potencial biótico da população: caso não haja fatores controladores do crescimento, ou seja, os fatores de resistência ambiental, o crescimento seguiria a curva exponencial indefinidamente.
- No entanto, à medida que a população cresce, aumenta a resistência ambiental, reduzindo o crescimento populacional. Isso ocorre até que se estabeleça um equilíbrio entre a resistência ambiental e o crescimento da população. A partir de então, tem-se uma população cujo tamanho é máximo para aquele ambiente, em função da resistência do meio; a população assume um tamanho constante e o crescimento é nulo. Pequenas oscilações podem ocorrer, entretanto, em torno desse tamanho de população.

CURVA DE CRESCIMENTO “EM J”

Algumas populações apresentam um padrão de crescimento populacional diferente em algumas situações particulares, originando uma curva “em J”.

Na **curva em J**, por algum motivo, os inimigos naturais da população (no exemplo citado de ratos) não estão presentes. Em outras palavras, alguns dos fatores de resistência ambiental foram eliminados. O número de ratos aumenta de forma extremamente rápida (de maneira exponencial, expressando ao máximo o potencial biótico pela eliminação da resistência do meio ambiente). Fala-se então em **explosão populacional**. Uma consequência mostra-se inevitável: o alimento disponível é consumido cada vez mais depressa, já que a população está aumentando rapidamente. Logo se chega ao limite da capacidade do ambiente: uma vez esgotado o alimento, os indivíduos começam a morrer de fome ou por doenças causadas pela desnutrição. A população então decresce rapidamente, podendo inclusive chegar a um ponto em que não recupere mais. O crescimento em J é típico de populações em que houve a interferência do homem, quando elimina, por exemplo, alguns predadores da cadeia alimentar.

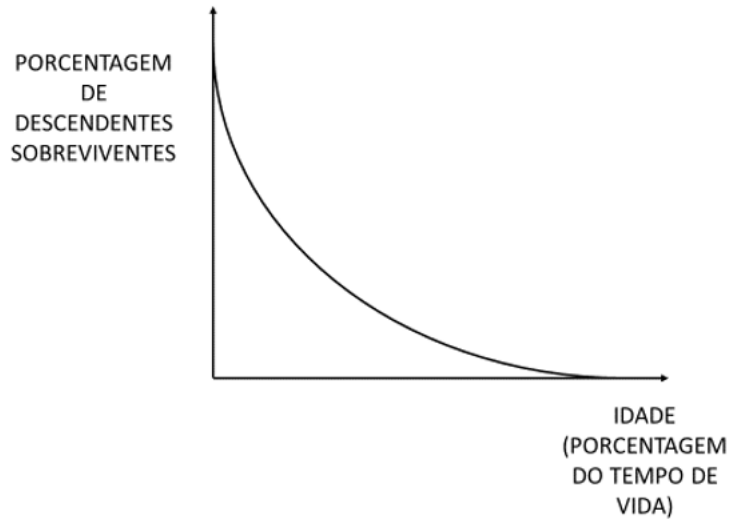


Na curva em S, fatores limitantes agem para manter a população em equilíbrio, ao contrário da curva em J, onde o crescimento acelerado leva a uma superpopulação, que então decresce bruscamente devido à falta de alimento.

ESPÉCIES “R” ESTRATEGISTAS E ESPÉCIES “K” ESTRATEGISTAS

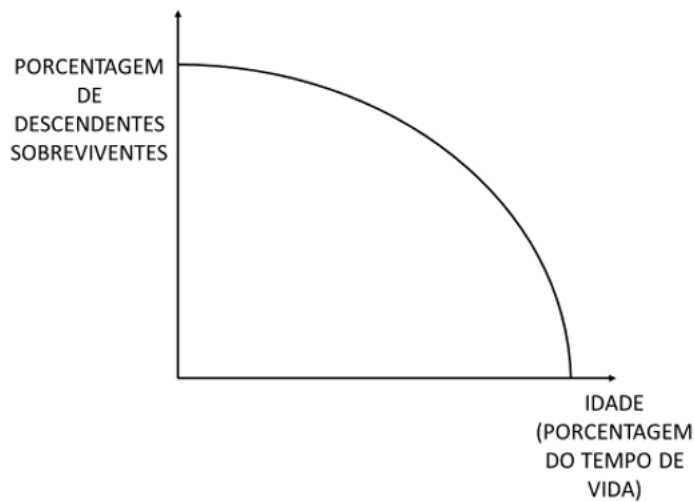
O termo “r” em dinâmica das populações descreve o **crescimento da população**, enquanto que o termo “K” descreve a **capacidade de suporte** para tal população num determinado meio. Baseando-se nessa terminologia, pode-se verificar duas estratégias mais comuns de crescimento populacional nos seres vivos.

As **espécies “r” estrategistas** produzem um elevado número de descendentes a cada ciclo reprodutivo, ainda que cada um tenha poucas chances individuais de sobreviver até à idade adulta; em outras palavras, existe uma alta taxa de natalidade, mas também uma alta taxa de mortalidade nos momentos iniciais da vida, não havendo, normalmente, cuidado parental da prole. São espécies cujos indivíduos são geralmente de pequenas dimensões e com pequenas necessidades metabólicas, de modo que mesmo pequenas disponibilidade de espaço, água e alimento já são suficientes para a população crescer. Assim, em espécies “r” estrategistas, o fator limitante ao crescimento é o próprio potencial biótico, ou seja, a própria taxa de crescimento, uma vez que as condições ambientais não são fatores limitantes. Insetos em geral, por exemplo, tendem a ser “r” estrategistas.



Porcentagem de descendentes sobreviventes em função do tempo de vida em espécies "r" estrategistas.

As **espécies "K" estrategistas** produzem um pequeno número de descendentes a cada ciclo reprodutivo, sendo que cada um tem muitas chances individuais de sobreviver até à idade adulta; em outras palavras, existe uma baixa taxa de natalidade, mas também uma baixa taxa de mortalidade nos momentos iniciais da vida, havendo, normalmente, cuidado parental da prole. São espécies cujos indivíduos são geralmente de grandes dimensões e com grandes necessidades metabólicas, de modo que precisam de grandes disponibilidade de espaço, água e alimento, tendo que enfrentar intensa competição por tais recursos para sobreviver. Assim, em espécies "K" estrategistas, o fator limitante ao crescimento é o ambiente, ou seja, a capacidade de suporte do ambiente em relação a tal população. Mamíferos de grande porte, por exemplo, tendem a ser "K" estrategistas.



Porcentagem de descendentes sobreviventes em função do tempo de vida em espécies "K" estrategistas.

Tome nota:

CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO HUMANA

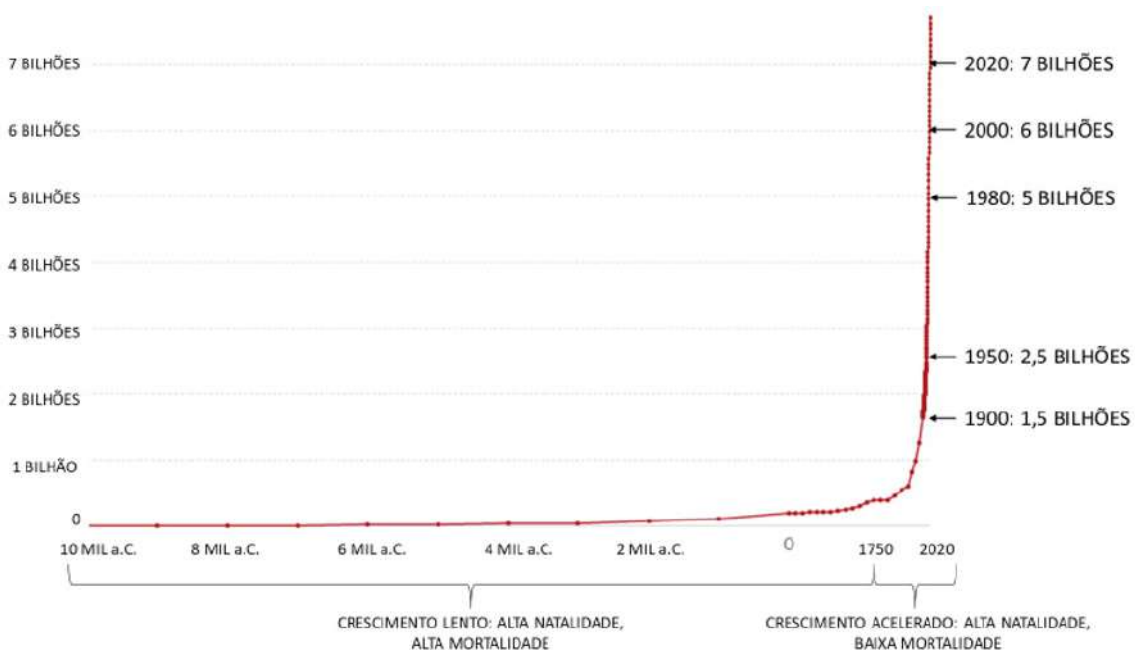
Até meados do século XVIII, a população humana tinha um crescimento razoavelmente pequeno, uma vez que a resistência ambiental era alta, o que levava a uma alta taxa de mortalidade para contrabalançar uma taxa de natalidade também muito alta. Para se ter ideia, a expectativa de vida na Idade Média era de algo em torno de 35 anos apenas!

Com o advento da **Revolução Industrial**, em meados do século XVIII, o avanço tecnológico permitiu uma queda enorme nas taxas de mortalidade, mantendo altas as taxas de natalidade, o que resultou num crescimento exponencial da população humana a partir deste momento histórico. Com a Revolução Industrial, as taxas de mortalidade diminuem principalmente devido a fatores como:

- **avanços na Medicina**, advindos principalmente com a Teoria dos Germes de Pasteur em meados do século XIX, que permitiu a compreensão de que a maioria das doenças têm origem em microorganismos, lançando as bases para a Medicina moderna, como a prática de assepsia e o desenvolvimento de soros, vacinas e antibióticos;
- **saneamento básico**, com sistemas de coleta de esgoto e tratamento de água, reduzindo as mortes por doenças de transmissão oral-fecal, que estão entre as principais causas de mortalidade infantil;
- **aumento na produção de alimentos** devido a novas técnicas de irrigação e mecanização da agricultura, bem como à **Revolução Verde** do pós 2ª Guerra com o desenvolvimento de pesticidas (como inseticidas e herbicidas), sementes híbridas geneticamente melhoradas e fertilizantes nitrogenados artificiais.

Como resultado, além do aumento no crescimento populacional, a expectativa de vida na população humana aumentou também consideravelmente, chegando a 80 anos em alguns países ricos, e podendo chegar a 130 anos nos próximos anos segundo previsões de especialistas.

Em 2020, a população humana na Terra apresenta cerca de 7 bilhões de habitantes.



Crescimento da população humana desde seu surgimento até os dias de hoje.

O ritmo de crescimento da população humana tem caído nos últimos anos. Por exemplo, nos anos 1990, calculava-se que a população humana em 2070 poderia chegar próximo de 20 bilhões de habitantes. Felizmente, devido a essa redução no ritmo de crescimento, as previsões atuais falam em **9 bilhões de habitantes em 2050** e entre **10 e 11 bilhões de habitantes em 2100, se estabilizando a partir de então**.

Essa redução no ritmo de crescimento da população humana é importante para garantir a qualidade de vida das populações, uma vez que muitos recursos necessários para a manutenção das populações humanas são limitados e não

renováveis, ou de difícil renovação, sendo que se calcula que a **carga biótica máxima** para a espécie humana na Terra esteja entre **4 e 13,5 bilhões de habitantes**, ou seja, para alguns estudiosos do assunto, a espécie humana já atingiu sua capacidade de suporte na Terra, mas, para a maioria deles, ainda há espaço para o crescimento da população humana.

De qualquer forma, o **controle de natalidade** é fundamental para garantir um crescimento sustentável da população humana.

Taxa de Fecundidade ou de Fertilidade

A **taxa de fecundidade ou de fertilidade** é o número médio de filhos por mulher ao longo da vida. A **taxa de reposição** é a taxa de fertilidade para que uma população se mantenha constante, sendo de **2,1 a 2,2**, ou seja, se cada mulher tiver entre esse número médio de filhos ao longo da vida, a tendência é que a população humana se mantenha estabilizada, afinal, se um casal tem dois filhos, quando os dois pais no casal morrem, são substituídos pelos dois filhos gerados, sendo a fração 0,1 a 0,2 para compensar mortes de crianças ainda na infância. Se o casal tiver menos filhos que a taxa de reposição, a tendência é que a população envelheça e diminua, e se o casal tiver mais filhos que a taxa de reposição, a tendência é que a população aumente de tamanho.

Em todo o mundo, a taxa de fecundidade tem caído, inclusive, em várias regiões, abaixo da taxa de reposição, o que indica uma população humana envelhecendo e se aproximando da estabilidade populacional.

No Brasil, por exemplo, a taxa de fertilidade vem caindo, de cerca de 6 em 1960, para cerca de 4 em 1980, para 2,5 em 2000 e 1,7 em 2020, ou seja, abaixo da taxa de reposição. Em termos globais, a taxa de fertilidade é de cerca de 2,5 apenas pouco acima da taxa de reposição.

Pirâmides Etárias

Em termos globais, existe grande diferença no comportamento dos vários países em relação ao crescimento populacional.

Nos **países ricos (desenvolvidos) em geral e em alguns países em desenvolvimento**, as **taxas de natalidade** têm **diminuído muito** nos últimos anos, e também as **taxas de mortalidade** têm **diminuído muito**, de modo que o **crescimento populacional** tem **diminuído muito**, chegando a ser negativo em alguns países europeus, que estão apresentando populações cada vez mais envelhecidas.

Nos **países pobres (em desenvolvimento) em geral**, as **taxas de natalidade** têm se mantido **bastante elevadas**, apesar de apresentarem ligeira diminuição nos últimos anos, e as **taxas de mortalidade** têm **diminuído**, apesar de que menos que nos países ricos, de modo que o **crescimento populacional** tem **diminuído**, apesar de ainda muito elevado, com predomínio de populações jovens.

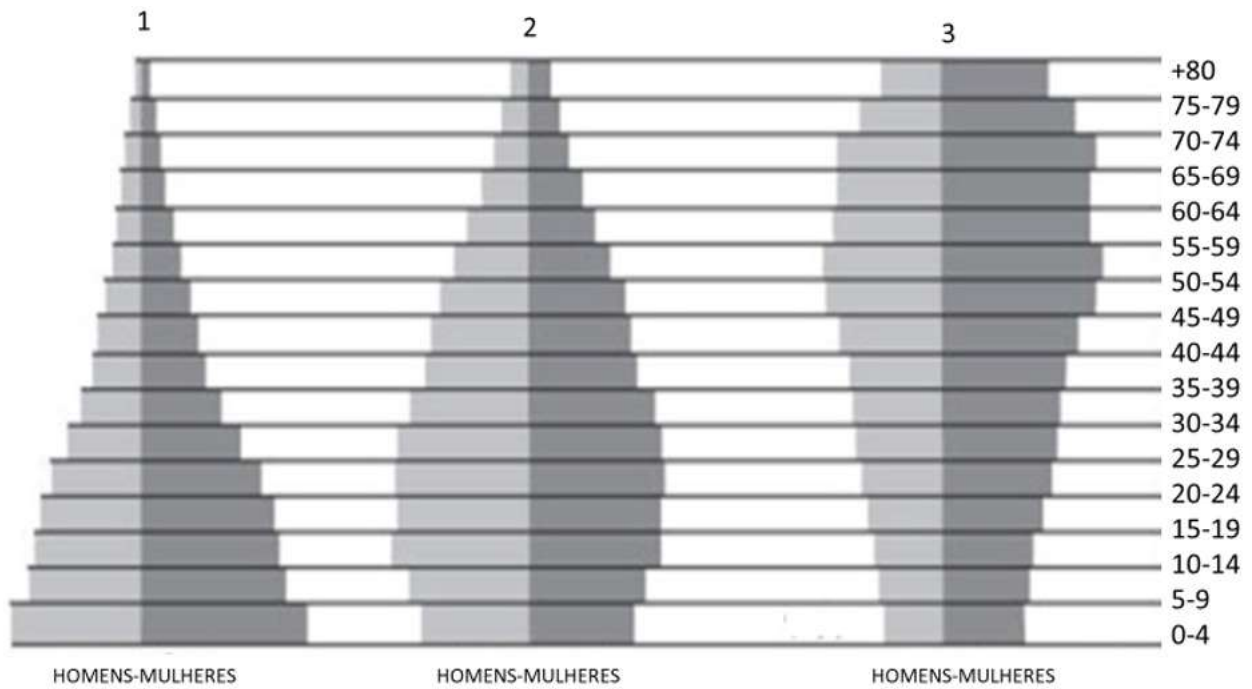
Essas situações podem ser representadas por **pirâmides etárias**, que apresentam a distribuição das populações por faixa etária (de idade) e sexo.

Os três padrões de pirâmides etárias podem ser observados abaixo:

- Em 1, **pirâmide etária típica de populações jovens**, com **base larga**, com predomínio de indivíduos jovens, o que demonstra alta taxa de natalidade, e **ápice estreito**, com poucos indivíduos em idade avançada. Ocorre em populações em início de crescimento.

- Em 2, **pirâmide etária típica de populações maduras**, com **base e ápice estreitos e região intermediária larga**, o que demonstra predomínio de indivíduos adultos. Ocorrem em populações estáveis.

- Em 3, **pirâmide etária típica de populações velhas**, com **base e região intermediária estreitos e ápice largo**, o que demonstra predomínio de indivíduos em idade avançada. Ocorrem em populações em declínio.



Pirâmides etárias.

Apesar de classicamente utilizadas para representar populações humanas, as pirâmides etárias podem ser usadas para representar populações de outros seres vivos também.

ANÁLISE DO CRESCIMENTO POPULACIONAL

O crescimento de uma população depende de dois conjuntos de fatores: um que contribui para o **aumento da população**, do qual fazem parte a **taxa de natalidade** e a **número de imigração**; e outro que contribui para a **diminuição da população** do qual fazem parte a **taxa de mortalidade** e a **taxa de emigração**. O modo como esses fatores interagem determina se e como o crescimento da população sofre variação.

Taxa de Natalidade, Taxa de Mortalidade e Índice de Crescimento

A **taxa de natalidade (TN)** corresponde à velocidade com que novos indivíduos são adicionados à população, por meio da reprodução. A **taxa de mortalidade (TM)** corresponde à velocidade com que indivíduos são eliminados da população, por morte. Em ambas as taxas o fator tempo é importante.

Em populações naturais, em geral, a taxa de mortalidade é mais alta em populações com alta taxa de natalidade. Uma população de ostras, por exemplo, produz milhares de ovos em cada estação reprodutiva, mas, dentre estes, apenas alguns formam indivíduos que atingem a idade adulta ou reprodutiva. Nos grandes mamíferos, entretanto, a taxa de natalidade é menor do que as obtidas em populações de ostras, mas a taxa de mortalidade também é menor.

$$TN = \frac{\text{Número de indivíduos nascidos numa população/ano}}{\text{Número de indivíduos total na população}}$$

$$TM = \frac{\text{Número de indivíduos mortos numa população/ano}}{\text{Número de indivíduos total na população}}$$

Cada uma dessas taxas, isoladamente, diz pouco sobre o crescimento da população. Para isso, deve-se calcular seu **índice de crescimento ou índice relativo (IC)**, assim definido:

$$\text{IC} = \text{Taxa de natalidade (TN)} / \text{Taxa de mortalidade (TM)}$$

- Quando a taxa de natalidade é alta e a de mortalidade é baixa, a população está crescendo e o índice de crescimento é maior que 1.

- Por outro lado, quando a taxa de mortalidade é mais alta que a taxa de natalidade, a população está diminuindo e o índice é menor que 1.

- Em países desenvolvidos, a taxa de natalidade e a de mortalidade da espécie humana se aproximam, daí resultando um índice de crescimento próximo de 1, não havendo crescimento (população constante).

Taxa de Imigração e Taxa de Emigração

Correspondem, respectivamente, ao número de indivíduos que entram e que saem de uma população, por unidade de tempo. Esses dois mecanismos correspondem à **dispersão** ou à migração dos organismos. Certas populações animais apresentam migrações em função das estações do ano, **sazonalmente**.

Taxa de Imigração

$$(TI) = \frac{\text{Número de indivíduos que entram numa população/ano}}{\text{Número de indivíduos total na população}}$$

Taxa de Emigração

$$(TE) = \frac{\text{Número de indivíduos que saem numa população/ano}}{\text{Número de indivíduos total na população}}$$

CRESCIMENTO TOTAL

O crescimento total corresponde à soma dos fatores que levam ao crescimento populacional (TN e TI) menos a soma dos fatores que levam à diminuição da população (TM e TE).

$$\text{Crescimento total} = (TN + TI) - (TM + TE)$$

DENSIDADE

A densidade corresponde ao número de indivíduos de uma população em uma determinada área ou volume.

$$\text{Densidade} = \text{número de indivíduos} / \text{unidade de espaço ocupado}$$

A densidade de uma população é mais importante que o tamanho dela em si, uma vez que a densidade se refere à quantidade de recursos e espaço disponível para aquela população. Uma população enorme em um espaço proporcionalmente maior acaba não encontrando dificuldades de adaptação ao ecossistema.

FATORES LIMITANTES ABIÓTICOS

Algumas experiências foram realizadas nos Estados Unidos por **John Calhoun** que trabalhava com populações de camundongos. Estas experiências mostraram o papel de dois fatores no controle das populações: quantidade de alimento/água e espaço.

- **Alimento e espaço limitado:** Camundongos confinados em viveiros recebiam uma quantidade fixa de alimentos, diariamente. No início, a população cresceu, porém, quando a ração de alimento tornou-se insuficiente, levou-se a **uma queda na taxa de natalidade**, estabilizando-se a população.

- **Alimento limitado e espaço ilimitado:** Camundongos foram instalados no porão de um edifício, sem estarem, no entanto, confinados. Uma ração diária de 250g de alimento era-lhes fornecida. A população cresceu até um certo ponto, estabilizando-se depois. No entanto, continuavam a nascer camundongos, nada indicando que a taxa de natalidade houvesse diminuído. Em contrapartida, muitos camundongos foram encontrados nos andares superiores do edifício. Isso evidencia que, nessa experiência, a escassez de alimento havia provocado **um aumento na taxa de emigração**; na experiência anterior, a mesma falta de alimento havia levado a uma diminuição da natalidade. Você verifica assim que dois mecanismos diferentes (emigração e diminuição da natalidade) levaram ao mesmo resultado, ou seja, uma estabilização no tamanho da população.

- **Alimento ilimitado e espaço limitado:** Numa terceira experiência, forneceu-se alimento em excesso a animais aprisionados em viveiros e, portanto, impedidos de emigrarem. Logo se chegou a uma situação de superpopulação. A taxa de natalidade não havia caído; no entanto os cuidados dispensados à prole pelas fêmeas diminuíram muito, a taxa de mortalidade das crias aumentou. Além disso, perseguições aos companheiros e lutas também aumentaram, verificando-se até mesmo canibalismo. Percebe-se, neste caso, que o fator limitante era o espaço e não mais o alimento. E o mecanismo que regulou o tamanho da população foi **o aumento da taxa de mortalidade**.

FATORES LIMITANTES BIÓTICOS

A regulação do tamanho das populações é feita por vários fatores, abióticos e bióticos. Um importante fator abiótico, por exemplo, é o clima, com suas tempestades e demais efeitos. Aqui vamos analisar apenas os fatores bióticos: **competição intraespecífica, competição interespecífica, predação e parasitismo**.

Desses, a maioria está relacionada a fatores extrínsecos (externos à população), enquanto que a competição intraespecífica é um fator controlador **intrínseco** (interno à população).

COMPETIÇÃO INTRAESPECÍFICA

A **competição intraespecífica** é aquela que ocorre entre indivíduos da mesma espécie e determina, basicamente, a densidade da população de um dado local e tem particular importância para o processo de seleção natural, pois os mais bem dotados têm, como regra geral, maiores chances de sobrevivência, pelo fato de terem maiores possibilidades de vencer todos os tipos de disputa. Assim, são os que mais provavelmente se reproduzem, gerando descendentes que herdaram suas condições favoráveis à sobrevivência.

A competição intraespecífica não leva, necessariamente, os indivíduos à luta. Plantas da mesma espécie, por exemplo, podem competir pela luz, pela água e pelos nutrientes, mas não lutam, no sentido físico, por isso.

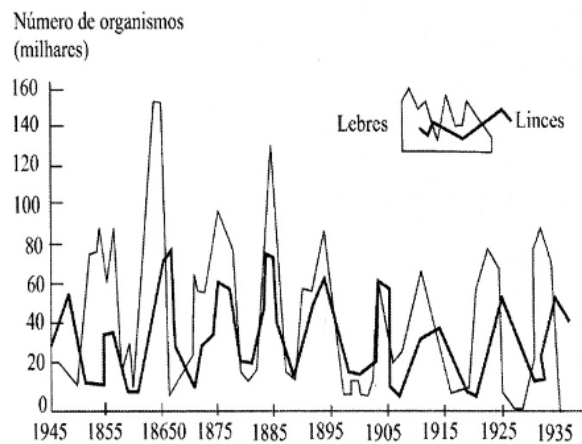
Um exemplo de competição intraespecífica por espaço, determinando um controle no tamanho das populações é a **territorialidade**. A delimitação de um território, ou seja, de um espaço em que um grupo de organismos passa a agir livremente sem a interferência de outro grupo de indivíduos da mesma população, é um comportamento bem conhecido para muitas espécies de peixes, aves e mamíferos tais como macacos, focas, elefantes-marinhos, coelhos e castores.

PREDAÇÃO

Na relação conhecida como predação, o organismo predador alimenta-se de uma presa, que lhe serve de fonte de energia. O predador é normalmente maior que sua presa. A predação tanto pode ter um significativo papel na regulação ecológica como pode não ter um efeito importante sobre esta regulação.

Um exemplo próximo da ação do predador sobre a população de presas é o que está ocorrendo no pantanal matogrossense. Ali havia muitos jacarés que controlavam a população de suas presas, as piranhas. Atualmente, a matança de jacarés nas regiões do pantanal, movida por interesses humanos pela exploração do couro, reduziu a população destes animais. Com isso, houve um aumento da população de piranhas.

Um exemplo clássico da relação predador-presa no controle populacional tanto do predador quanto da presa é dado pelas lebres e pelos lincos que vivem nas regiões frias do Canadá. A Companhia da Baía de Hudson acompanhou, de 1845 a 1935, a quantidade de peles desses animais que eram caçados. Os dados estão no gráfico a seguir.



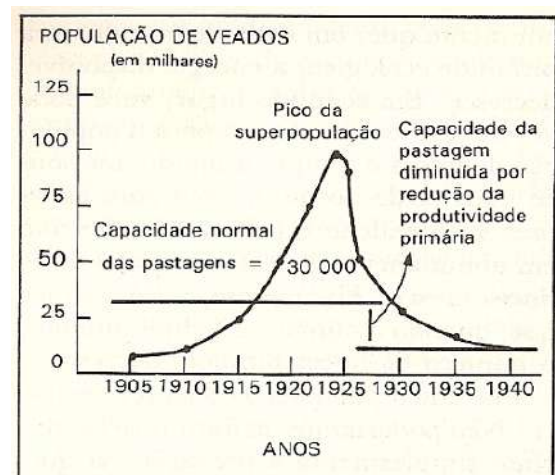
Alterações cíclicas em populações de lebres e lincos no Canadá.

À medida que aumenta o número de lebres, aumenta o número de lincos, que passam a ter mais alimento. O aumento no número de lincos reduz o número de lebres, pois estas serão mais predadas. Quando a população de lebres diminui, a população de lincos também diminui. Havendo menos lincos, um menor número de lebres é predado e a população de lebre aumenta, recomeçando o ciclo.

A predação, embora cause a morte de alguns indivíduos, é muitas vezes benéfica para a população de presas. Interferir no relacionamento presa-predador pode ser às vezes desastroso. Um exemplo clássico é o do Planalto de Kaibab (EUA), onde, em 1907, fez-se uma campanha de proteção aos veados que nele viviam. Assim, lobos, coiotes e pumas, que são predadores daqueles animais, sofreram uma intensa campanha de extermínio. O resultado obtido, infelizmente, superou as expectativas.

A população de veados, que era de 4.000 indivíduos em 1907, passou a 100.000 indivíduos em 1924, ou seja, bem acima da capacidade de sustentação do ambiente. Nos dois anos seguintes, no inverno, mais de 60% dos animais morreram de fome. Além disso, grande parte da vegetação foi destruída,

já que as plantas haviam sido devoradas até o solo. Dessa forma, a produtividade primária da área acabou diminuindo muito. A vegetação, que em 1907 era suficiente para alimentar 3.000 indivíduos, em 1939 não conseguia suprir a necessidade de 1.000 animais, continuando muitos deles a morrer de fome.



A população dos veados de Kaibab cresceu exageradamente quando removidos os predadores, que a controlavam.

De maneira geral, pode-se dizer que a predação é prejudicial para o indivíduo que é predado, mas é benéfica para a população de presas. Isso pelos seguintes fatores:

- **Controle do tamanho das populações de presas:** por exemplo, ao eliminarmos a população de predadores, a de presas cresce descontroladamente, e isso provoca falta de alimentos para todos os indivíduos e uma série de mortes na própria população de presas.

- **Controle da disseminação de doenças:** predadores eliminam indivíduos doentes, muitas vezes antes que possam transmitir a mesma.

PARASITISMO

Enquanto o predador é normalmente maior do que sua presa e precisa matá-la para comer, o parasita é geralmente pequeno e vive dentro do hospedeiro ou sobre ele. O hospedeiro (termo talvez impróprio, pois implicaria a aceitação do parasita como um .hóspede...), assim, passa a ser tanto fonte de energia como hábitat. Normalmente, o parasita não mata seu hospedeiro, uma vez que morreria também, ao contrário do que ocorre com o predador. O ecólogo Charles Elton disse certa vez que, em termos econômicos, o predador vive de seu capital, enquanto os parasitas sustentam-se apenas com os juros.

CONTROLE BIOLÓGICO

Predação e parasitismo, em termos de regulação de população, têm certas semelhanças. No entanto, os parasitas são comumente muito mais especializados do que os predadores com relação ao seu hospedeiro. Enquanto um predador pode frequentemente usar como presa espécies variadas, o parasita geralmente se instala numa ou em poucas espécies. A associação íntima do parasita com seu hospedeiro regula então de maneira eficiente ambas as populações.

A especificidade de um parasita quanto a seus hospedeiros pode ser facilmente ilustrada com um exemplo brasileiro: o combate ao verme da esquistossomose consiste basicamente na tentativa de eliminar o caramujo, que constitui um estágio obrigatório para a continuidade do ciclo. Assim, a eliminação dos hospedeiros intermediários é uma medida eficiente para romper o ciclo muito especializado do esquistossomo.

Um bom exemplo do uso da especificidade de parasitas para o controle eficiente de organismos indesejáveis

foi uma experiência realizada, em 1968, na Flórida, por pesquisadores norte-americanos; ela visava a eliminar a população do mosquito *Culex pipiens*, transmissor da filariose humana. Os pesquisadores utilizaram um grande número de machos adultos dessa espécie de mosquitos, que haviam sido previamente esterilizados por exposição a uma certa substância. Esses machos, da mesma forma que os machos não estéreis da população, também se acasalavam com as fêmeas. Isso provocou um declínio acentuado nas taxas de nascimento, sendo que, no fim da pesquisa, não se encontravam mais larvas do *Culex* nos locais habituais.

Atualmente, a esterilização dos insetos adultos é feita pela irradiação (por raios X). Os insetos são em seguida, soltos em seus ambientes naturais, obtendo-se os mesmos resultados do estudo citado. Repare que esse método não afeta o ambiente de maneira tão drástica como quando se usa um inseticida, que, além de atingir todos os mosquitos, pode espalhar-se por toda a cadeia alimentar. Esse método é chamado de **controle biológico** do qual se falará adiante.

Controle biológico é o **controle de pragas** pelo uso de seus **inimigos naturais**, como **predadores, parasitas e competidores**, ou produtos naturais, como **feromônios** utilizados na comunicação entre indivíduos de mesma espécie ou de espécies distintas.

A introdução de predadores num certo ambiente para controle de pragas é muito menos eficiente do que a de parasitas, já que predadores são bem menos específicos.

Tome nota:

Um exemplo de como o parasita pode se adaptar à população de hospedeiros para evitar seu extermínio total ocorreu na Austrália. O coelho introduzido pelos colonizadores ingleses se transformou numa verdadeira praga para a vegetação, uma vez que não possui predadores naturais nesta região, destruindo as pastagens, tão importantes para a criação de carneiros, das principais atividades econômicas do país, além de competir com a fauna local pela alimentação. O coelho não é um animal nativo; em 1859 um inglês importou doze pares de coelhos da Europa, para colocar na sua propriedade. Seis anos depois, ele havia matado 20.000 indivíduos, e estimou que haviam sobrado aproximadamente 10.000. Em 1887, numa única região da Austrália, foram dizimados 20 milhões de coelhos!

Por volta de 1950, surgiu a ideia de controlar as populações introduzindo-se uma doença específica dos coelhos, a **mixomatose**, que é transmitida por mosquitos. Essa doença é branda para os coelhos sul-americanos, porém fatal para os coelhos europeus. Inicialmente, os efeitos foram espetaculares: a epidemia de mixomatose matou 98% da população de coelhos, e a vegetação se recompôs em muitas regiões. Numa segunda tentativa, foram mortos apenas 90% dos coelhos; numa terceira tentativa, somente 50%. Esses resultados indicavam que haviam sido selecionados coelhos geneticamente resistentes aos vírus.

No entanto, algum tempo depois, apareceu um vírus mutante que levava mais tempo para matar seu hospedeiro. Já que os coelhos infectados por essa outra modalidade de vírus sobreviviam por mais tempo, isso permitiu que os mosquitos tivessem maiores chances de transmitir o vírus de um coelho para outro. A forma menos virulenta do microrganismo, com maiores probabilidades de transmissão, e, portanto, de reprodução, foi assim favorecida em termos de seleção natural. Temos assim, nesse exemplo, um caso de evolução simultânea tanto do vírus que hoje é mais brando do que o original, como também linhagens de coelhos mais resistentes, havendo hoje um certo equilíbrio entre as populações de parasita e parasitados.

Parasitas de ação muito violenta eliminam seus hospedeiros, e em consequência também desaparecem. Ao contrário, quando seus efeitos são mais brandos, os hospedeiros vivem mais tempo, e como resultado os parasitas também sobrevivem.

Tome nota: