

Modelo de extinção por depressão endogâmica em mamíferos.

Silva, M. M. F. P.^{1,2}; Diniz-Filho, J. A. F.¹; ¹ Universidade Federal de Goiás, Departamento de Biologia Geral, Laboratório de Ecologia Teórica e Síntese, Caixa Postal: 131, CEP: 74001-970, Goiânia, GO, Brasil; ² marcel_miler@yahoo.com.br

Introdução

O processo de extinção pode ser causado por fatores genéticos, ecológicos e ambientais que reduzem a performance de populações de espécies vivas até chegar um momento que as espécies não mais conseguem se estabelecer no ambiente (GOTELLI, 1997; TANAKA, 1998). Isto traz como conseqüências perda da biodiversidade e pode gerar desequilíbrios ecológicos. A extinção tem sido tema de vários trabalhos e entre estes há modelos ecológicos que simulam a extinção de populações utilizando variáveis demográficas, genéticas, alométricas e ecológicas. O tamanho corporal tem sido um parâmetro bastante utilizado nesses modelos, sendo uma das variáveis ecológicas mais importantes, por estarem associados a diversas funções ecológicas e fisiológicas, e também é considerada uma característica simples de se mensurar nos indivíduos (DINIZ-FILHO, 2002; GASTON E BLACKBURN, 2000). As simulações de modelos ecológicos têm como objetivo prever processos que só ocorreriam em longo prazo temporal, oferecendo um modo simples e eficaz de se estudar processos biológicos.

Objetivos

O objetivo deste trabalho foi simular o tempo médio de extinção, de três diferentes tamanhos generalizados de mamíferos na região do Parque Nacional das Emas, de acordo com variáveis bióticas e ambientais e verificar quais destes parâmetros mais influenciam no tempo de extinção. Para esta simulação foi utilizado o software GVORTEX, construído a partir da linguagem de programação Quick Basic[®].

Material e Métodos

Para que possamos simular os tempos médios de extinção dos mamíferos, foi necessário calcular primeiramente, a capacidade suporte (K), que representa o tamanho máximo da população que pode ser suportado, ou seja, sem que a taxa de mortalidade ultrapasse a taxa de natalidade (GOTELLI, 1997). Este cálculo foi feito a partir da fórmula matemática $\ln D = 13.86 - \ln(M)$ (ALROY, 2001). O valor de M é a massa corporal da espécie e para este caso foram generalizados três diferentes valores de massa corporal, 500g, 5000g e 50000g, classificando-os respectivamente de mamíferos de pequeno, médio e grande porte. Esta expressão tem como resultado a densidade populacional por quilômetro quadrado. Tendo como base a área do Parque Nacional das Emas, 1318,68 quilômetros quadrados, calculamos a densidade populacional presente nesta área de proteção ambiental. O segundo cálculo feito é da taxa intrínseca de crescimento (r), que mede o crescimento da população (GOTELLI, 1997), a partir da expressão $r = \text{EXP}(1,4967 - 0.37 * \ln(M))$ (ALROY, 2001) que também utiliza a massa das espécies, sendo calculados somente os valores de r para os mamíferos de pequeno, médio e grande porte. Os valores de K e r fazem parte do *input* do software GVORTEX. Para cada tamanho há um valor fixo para K e r. Utilizamos os modelos de Tanaka de extinção por depressão endogâmica para simular o tempo médio de extinção, variando os seguintes parâmetros: taxas de degradação ambiental (0.005 e 0.01), os tamanhos das espécies (pequeno, médio e grande), as taxas de flutuação populacional (cinco, dez e vinte) e as taxas de endogamia (0.05, 0.1 e 0.2). Os parâmetros fixos foram a taxa de mutação ($1 * 10^{-6}$), número de loci (15000), efeito da endogamia nas taxas de crescimento (0,25), número máximo de gerações (5000) e o tamanho inicial da população de acordo com cada tamanho. Os parâmetros não fixos resultaram num total de 54 combinações e para cada combinação simulamos mil vezes, obtendo mil valores do tempo de extinção e com todos estes resultados foi feita uma média. Assim obtiveram-se 54 tempos médios de extinção, e foi feita uma análise de variância fatorial (MANLY, 1994), utilizando 10 valores simulados de cada parâmetro fixo, para determinar quais fatores e interações têm mais influência no tempo médio de extinção.

Resultados e Discussão

A análise fatorial mostrou que três fatores e quatro interações ocasionaram mudança significativa no tempo médio de extinção, com nível de significância igual a 5%: as taxas de degradação ambiental, as flutuações populacionais, o tamanho das espécies e as interações de tamanho com degradação ambiental, tamanho e flutuação populacional, degradação ambiental e flutuação populacional e também os três fatores juntos. Das

taxas de flutuação populacional, somente o maior valor se diferenciou significativamente do menor valor e do intermediário, utilizando a variável dependente 'tempo médio'. Mantendo-se o mesmo valor da menor taxa de flutuação populacional, o aumento das taxas de degradação ambiental modificou o tempo médio de respectivamente 2584 gerações para 1292 gerações, uma redução de 51%. Fixando o mesmo valor da taxa intermediária de flutuação populacional e aumentando-se a taxa de degradação ambiental, houve uma modificação do tempo médio respectivamente de 2566 gerações para 1283 gerações, uma diminuição de 50%. Do mesmo modo, se o valor mais alto da flutuação for fixado e aumentada a taxa de degradação ambiental, os tempos médios foram respectivamente 1121 gerações para 754 gerações, uma redução de 38%. Associando-se os tempos médios de extinção com as taxas de degradação ambiental e a taxa de flutuação populacional, quanto maiores forem estas duas taxas, mais rapidamente as espécies se extinguíram. Para todos os tamanhos, o aumento da taxa de degradação ambiental diminuiu o tempo médio de extinção em cerca de 48%. O aumento da taxa de flutuação populacional para tamanhos pequeno, médio e grande reduziu o tempo médio, respectivamente, em 79%, 39% e 22%. Neste caso, o menor tamanho se extinguiu mais rapidamente do que o de grande tamanho. Fixando-se um mesmo valor da taxa de degradação ambiental, os valores dos tempos médios de extinção não se alteraram entre si para os valores mais baixos da taxa de flutuação populacional. Contudo, o valor mais alto da flutuação populacional alterou significativamente os tempos médios de extinção, considerando também as interações entre o tamanho e a taxa de degradação ambiental. Maiores valores da taxa de degradação ambiental, juntamente com os maiores tamanhos, causaram diminuição do número de gerações, considerando o valor mais alto da taxa de flutuação populacional. Contudo esta redução foi menor com o aumento do tamanho. Para cada tamanho, aumentando-se as taxas de flutuação populacional e as taxas de degradação ambiental, as espécies se extinguíram mais rapidamente e obtiveram-se seis possíveis resultados com estas interações. Se forem considerar os extremos (tamanho pequeno, menor valor de flutuação populacional, menor taxa de degradação ambiental para tamanho grande, maior valor de flutuação populacional e maior taxa de degradação ambiental), o tempo médio de extinção diminuiu de 2967 anos para 907 anos, uma redução de 70%.

Conclusão

Os resultados obtidos permitiram verificar quais os parâmetros mais influentes sobre o tempo médio de extinção, sendo que somente a taxa de endogamia não foi suficiente para alterar o processo de extinção. Os resultados foram de acordo com os esperados, porque todos os parâmetros não fixos que lidamos, diminuem a performance de populações, logo se extinguíram mais rapidamente. O modelo apresentou estocasticidade porque havia variação populacional ao longo das simulações, o que se aproximou mais dos dados reais. Contudo esse modelo ainda é simplificado, devendo passar por alterações para que se possa aproximar ainda mais dos processos biológicos de extinção e mesmo ser aplicado para outros eventos biológicos.

Referências Bibliográficas

- ALROY, J., 2001, A multispecies overkill simulation of the end-pleistocene megafaunal mass extinction. *Science*, 292: 1893-1896.
- DINIZ-FILHO, J. A. F., 2002, Modelos ecológicos e extinção da megafauna do Pleistoceno. *Canindé (Revista do Museu Arqueológico de Xingo)*, 2 (2): 53-81.
- GASTON, K. J.; BLACKBURN, T. M., 2000, *Pattern and Process in Macroecology*. Blackwell Science.
- GOTELLI, N., 1998, *A primer of ecology*. Sinauer, Massachusetts.
- MANLY, B. F. J. 1994. *Multivariate statistical methods. A primer*. Chapman & Hall, London.
- TANAKA, Y., 1997, Extinction of populations due to inbreeding depression with demographic disturbances. *Researches on Population Ecology*. 39(1), 57-66.