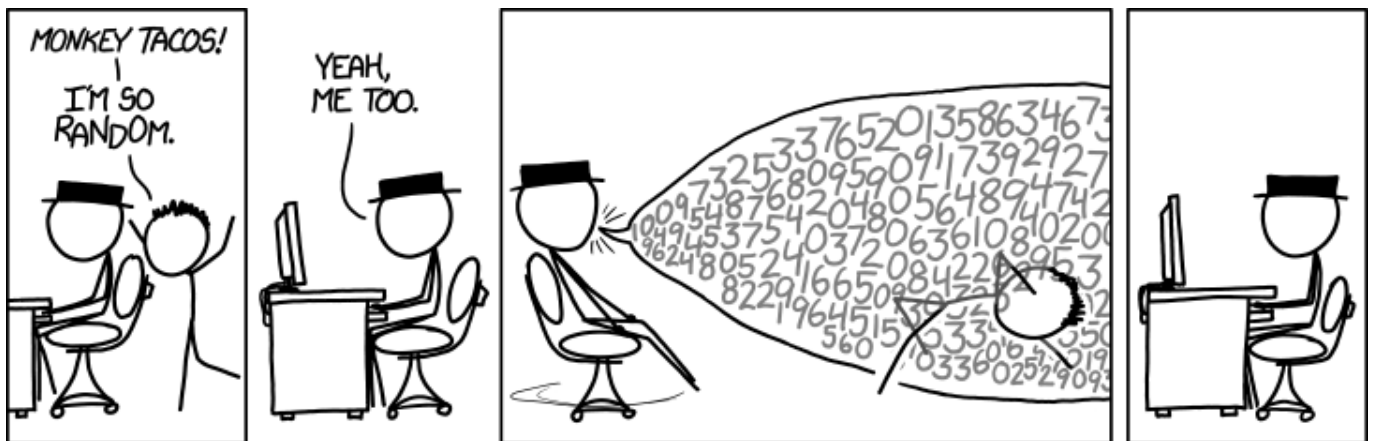




Teoria neutra da biodiversidade - Roteiro no EcoVirtual

A Teoria Neutra é um modelo de processos estocásticos de nascimentos, mortes, especiações e migrações. As probabilidades de cada um destes eventos ocorrerem definem uma dinâmica surpreendente. A melhor maneira de entender isto é simular este processo, como faremos nos exercícios a seguir.

Preparação: entendendo caminhadas aleatórias



A Teoria Neutra usa uma classe de modelos de dinâmica estocástica, chamada **caminhada aleatória de soma zero**. Por isso precisamos entender algumas propriedades importantes dessa dinâmica.

Faça os tutoriais de caminhadas aleatórias:

- [O Bêbado e o Abismo](#)
- [Um Jogo de Bêta](#)

Os conceitos apresentados nesses dois roteiros são centrais para o entendimento da Teoria Neutra. Quando estiver certo(a) de que os compreendeu, volte para cá.

A Teoria passo a passo

Para prosseguir você deve ter o ambiente **R** com os pacotes **Rcmdr** e **Ecovirtual** instalados e carregados. Se você não tem e não sabe como ter, consulte a página de [Instalação](#).

Caso já tenha o R e pacotes instalados



Carregue o pacote principal ***Rcmdr.Plugin.EcoVirtual*** pelo menu do R **Pacotes > Carregar Pacotes**, ou pela linha de comando com o código:

```
library("RcmdrPlugin.EcoVirtual")
```



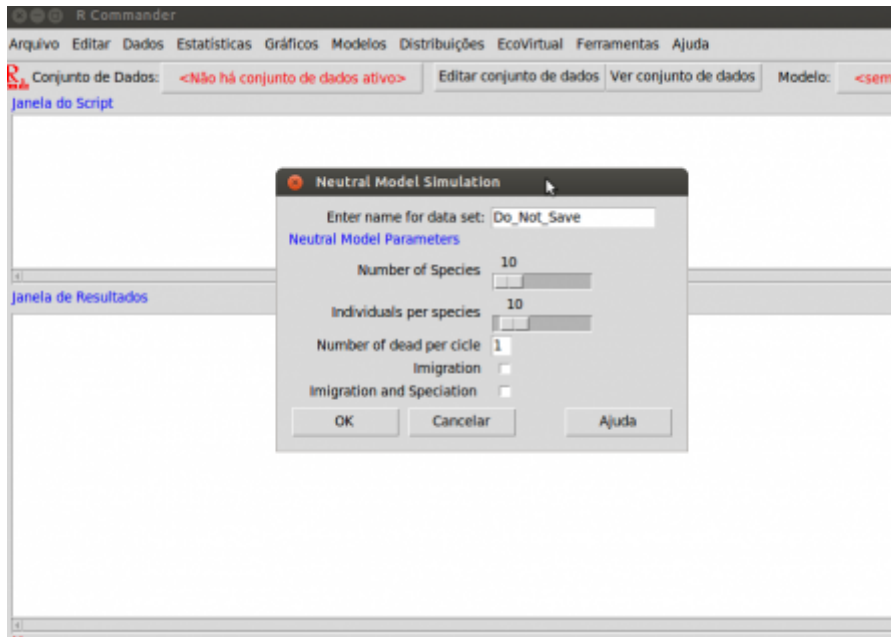
Agora que entendemos algumas propriedades básicas de cadeias Markovianas simples vamos construir o modelo estocástico da Teoria Neutra, passo a passo, usando funções do **EcoVirtual**.

Dinâmica Local sem Migração

Vamos começar com um modelo para a comunidade em um dado local, usando um jogo de soma zero, similar ao jogo de apostas do roteiro [de introdução a processos estocásticos](#) que acabou de fazer¹⁾. As regras são:

1. A comunidade tem um total fixo de indivíduos J que não se altera.
2. No início todas as populações têm o mesmo número de indivíduos J sendo portanto $J = j \times S$ onde $S =$ número de espécies²⁾
3. Um dos indivíduos é sorteado para morrer
4. Em seguida, os indivíduos remanescentes são sorteados, para definir quem produzirá o filhote que ocupará o lugar do indivíduo morto.

Para simular este processo, temos mais uma super-função no EcoVirtual. Vá em **EcoVirtual > Biogeograph Models > Neutral Simulation...** A seguinte janela de menu se abrirá:



com as seguintes opções:

Opção	parâmetro	O que faz
Number of Species	S	número inicial de espécies
Individuals per Species	j	número inicial de indivíduos por espécies. Começamos com o mesmo número de indivíduos por espécie, portanto o tamanho da comunidade será $J=Sj$
Number of dead per cycle	D	número de mortes por ciclo ³⁾
Cycles per simulation	cycle	número de ciclos por simulação

Simule uma comunidades com 100 espécies e 2 indivíduos por espécie:

```
S = 100
j = 2
```

Repita algumas vezes. O que acontece com o número de espécies com o passar do tempo? Verifique se isto muda aumentando o tamanho da comunidade, que é o produto Sj . Portanto basta manter o mesmo número de espécies e aumentar o número de indivíduos por espécie:

```
S= 100
j = 2 a 12, a intervalos de 2
```

Repita algumas vezes para cada valor.

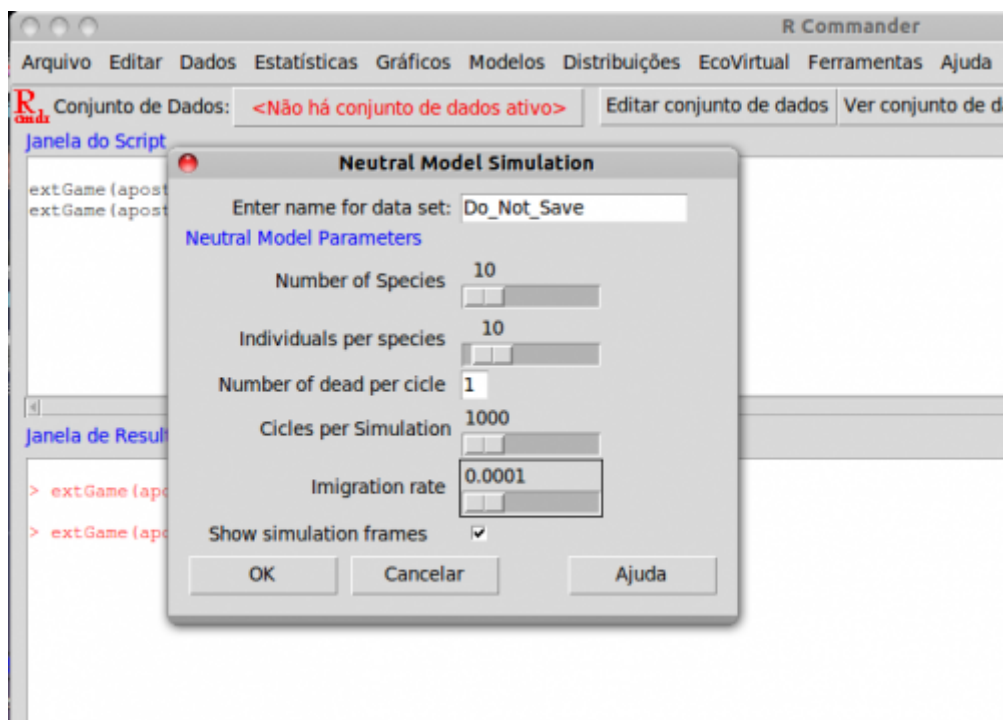
Quando você não quiser mais ver a animação da dinâmica da comunidade é só desmarcar a caixa "Show simulation frames".

Incluindo Migrações



Sabemos que as comunidades não são sistemas fechados. Então a chegada de migrantes pode compensar a perda de espécies que observamos na simulação anterior. Vamos supor, então, que há um reservatório externo de migrantes, que chamamos **metacomunidade**. Uma maneira bem simples de se fazer isto é supor uma **metacomunidade infinita**, com todas as espécies do início da simulação, nas proporções iniciais. Precisamos definir também a taxa de migração: ela será a probabilidade de um indivíduo morto na comunidade ser substituído por um propágulo vindo de fora, da metacomunidade.

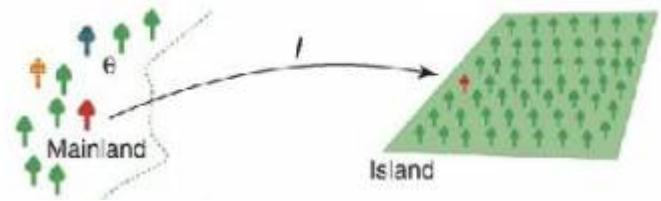
Marque a opção 'Imigration' na janela da simulação de **Neutral Model Simulation** (a mesma da figura anterior) do menu EcoVirtual e clique em **OK**, janela abrirá a opção do valor de imigração:



Compare a dinâmica de número de espécies ao longo do tempo em comunidades sem migração, e com valores crescentes de taxa de migração. Para isso experimente valores de migração (Immigration (m)) de zero a 0,5. Em todos comece com uma comunidade com 100 espécies, com dois indivíduos por espécies (Number of Species (S) = 100, Individuals per Species (j) = 2. Mantenha constante o número de ciclos em todas as simulações. Repita a simulação com os mesmos valores para avaliar se existe um padrão.

O que acontece se aumentamos o tamanho da comunidade? Experimente começar com 10 indivíduos por espécie.

Uma Metacomunidade mais Realista



Um reservatório infinito de espécies não parece ser uma premissa muito realista. Que tal substituí-lo por um conjunto de populações com a mesma dinâmica que usamos para a comunidade? Teríamos, então, dois sistemas acoplados, cada um com sua dinâmica estocástica de nascimentos e mortes.

Mas se a metacomunidade também segue a dinâmica estocástica de soma zero, também perderá espécies com o tempo. Como resolver? Começamos por admitir que a metacomunidade é muito maior que a comunidade, pois representa o *pool* regional de colonizadores. Ou seja, é um sistema bem maior, pois tem mais espécies e indivíduos. Vamos supor, muito modestamente, que nela há o dobro de espécies da comunidade, cada uma com dez vezes mais indivíduos.

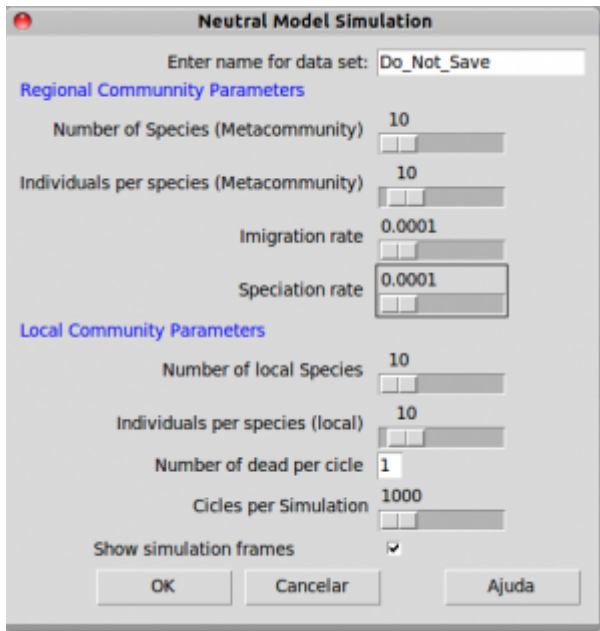
Apenas para lembrar o efeito do tamanho da comunidade sobre a erosão de espécies, use novamente a função de simulação sem migração para comparar sistemas que diferem nesta ordem de grandeza:

```
S = 100
cycle = 20.000
j = 2 e 20
```

Já é possível perceber que para tamanhos razoáveis (ou mesmo pequenos) de metacomunidades a erosão de espécies é bem lenta. Portanto, uma entrada de espécies a uma taxa também muito lenta já seria suficiente para compensar as extinções. Se for tão lenta quanto o tempo necessário para a evolução de uma nova espécie no sistema já temos a solução: na metacomunidade, as espécies perdidas são repostas por novas que surgem, no tempo evolutivo!

Assim, definimos uma taxa de especiação, ν , que expressa a probabilidade de um indivíduo morto na metacomunidade ser repostado por um indivíduo de uma nova espécie. Esta taxa é extremamente baixa, mas pode ser suficiente para manter, ou mesmo elevar, o número de espécies na metacomunidade.

Vamos ver como isso é feito no EcoVirtual. Vá novamente ao submenu *Biogeographical models* do menu EcoVirtual e selecione *Neutral Simulation*. Na janela de opções aberta, selecione a opção **immigration and speciation** em seguida clique em OK.



Agora temos argumentos também para os parâmetros da metacomunidade:

Opção	parametro	O que faz
Number of Species (Metacommunity)	S_m	número de espécies da metacomunidade
Individuals per Species (Metacommunity)	j_m	número de indivíduos por espécie na metacomunidade
Speciation rate	ν	taxa de especiação na metacomunidade
Migration rate	m	taxa de migração na metacomunidade

Usando os tamanhos de comunidades e metacomunidades que já definimos, avalie o efeito de aumentar a taxa de migração, mantendo os outros parâmetros constantes:

```
S = 100
j = 2
Sm = 200
jm = 20
ν = 1e-9
m = 0 a 0,4 a intervalos de 0,1
```

Experimente também variar os tamanhos da comunidade e da metacomunidade, e a taxa de especiação.

Outra boa idéia é aumentar o tempo das simulações, para avaliar a dinâmica a longo prazo. Para isto, aumente o valor do argumento `cycle`, mas lembre-se que com valores muito altos a simulação podem demorar. Tenha paciência ⁴⁾!!

O modelo de Hubbell permite o cálculo do **Número fundamental da biodiversidade**, expresso por θ (theta) nos gráficos. Essa é uma medida da diversidade da metacomunidade (alfa de Fisher regional⁵⁾) e está relacionada à taxa de especiação e ao tamanho da metacomunidade.

Perguntas

- Em escala de tempo ecológico a metacomunidade desta simulação tem efeito muito diferente da metacomunidade fixa e infinita da simulação anterior?
- Qual o efeito de uma maior taxa de especiação na metacomunidade sobre a dinâmica da metacomunidade?
- O que acontece se a metacomunidade é muito pequena?

Para saber mais

Introduções

- Harpole, W. (2010) Neutral Theory of Species Diversity. [Nature Education Knowledge 3\(10\):60](#). Ótima apresentação da teoria, do projeto [Scitable](#).
- Cassemiro, F.A.S. & Padiá, A.A. 2008. Teoria Neutra da Biodiversidade: aspectos teóricos, impacto na literatura e perspectivas. *Oecologia Brasiliensis*, 12 (4): 706-719 [disponível online aqui](#).
- Alonso, D., R. S. Etienne, and A. J. Mckane 2006. The merits of neutral theory. *Trends in Ecology & Evolution* 21: 451-457.
- Um pacote em R para simulação e ajuste dos modelos de distribuição de espécies previstos pela teoria. **A introdução é uma excelente explicação da teoria:**
 - Hankin, R. 2007. Introducing untb, an R Package For Simulating Ecological Drift Under the Unified Neutral Theory of Biodiversity. *Journal of Statistical Software* 22: 12 <http://www.jstatsoft.org/v22/i12/>.

Mais avançadas

- O livro (referência básica, mas nem sempre didática quanto ao modelo):
 - Hubbell, S.P. (2001). *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*. Princeton University Press.
- Rosindell, J., Hubbell, S. P. & Etienne, R. S. 2011. The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography at Age Ten. *Trends in Ecology & Evolution* 26:340-348. Ótima revisão sobre o tema e seu impacto.
- Renshaw, E. 1991. *Modelling biological populations in space and time* Cambridge University Press. Excelente apresentação de dinâmicas estocásticas.
- Uma boa revisão da evidência empírica até a época, com comparações com outros modelos neutros: Brian J. McGill, Brian A. Maurer, Michael D. Weiser (2006) EMPIRICAL EVALUATION OF NEUTRAL THEORY. *Ecology*: Vol. 87, No. 6, pp. 1411-1423.

[RCMDR, comunidades, teoria neutra](#)

1)

Deveria! Caso não tenha feito, retorne a ele

2)

esta é uma regra da simulação, mas o resultados não são afetados por diferenças nas abundâncias iniciais

3)

que manteremos sempre em uma

4)

boa hora para você fazer uma pausa

5)

alfa de Fisher é um índice de diversidade clássico baseado na distribuição logserie de abundância das espécies na comunidade

From:

<http://ecovirtual.ib.usp.br/> -

Permanent link:

<http://ecovirtual.ib.usp.br/doku.php?id=ecovirt:roteiro:neutr:neutrarcmdr>

Last update: **2019/10/09 15:26**

