



Preparação de software em TrueBasic e planilhas em Excel com recursos Visual Basic para simular minimodelos de comportamento dinâmico de sistemas ecológico-econômicos

Giovanna Monteiro Rodrigues¹; Enrique Ortega Rodriguez²

¹Graduanda em Engenharia de Alimentos - FEA/Unicamp

²Professor Doutor Departamento de Engenharia de Alimentos (Orientador)

1. Introdução

O crescimento econômico solucionou alguns desafios da civilização ocidental, mas ao mesmo tempo, criou novos e graves problemas sociais, ambientais e climáticos. Antigamente a população e a economia dependiam dos recursos do ambiente (ar, água, biomassa, solo, biodiversidade), mas hoje, dependem do petróleo, como energia e como insumo material na indústria.

Os limites físicos para o crescimento da sociedade estão relacionados à capacidade do planeta de fornecer recursos e de absorver resíduos. O meio ambiente está sobrecarregado devido ao uso exponencial de recursos não renováveis, a produção de substâncias tóxicas para o ambiente e ao aumento da população e da pobreza. Temos como alternativas, caminhos o desastre econômico ou a preservação da vida no planeta (MEADOWS; RANDERS; MEADOWS, 2005).

A sociedade sofre graves problemas culturais, ambientais, econômicos e energéticos que derivam do modo de interagir com a natureza e com os outros grupos sociais. Para enfrentar o desafio da época, do ponto de vista científico, é necessário desenvolver uma visão holística com base na termodinâmica dos sistemas abertos, que permita analisar as tendências do passado e prever cenários de futuro, pensando em novos fundamentos para a geração de políticas públicas efetivas.

A Dinâmica de Sistemas (J.W. FORRESTER, 1918-2016) é um campo da ciência que usa a modelagem e simulação para observar as variáveis-chave de um sistema ao longo do tempo, que destaca a importância dos laços de retroalimentação (RICHARDSON, 2011). Integrando essa teoria, com Ecologia e Termodinâmica, o professor Howard T. Odum, da Universidade da Flórida, junto com seus alunos e colaboradores, desenvolveu uma metodologia de avaliação de sistemas, que usa como unidade de medida a energia solar equivalente ou energia (ORTEGA et al, 2008).

A energia é definida como todo o trabalho realizado pela natureza e a sociedade humana para produzir um recurso a partir das energias potenciais que a biosfera recebe em base anual (radiação solar, força gravitacional lunar, calor interno) e, também, dos estoques acumulados em longos períodos de tempo, como o carbono sequestrado e a informação (ORTEGA, 2001). A metodologia emergética é composta de duas ferramentas principais: (a) a contabilidade de sistemas considerando um período curto de tempo, e a (b) a modelagem e simulação, de sistemas naturais e antrópicos, para períodos mais amplos de tempo



visando explicar o comportamento histórico prévio e a previsão de cenários de futuro (ODUM, 1996).

Essas duas ferramentas têm sido usadas, de forma independente, nas últimas três décadas por muitos pesquisadores e alunos associados ao Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada (LEIA) da FEA/Unicamp. O conhecimento adquirido nesses anos (ONCKEN 2017, CCOPA RIVERA, 2003; SCARIOT, 2008) permite propor a integração das duas ferramentas para analisar fenômenos de longa duração, como a “avaliação do efeito e as perspectivas das práticas e das políticas de alimentação” (SANTOS e ORTEGA, 2019).

Esta pesquisa usou a técnica de simulação de minimodelos para estudar o comportamento dos sistemas alimentares de alta complexidade, nos quais interagem o meio ambiente, a população e a economia. Com ajuda desses minimodelos é possível entender a evolução da vida e o processo histórico de surgimento dos diversos modos de produção e consumo e prever os diversos cenários futuros (ODUM, 1996).

2. Resultados obtidos

Para obter as planilhas Excel com comandos deslizantes, inicialmente, foi preciso um estudo sobre modelagem e simulação adotados por Odum no livro **Modeling for all scales: an introduction to system simulation**, para que fosse possível compreender os conceitos e símbolos utilizados.

A partir do diagramas e de alguns programas em True Basic citados no livro, foi possível desenvolver programas em linguagem True Basic atualizada e também, desenvolver outros programas que não estavam descritos no livro.

Após essa etapa, foi iniciada a preparação de planilhas de Excel com comandos deslizantes, que facilitam a visualização dos gráficos e seu entendimento, uma vez que os valores dos parâmetros podem ser facilmente alterados enquanto se observa imediatamente, o que as variações geram no gráficos produzidos. Para ser possível a implementação do recurso, foram necessários estudos e testes.

Nas Figuras 1, 2 e 3, podemos observar o resultado final de três dessas planilhas.

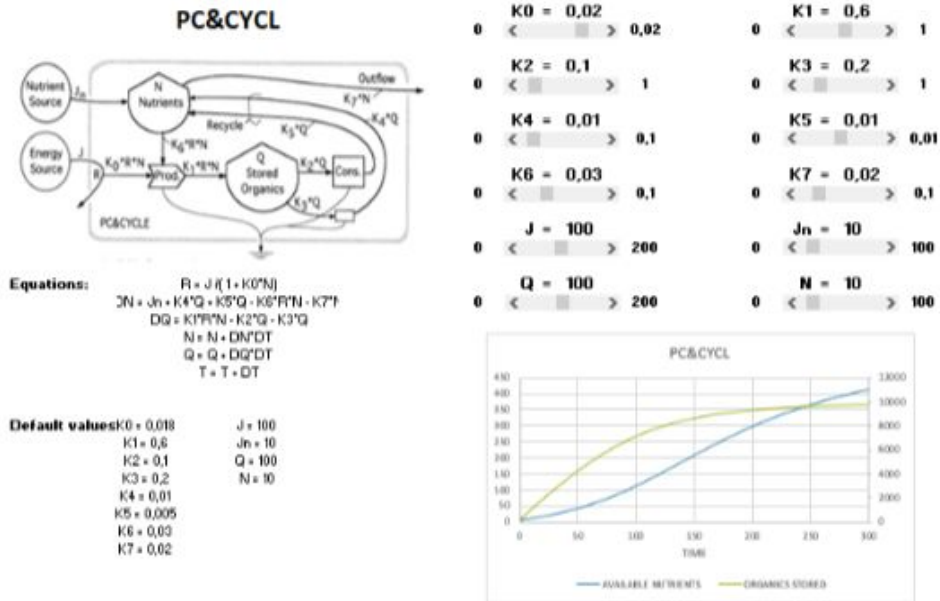


Figura 1. Tela da Planilha Excel com comandos deslizantes do modelo PC&CYCL

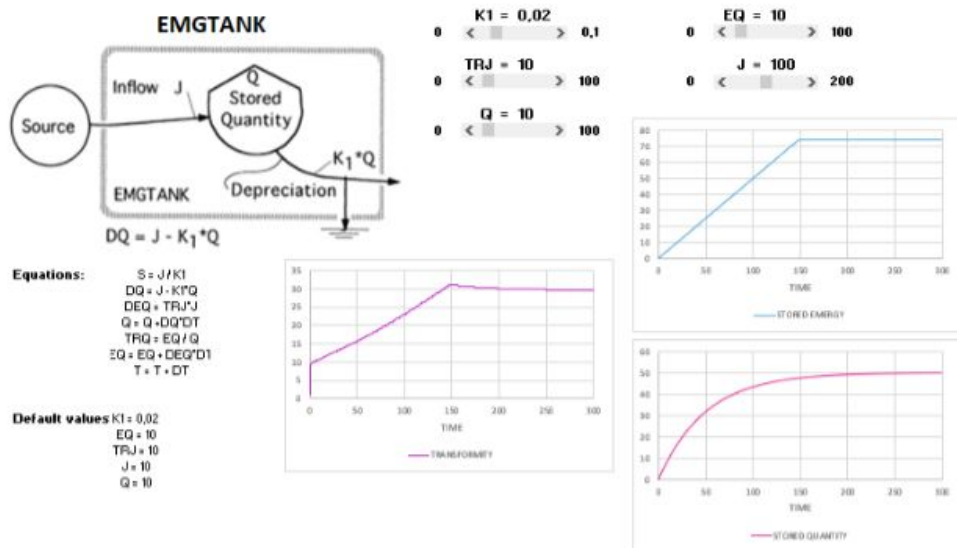


Figura 2. Tela da Planilha Excel com comandos deslizantes do modelo EMGTANK

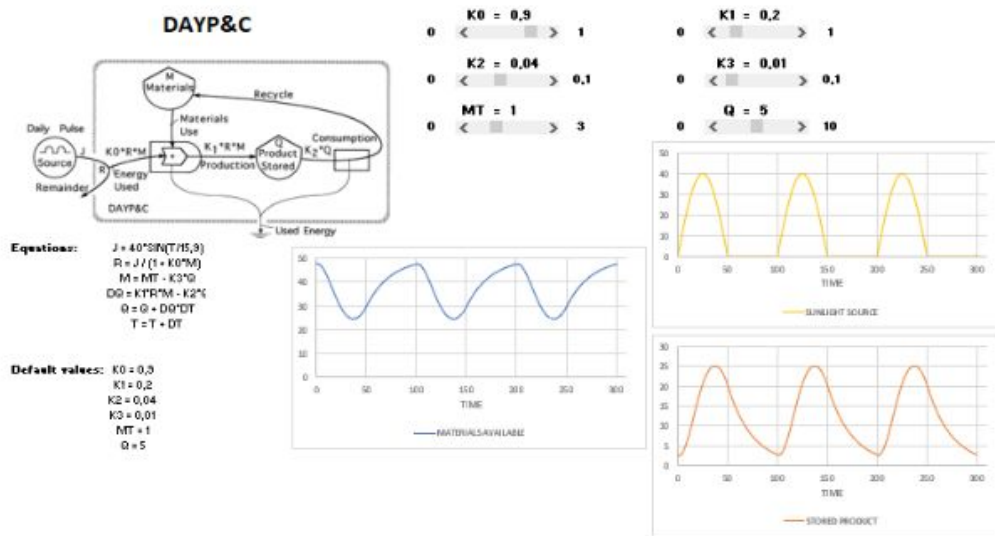


Figura 3. Tela da Planilha Excel com comandos deslizantes do modelo DAYP&C

3. Referência bibliográfica

CCOPA RIVERA, E. A. Modelo sistêmico para compreender o processo de eutrofização em um reservatório de água / Elmer Alberto Ccopa Rivera, Campinas, SP: [s.n.], 2003.

MEADOWS, D.; RANDERS, J.; MEADOWS, D. Limits to Growth- The 30 Year Update. London: Earthscan, 2005.

ODUM, H. T. Environmental Accounting: EMERGY and environmental decision making. New York: John Wiley & Sons Inc, 1996. 384 p.

ODUM, H. T. e Odum, E. C. Modeling for all Scales: An Introduction to System Simulation. Academic Press, 2000.

ONCKEN, M. P. Aprimoramento do Software Emergy Simulator para modelagem e simulação dinâmica de sistemas. 2017. 138 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2017

ORTEGA, E.; ZANGHETIN, M.; TAKAHASHI, F. Como funciona a natureza? Conceitos básicos sobre a biosfera, os ecossistemas e a economia humana. p. 1–34, 2008. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/modulo1.pdf>>. Acesso 08 de novembro 2020.

PIMENTEL, D., AND PATZEK, T. Ethanol Production Using Corn, Switchgrass, and Wood and Biodiesel Production Using Soybean. Plants for Renewable Energy. Haworth Press, Binghamton, NY in press.2007.

RICHARDSON, G. P. System Dynamics. In: GASS, S.; HARRIS, C. (Eds.). Encyclopedia of Operations Research and Management Science. [s.l.] Kluwer Academic Publishers, 2011.



SANTOS, A.B.G.F.; ORTEGA, E. A Proposal for Global and Local Food Policies Modelling.2019. Food and Public Health, 2019 9(1), pp. 11-20.

SCARIOT, M.R. Modelagem e Simulação Sistêmica de Rios: Avaliação dos Impactos Ambientais no Rio Mogi-Guaçu/SP. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2008.