

Modelagem Ecológica da criação de carpa-prateada no Lago Paranoá (DF)

Pacheco, T.B.B²; Angelini, R¹.; Starling, F.L.R.M³.

1-Professor-Pesquisador- Departamento de Biologia-Universidade Estadual de Goiás.

2-Graduando em Biologia e Bolsista PIBIC- Universidade Estadual de Goiás-UEG (campus de Anápolis).pachecobio@yahoo.com.br.

3- Companhia de Saneamento do Distrito Federal (CAESB)/Universidade Católica de Brasília (UCB) / Brasília-DF, Brasil.

Introdução

Gleick (1989) afirmou que a “Ecologia nasceu como ciência, quando os biólogos aprenderam matemática”, visão já sugerida por Galileu para o universo há 400 anos: “O livro da natureza está escrito em caracteres matemáticos”. Esta quantificação presume a existência de um algoritmo para simular os sistemas, que é muito mais precisa que qualquer linguagem ordinária (Bertalanffy, 1968). Assim através da “matematização” dos processos, é possível analisar as interações dentro dos ecossistemas (Angelini, 2000). Em virtude da necessidade crescente de respostas quantitativas frente à distúrbios causados pelo homem como por exemplo aumentar a produção de pescado, o uso de modelos tem sido incrementado. Estes modelos nada mais são que um conjunto de equações (diferenciais ou de diferença) simultâneas que descrevem as inter-relações entre os componentes (Odum, 1989). Para resolver este sistema de equações, existem muitos “softwares” dentre os quais destaca-se o STELLA II. A colocação de tanques rede num ambiente eutrofizado é sugerida por diversos autores, pois os peixes inseridos acabam se beneficiando da alta produção de algas. O manejo destes peixes com o ambiente passa a ser muito mais complexo, que quando os peixes são arrojados, mas se tem a vantagem de ser economicamente e ecologicamente mais corretos (Xie & Liu, 2001). E toda essa complexidade criada, tem sido mais bem compreendida e representada com o uso de modelos de compartimentos. O objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo compartimental de simulação da criação de carpa -prateada em tanques-rede no Lago Paranoá – Brasília (DF) com base nos processos conhecidos que influenciam a dinâmica deste subsistema, usando o software STELLA II.

Material e Métodos

O lago Paranoá (15°48' S e 47° 50' N) foi formado a partir do fechamento da barragem do Rio Paranoá, no ano de 1959, no intuito de gerar energia (Usina Paranoá) e estava proposto como elemento urbano da capital do país (Fonseca, 2001). A construção da barragem, a introdução de espécies exóticas e o posterior enriquecimento de suas águas (eutrofização) estabeleceram condições para um rápido aumento da produtividade pesqueira do Lago Paranoá (Ribeiro, 1998). Mais recentemente o laboratório de Biomanipulação da CAESB (Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal) realizou alguns experimentos, entre os meses de Julho e Janeiro de 2002, nos quais a carpa-prateada (*Hyphophthalmichthys molitrix*) foi criada em tanques-rede no Lago Paranoá (mais especificamente no Braço Riacho Fundo) sem o auxílio de ração, apenas alimentada pelas inúmeras espécies de algas e principalmente cianobactérias. Os resultados deste trabalho estão descritos em Leão & Starling (2002), mas apesar do tratamento estatístico dos autores, nenhum modelo foi montado para elucidar a fonte de fósforo usada para o rápido crescimento da carpa (ganho de peso de 1 kg em 200 dias). Desta forma neste trabalho fora utilizado estes dados para a elaboração, simulação e previsão do crescimento das carpas, incluindo o impacto delas na reciclagem de fósforo do lago. Os dados para a validação e calibração do modelo foram gentilmente fornecidos por Fernando L.R.M. Starling, chefe do Laboratório de Biomanipulação da CAESB.

Resultados

As variáveis de estado são: biomassas da carpa (g/m³), do zooplâncton (indv./l) e clorofila-a (mg/l). Já as variáveis forçantes, que influenciam no estado do ecossistema, são: fósforo (mg/l), nitrogênio (mg/l) e temperatura (°C). Pôde-se verificar que a variação da biomassa de alga acompanhou as curvas de fósforo e nitrogênio (limitantes) apesar de ser predado por zooplâncton e carpa ao longo tempo. As equações de transferência de material foram: CRESC (crescimento de alga), GRAZZ 1 (predação da carpa sobre alga), GRAZZ 2 (predação do zooplâncton sobre alga) e PRED (predação da carpa sobre zooplâncton).

Na equação CRESC, baseado na equação de Michaelis-Menten (Kremer & Nixon, 1987), ficou demonstrado a influência das variáveis, a ponto da variável fósforo interferir significativamente no período final de coleta, meses de Dezembro e Janeiro. Na equação GRAZZ 2, fórmula modificada de Steele (1974: apud Jorgensen, 1994), a taxa de crescimento de zooplâncton foi induzida pela temperatura ($MYZ = 0.65 * TEMPK$), equação de Chen *et al.* (1975: apud Jorgensen, 1994), e se demonstrou susceptível á mudanças nos parâmetros KTR (concentração inicial para “grazing”) e KZ (concentração média de saturação para “grazing”) encontrados em Jorgensen (1994), que oscilaram ao longo do tempo. A biomassa da carpa variou seguindo o modelo logístico, usando como biomassa máxima 700 (g/m³), e apresentou maior predação sobre o zooplâncton, do que sobre a alga, nos meses de Dezembro e Janeiro. O modelo foi calibrado (mudanças nos valores dos parâmetros) comparando-se os valores observados para as variáveis de estado com os calculados pelo modelo.

Conclusão

As curvas dos dados calculados pelo modelo acabaram por seguir as inúmeras e abruptas mudanças ocorridas nos valores observados, e são poucas às vezes em que eles ultrapassam os limites máximos e mínimos destes, evidenciando um bom ajuste. Entretanto o ajuste perfeito do modelo pode ter sido prejudicado pelo fato do intervalo entre as coletas ser grande (30 dias). Principalmente por se tratar de relações tróficas que apresentam elevada dinamicidade em suas interações, como fito-zooplâncton. Segundo o modelo o crescimento fitoplânctônico é limitado pelas variáveis abióticas aplicadas e corresponde ao famoso modelo presa-predador de Lotka e Volterra. Em que apesar de aparentar total aleatoriedade, alguns sistemas aperiódicos possuem uma ordem intrínseca, indicando que a distribuição de valores não é aleatória, e sim fortemente influenciada pela disponibilidade de presas.

Referência Bibliográfica

- Angelini, R. 2000. *Ecologia e modelagem matemática*. Rev. Ciênc. Biol. Ambient. PUC-SP. V.2, n.2, p. 225-242, maio – ago.
- Fonseca, F. O. 2001. *Olhares sobre o Lago Paranoá*. Brasília : Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.425p.
- Jorgensen, S. E. 1994. *Fundamentals of Ecological Modelling*. 2 ed.Elsevier – Amsterdan. 628 p.
- Kremer, J.N & Nixon, S.W. 1987. *A Coastal Marine Ecosystem – Simulation and Analysis*.Ed. Springer-Verlag (NY). 215 p.
- Ribeiro, M. C. L. B. 1998. *Conservação da Integridade Biótica das Comunidades de Peixes nas Bacias Hidrográficas de Distrito Federal*. Relatório Técnico Final, 312 p.
- Leão, A. R. & Starling, F. L. R. M. 2002. *Aqüicultura ecológica de peixes filtradores em tanques-rede como ecotecnologia para restauração da qualidade da água em reservatórios tropicais eutrofizados*. 22º Congresso de Educação Sanitária e Ambiental – Brasília.
- Odum, E. P. 1989. *Ecologia*. Ed. Guanabara. Rio de Janeiro.
- Von Bertalanfy, L.1968. *Teoria Geral dos Sistema*.Ed. Vozes (RJ). 351p.
- Xie, P. & Liu, J.2001. *Practical Success of Biomaniplulation using Filter-feeding Fish to Control Cyanobacteria Blooms*. Rev .TheScientificWorld.n.1.337–356 p.