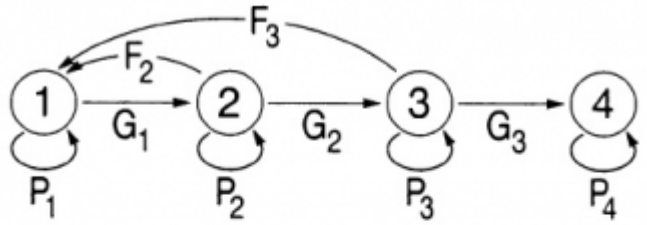
Modelos populacionais matriciais - Roteiro no Google Sheets

Matrizes de Leslie/Lefkovitch

O crescimento de uma população com estrutura etária pode ser projetado utilizando-se álgebra matricial. As matrizes de Leslie contêm informação sobre as taxas de natalidade e mortalidade de diferentes classes etárias de uma população e são uma forma robusta de calcular o crescimento populacional e fazer projeções da população para diferentes cenários. Uma generalização da matriz de Leslie ocorre quando a população é classificada por estágios de desenvolvimento (matriz de Lefkovitch) e não por idade. Neste caso, um indivíduo de uma dada classe pode permanecer no mesmo estádio a cada intervalo de tempo, além de morrer, crescer e reproduzir.



$$\begin{pmatrix} P_1 & F_2 & F_3 & 0 \\ G_1 & P_2 & 0 & 0 \\ 0 & G_2 & P_3 & 0 \\ 0 & 0 & G_3 & P_4 \end{pmatrix}$$

Objetivo

O objetivo desse exercício é entender como podemos descrever a dinâmica de populações estruturadas com modelos matriciais.

Entendendo a planilha e as matrizes

Nesse exercício vamos utilizar uma planilha eletrônica, na qual temos a matriz de transição de uma população de palmito jussara (*Euterpe edulis*) existente na parcela permanente da Ilha do Cardoso. Essa parcela é uma área de 10,24 hectares na qual vem sendo realizado um acompanhamento da dinâmica da floresta sobre restinga.

No ano de 2005 todas as árvores dessa espécie com dap (diâmetro à altura do peito) maior que 5 cm foram marcadas e medidas. Em 2009 um novo censo foi feito. Assim, foi possível estimar as probabilidades de um indivíduo em uma certa classe de tamanho permanecer nesta classe, passar à próxima classe ou morrer. Além disso, o número de novos registros em 2009 estima a quantidade de ingressantes, e permite estimar a fecundidade das populações.

Baixe para seu computador e abra no ***Google Sheets*** a planilha com a matriz de transição.

Para esse exercício vamos dividir as árvores em três classes de tamanho:

- **Adultos(Ad)**: acima de 9,0 cm de dap
- **Jovens 2 (J2)**: de 7,1 a 9,0 cm de dap
- **Jovens 1 (J1)**: de 5,0 a 7,1 cm de dap

Como estimamos as probabilidades de transição?

O número de árvores em cada classe registrado em 2005 será nosso ponto de partida. Esses números estão nas células H4 a H6 da planilha.

Em 2005 havia 1343 árvores da menor classe de tamanho (Jovens 1). Dessas, 989 continuavam nessa mesma classe em 2009 e 238 passaram à classe seguinte (Jovens 2) e o restante das árvores (8,9%) morreu. Assim, a probabilidade de permanência na classe J1 em 4 anos é de:

$$p_{(J1 \rightarrow J1)} = \frac{989}{1343} = 0,736 $$

E a probabilidade de passar à classe seguinte (J2) é:

$$p_{(J1 \rightarrow J2)} = \frac{238}{1343} = 0,177 $$

Depois, repetimos o cálculo para todas as permanências e transições entre as três classes (J1, J2 e Ad).

Como estimamos a fecundidade?

Em 2005 havia 265 árvores adultas na parcela. Em 2009 foram registrados 360 ingressantes. Então estimamos a fecundidade pela média de ingressantes em relação aos adultos[1)]:

$$F_{(Ad \rightarrow J1)} = \frac{360}{265} = 1,105 $$

A partir desses cálculos foi então construída a matriz de transição completa que está

na planilha, localizada nas células C4 a E6. Analise essa matriz e veja se você compreende como foi calculado o valor de cada célula.

Multiplicando Matrizes

Os cálculos passo a passo

- **1.** Baixe para seu computador e abra a planilha com a matriz de transição. O número de árvores em cada classe registrado em 2005 será nosso ponto de partida. Esse número está nas células H4 a H6 da planilha.
- **2.** Multiplique o vetor de tamanho da população pela matriz de transição. Para isso, posicione o cursor na célula I4, em seguida clique no menu INSERIR/FÓRMULA/MATRIZ (Excel) ou INSERIR/FUNÇÃO/MATRIZ (Calc) e escolha a função de multiplicação de matrizes, (M.MULT ou MATRIZ.MULT dependendo da versão do programa). Indique, na caixa de diálogo da função, o que deve ser multiplicado: primeiro a matriz de transição e depois o vetor da população. **Atenção:** antes de qualquer movimento (ou respiração) **faça os passos 3 e 4**, caso contrário, você corre o risco de entrar no vórtex infinito do Excell
- **3.** Na caixa de diálogo da função coloque o símbolo de **$** na frente das letras e números do código de seleção das colunas e linhas referentes à localização da matriz de transição na planilha (ex: $C$4:$E$6). Isso fixa a seleção da matriz de transição na fórmula e ajuda a projetar a população automaticamente, sem a necessidade de refazer o passo anterior para cada tempo. **Não fixe o vetor de tamanho da população, apenas a matriz.**
- **4.** O resultado da multiplicação é um vetor com o número de indivíduos no instante de tempo seguinte (t+1) para cada uma das classes. Esses três valores devem estar agora na coluna correspondente ao tempo 2 (células I4 a I6).

Caso a fórmula resulte apenas no resultado da primeira célula, faça o seguinte:

1. selecione a célula do resultado da primeira classe **junto** com as células onde deveriam estar os valores relativos a cada uma das outras classes (ou seja, células I4 a I6);
2. depois disso **pressione a tecla F2** (para abrir a fórmula) e em seguida **Control + Shift+ Enter** (comando para colar a formula nas células da seleção).

Isso deve resolver! Os valores projetados para o tempo 2 deverão estar preenchidas nas células I4 a I6 ao final dessa operação.
Obs.: Se você tem um Mac, a sequência de teclas que devem ser pressionadas é um pouco diferente. Pressione as teclas **control+U** e em seguida **command+return (ou command+enter)**

- **5.** Para projetar a população para os intervalos de tempo seguintes, você pode proceder de duas formas diferentes: 1) Selecione todo o vetor (as três células da coluna com o resultado - certifique-se que a fórmula está com os símbolos $), copie e cole na coluna seguinte. Repita esse procedimento para várias colunas (ou seja, vários tempos futuros) até a coluna que desejar projetar a população; 2) Selecione todo o vetor (as três células da coluna com o resultado - certifique-se que a fórmula está com os símbolos $), em seguida encontre o sinal de + que aparece na canto inferior direito da seleção ao posicionar o mouse, clique e arraste horizontalmente até a coluna que deseja projetar a população.

> Caso sua planilha entre no modo **VORTEX INFINITO** (ou seja, o Excel tomou conta do computador e fica mandando uma mensagem de erro toda vez que você respira) pressione a tecla **ESC** várias vezes até que a planilha saia do transe.

- **6.** Após projetar a população por 25 intervalos de tempo, produza um gráfico com o tamanho de cada classe ao longo do tempo. Faça também um gráfico do total da população ao longo do tempo. Para obter o total da população basta fazer a soma das classes de cada vetor. Verifique o que acontece com o tamanho das classes e da população como um todo.
- **7.** Faça agora um gráfico da proporção de indivíduos em cada classe ao longo do tempo. Verifique o que acontece com a distribuição das proporções das classes depois de algum tempo.
- **8.** Calcule o quanto a população total cresceu de um tempo para outro ($\lambda = \frac{N_{t+1}}{N_t}$) e faça o gráfico dessa taxa de crescimento da população ao longo do tempo.

Para saber mais

Gotelli, N. J. 2007. Ecologia. Cap.3- Crescimento Populacional Estruturado. Pp. 49-82. Ed. Planta.

Gurevitch, J, Scheiner, S.M, Fox, G.A. 2009. Ecologia Vegetal. Cap. 5 - Ed. Artmed, São Paulo.

An Intuitive Guide to Linear Algebra, do excelente site Better explained.

Freckleton, R.P., Silva Matos, D.M., Bovi, M.L.A & Watkinson, A.R. 2003. Predicting the impacts of harvesting using structured population models: the importance of density-dependence and timing of harvest for a tropical palm tree. Journal of Applied Ecology, 40: 846-858.

Silva Matos, D.M., Freckleton, R.P. & Watkinson, A.R. 1999. The role of density dependence in the population dynamics of a tropical palm. Ecology, 80: 2635-2650.

Programas

Neste roteiro fizemos os cálculos passo a passo e com algumas aproximações numéricas para

compreender os conceitos. Na vida real pesquisadores usam ferramentas computacionais que fazem os cálculos precisos e de um jeito mais prático. Para saber mais veja a apresentação ao pacote popbio do ambiente de programação estatística R:

- Stubben, C., & Milligan, B. (2007). Estimating and analyzing demographic models using the popbio package in R. Journal of Statistical Software, 22(11), 1-23.

[1]

Esse método de calcular a fecundidade é bem simplista, mas para a compreensão dos cálculos de uma matriz de transição será adequado e suficiente

From:
http://ecovirtual.ib.usp.br/ -

Permanent link:
http://ecovirtual.ib.usp.br/doku.php?id=ecovirt:roteiro:pop_str:pstr_mtrgoogle&rev=1628897987

Last update: **2021/08/13 20:39**