## Matriz de Lefkovitch (1965) Baseada em estádios: morfológicos (descontínuos) ou tamanhos (contínuo)

Modelo geral:

$$\begin{vmatrix} n_{1} \\ n_{2} \\ n_{3} \\ \vdots \\ n_{s} \end{vmatrix} (t+1) = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} & \cdots & a_{s1} \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} & \cdots & a_{s2} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} & \cdots & a_{s3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{1s} & a_{2s} & a_{3s} & \cdots & a_{ss} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} n_{1} \\ n_{2} \\ n_{2} \\ n_{3} \end{vmatrix} (t)$$

Onde  $a_{ii} =$ 

se i<j: probabilidade de um indivíduo na classe i passar à classe j, após um intervalo de tempo se i=j: probabilidade de um indivíduo na classe i permanecer na mesma classe após um intervalo de tempo

se i>j: número médio de indivíduos da classe j, produzidos por indivíduo da classe i, após um intervalo de tempo



Exemplo: Dipsacus sylvestris (Dipsacaceae) (Werner & Caswell 1977)





Exemplos de tabelas de vida esquemáticas:

Euterpe edulis – Floresta Paludícola – Mata de Santa Genebra, SP – 250 ha - 1991-1993



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

Syagrus romanzoffiana – Floresta Paludícola – Mata de Santa Genebra, SP – 250 ha - 1993-1994



Bernacci, L.C. 2001. Aspectos da demografia da palmeira nativa *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman, jerivá, como subsídio ao seu manejo. Tese de Doutorado. UNICAMP.

Attalea humilis – Floresta Ombrófila Densa – Poço das Antas, RJ

FRAGMENT III FRAGMENT I 0.6 0.9 0.000.3 0.10.20.0 0.0 0.1 0.1 0.0 0.2 0.00. 0.5 0.8 0.0 0.1R 0.64.00.8  $\lambda = 1,066 \pm 0,007$  $\lambda = 1,229 \pm 0,011$ 

Souza, A.F. 2000. Aspectos da dinâmica de populações da palmeira *Attalea humilis* Mart. ex. Spreng. em fragmentos de floresta Atlântica sujeitos ao fogo. Tese de Mestrado. UNICAMP.



## **Matrizes** Aspidosperma polyneuron – Floresta Estacional Semidecidual – Mata de Santa Genebra, SP



Sensibilidade: mede a importância de uma pequena mudança em um dado elemento da matriz sobre o auto valor dominante ( $\lambda$ )

Elasticidade: mede a contribuição proporcional de cada elemento da matriz para o autovalor dominante ( $\lambda$ )

Fonseca, M.G. 2001. Aspectos demográficos de *Aspidosperma polyneuron* Muell. Arg. (Apocynaceae) em dois fragmentos de floresta semidecídua no município de Campinas, SP. Tese de Mestrado. UNICAMP.



FIG. 1. An example of a population with a monocarpic life history, classified by age and size. Each **B** represents an age and size class (i, j) within which individuals could be found. Each arrow represents a possible transition from one census to the next. Transitions involving survival (continuous lines) are made up of two components: the probability of surviving from age *i* and size *j* ( $p_{ij}$ ), and the probability of being in size class *k* at age *i* + 1 if an individual survives  $q_{ijk}$ . Transitions involving reproduction ( $b_{ij}$ ) are shown as discontinuous lines. For clarity, only nonzero values of  $b_{ij}$ ,  $p_{ij}$ , and  $q_{ijk}$  are shown.

### Modelos considerando idades e estádios (Law 1983)

Size at	Size at age i						
age $i + 1$	0	1	2	3			
-	Survival probability						
0 1 2 3	0.03 0.05 0.02 0	0 0 0 0	0 0 0 0		$= P_{0}$		
0 1 2 3	0.009 0.001 0 0	0 0.18 0.12 0	0 0 0.25 0.25	$\begin{bmatrix} 0\\0\\0\\0 \end{bmatrix}$	= P,		
0 1 2 3	0.009 0.001 0 0	0 0.2 0.3 0	0 0 0.21 0.49		$= P_2$		
0 1 2 3	0.009 0.001 0 0	0 0.2 0.2 0	0 0 0.24 0.36	$\begin{bmatrix} 0\\0\\0\\0 \end{bmatrix}$	= P <sub>3</sub>		

## Matriz de Projeção Populacional – Tamanho ou Estádio

-			_
0.1	0.0	0.0	12.0
0.2	0.1	0.0	0.0
0.0	0.3	0.1	0.0
0.1	0.2	0.4	0.0

λ=1,3752



_			_
0.1	0.0	0.0	12.0
0.1	0.5	0.0	0.0
0.5	0.5	0.5	0.0
0.1	0.1	0.1	0.0





## Mosaicos de Perturbação (clareiras, furacões, fogo)

### Manchas de perturbação recorrente



Sarukhán, J., Piñero, D. & Martínez-Ramos, M. 1985. Plant demography: A community-level interpretation. In: White, J. (ed.). Studies on Plant Demography. Academic Press, London. p. 17-31.

## Mosaicos de Perturbação (clareiras, furacões, fogo)

#### Os estados do habitat variam no tempo





Santos, F.A.M., Tamashiro, J.Y., Rodrigues, R.R. & Shepherd, G.J. 1996

## Mosaicos de Perturbação (clareiras, furacões, fogo)

Dinâmica inclui transições demográficas e de estados do habitat

Cada estado do habitat leva a uma matriz de projeção diferente

## Matriz de transição do habitat

Patch type at time t+1		Patch type at time t		
C I	Green	Red	Blue	
Green	0	0.5	1.0	
Red	0.5	0.5	0	
Blue	0.5	0	0	

Projeção da abundância relativa de tipos de habitat no tempo

Estrutura de habitat estável

## Mosaicos de habitat temporais

#### Fixed sequence



### Stochastic sequence 2nd set



#### Stochastic sequence first set



#### Stochastic sequence 3rd set



### Referências

Caswell, H. 1989. Matrix population models. Sinauer. Sunderland.

Enright, N.J., Franco, M. & Silvertown, J. 1995. Comparing plant life histories using elasticity analysis: the importance of life span and the number of life cycle stages. Oecologia 104: 79-84.

Holbrook, N.M. & Putz, F.E. 1989. Influence of neighbors on tree form: effects of lateral shade and prevention of sway on the allometry of *Liquidambar styraciflua* (sweet gum). American Journal of Botany 76: 1740-1749.

Law, R. 1983. A model for the dynamics of a plant population containing individuals classified by age and stage. Ecology 64: 224-230.

de Matos, M.B. & Silva Matos, D.M. 1998. Mathematical constraints on transition matrix elasticity analysis. Journal of Ecology 86: 706-708.

Piñero, D., Martinez-Ramos, M. & Sarukhán, J. 1984. A population model of *Astrocaryum mexicanum* and a sensitivity analysis of its finite rate of increase. Journal of Ecology 72: 977-991.

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.

Young, T.P. & Perkocha, V. 1994. Treefalls, crown asymmetry, and buttresses. Journal of Ecology. 82: 319-324.

#### Programa: RAMAS/stage v.1.2

#### Instruções gerais para uso:

1- Carregue o programa digitando stage quando estiver no diretório.

2- Caso você tenha gravado quando saiu pela última vez do programa, aparecerá o último arquivo que você usou. Nesse caso, digite <F10> e você estará no menu principal. Caso contrário, ao entrar no programa, você estará no menu. Você pode limpar o último arquivo da memória, carregando o arquivo CLEAR (ver abaixo como carregar).

3- As teclas de função básicas no início são <F1> (Help) e <F3> (Carregar). Para sair, utilize <Quit> no menu.

4- Para carregar um arquivo, digite <F3> e aparecerá um menu perguntando o nome do arquivo. Se você digitar <F3> novamente, aparecerá uma lista de arquivos existentes no diretório. Selecione o desejado e carregue o arquivo.

5- Quando quiser sair do programa, digite <Quit> do menu principal. Aparecerá a pergunta se você deseja gravar o que foi feito. Responda como você desejar. Não esqueça de que da próxima vez que você usar o programa, ele iniciará com o arquivo que você usou por último, caso você opte por responder sim.

#### Procedimento para os exercícios:

1- Do menu principal selecione <General> (Informações Gerais). Aparecerá uma janela. Preencha ou altere os seguintes campos:

Número de Iterações: Defina o número de vezes que você deseja simular a população. Duração: Defina o número de intervalos de tempo que você deseja correr a simulação (o número de intervalos de tempo que você deseja ver o crescimento da população). O intervalo de tempo aqui é em anos. O tempo máximo para projeção é 199 anos.

2- Volte ao menu principal (<F10>) para ir para a próxima janela. Neste exercício, não utilizaremos <Drivers> nem <Parameters>. Para ver o que eles representam, entre nessas janelas e tecle <F1> para uma definição do que significam. Se quiser verificar como <Parameters> funciona, carregue o arquivo LOGISTIC.STG. Este arquivo possui uma definição de <Parameters> para simular o modelo logístico com tempo de resposta.

3- Vá para a janela <Stage>. Defina aí os nomes dos estágios, os valores de número inicial de indivíduos, e as equações de transição. Para ir de um campo a outro, use a tecla <Tab>. Note que todos os nomes de estágios têm que estar definidos. Caso contrário, o programa acusará um erro na equação. Para adicionar um novo estágio, tecle <F5>.

4- Vá para a janela <Tallies>. Defina aí o que você deseja ver como figuras. Defina o nome das variáveis que deseja ver, a freqüência (intervalos de tempo) que deseja ver o que acontece com a variável, e o que você quer incluir como pertencendo à variável definida.

5. Na janela <Network> você irá ver de forma esquemática, as transições que definiu.

6. Na janela <Matrix> você irá ver a matriz correspondente às suas definições de transição.

7. Na janela <Equations> você irá ver todas as equações que estão sendo consideradas no seu modelo.

8. Na janela <Analysis> você poderá observar várias das análises que são possíveis de serem feitas, baseadas na matriz de transição que você criou.

9. <Compute> irá correr a sua simulação.

10. <Views> permitirá que você defina e veja as figuras de acordo com o que definiu que queria ver no passo 4. O mesmo acontece se você usar <Show>. Quando estiver em <Views> você poderá alterar na janela que irá aparecer, o resultado que deseja ver, as variáveis que quer ver (segundo as definições dadas no item 4), a forma pela qual você deseja ver os resultados e assim por diante.

11. <Calculator> é uma calculadora que permite que você faça alguns cálculos.

#### **Exercícios propostos:**

1- Tente usar alguns dos arquivos existentes e verifique o que acontece em cada situação. Altere alguns valores e veja o que acontece. Procure sempre fazer uma pergunta, fazer uma previsão do que irá acontecer com a mudança que será feita nos parâmetros, verifique o que aconteceu (teste as suas previsões e tente explicar o que realmente aconteceu.

2- Preste atenção principalmente nas diferentes opções da janela < Analysis>.

3. Como sugestão, utilize os arquivos TEASE.STG e TEASEL.STG. Eles são arquivos baseados nos mesmos dados, apresentando análises diferentes. Verifique as diferenças e tente interpretá-las.

4. Utilize o arquivo TROPICAL.STG. Procure entender o que os dados presentes no arquivo pretendem mostrar. Procure imaginar uma situação amostral de campo para a obtenção desses dados.