



SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS, PRODUÇÃO PECUÁRIA E PRODUÇÃO CIENTÍFICA

DISCRETE EVENT SIMULATION, LIVESTOCK PRODUCTION AND SCIENTIFIC DEVELOPMENT

STIVARI, Thayla Sara Soares^{1*}, GAMEIRO, Augusto Hauber², NOGUEIRA, Marcos Silva³, SILVA, Rodolfo⁴, BRITO, Thiago Barros⁴

¹Doutoranda em Nutrição e Produção Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, Brasil. ²Professor do Departamento de Nutrição e Produção Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, Brasil. ³Engenheiro Naval – Consultor da Genoa DS, São Paulo, SP, Brasil. ⁴Doutorando em Engenharia Naval, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. *Autor para correspondência: thayla.stivari@gmail.com.

Introdução

Nos processos de tomada de decisão gerenciais nem sempre a intuição e a experiência prévia são suficientes, sendo necessárias análises mais elaboradas para a solução do problema. Com o objetivo principal de tomada racional de decisão, a Pesquisa Operacional (PO) pode ser a ferramenta de escolha. Concomitante ao grande avanço da tecnologia computacional, a técnica de Simulação pode ser considerado como o campo da PO que mais se desenvolveu nos últimos anos.

“Simulação” é um termo geral utilizado em várias áreas do conhecimento, contudo em PO pode ser definido como o processo de elaborar modelos de um sistema real e conduzir experimentos com estes, com o propósito de compreender o comportamento do sistema ou avaliar estratégias para a operação do mesmo (Mosef, 1997). A simulação tem sido cada vez mais aceita e empregada como uma técnica que permite ao pesquisador ou analista, dos mais diversos campos de atuação (economia, administração, engenharias, biologia, entre outros), averiguar soluções, com a profundidade desejada, aos problemas no qual lida diariamente. Por causa da sua versatilidade de aplicações torna-se impossível enumerar todas as áreas específicas nas quais a simulação vem sendo usada (Hillier e Liberman, 2006; Freitas Filho, 2008).

“O que aconteceria se?” é a pergunta mais frequente para pesquisadores que trabalham com modelos de simulação. É a pergunta a ser respondida. O principal apelo ao uso dessa ferramenta é que tais questões possam ser respondidas sem que os sistemas sob investigação sofram qualquer perturbação e a um custo e risco menor do que se fossem levadas a campos experimentais. Além de permitir o teste de muitos aspectos de uma mudança, sem comprometer recursos. Uma vez desenvolvido um modelo de simulação válido, pode-se explorar novas estratégias, procedimentos operacionais, arranjos físicos ou métodos sem perturbar o sistema real.

A simulação desempenha o mesmo papel em muitos estudos da PO. Entretanto, sua aplicabilidade é mais notada em estudos que se preocupem com o desenvolvimento de um projeto ou procedimento operacional para algum sistema estocástico, ou seja, um sistema que evolui probabilisticamente ao longo do tempo, usando-se distribuições de probabilidades para gerar aleatoriamente componente por componente, evento por evento, que existam ou ocorram no sistema (Hillier e Liberman, 2006). Quando a busca por uma solução ótima não é o pretendido, e sim onde o objetivo do estudo resume-se em tomar mais claras as possíveis consequências de um conjunto de decisões, a simulação é a ferramenta de escolha. Assim, por exemplo, é possível ter uma visão sistêmica do efeito que alterações locais terão sobre o desempenho global, examinar o comportamento do sistema.

Os modelos de simulação podem ser classificados como discretos ou contínuos. Nos modelos discretos, as variáveis de estado mantêm-se inalteradas ao longo de intervalos de tempo e mudam seus valores somente em pontos bem definidos; já nos modelos contínuos, as variáveis de estados podem mudar seus valores continuamente ao longo do tempo (Freitas Filho, 2008). A simulação de



eventos discretos (SED), na prática, é a mais utilizada, entretanto, pode haver sistemas mistos ou combinados, que possuam eventos discretos e contínuos.

Diversos são os trabalhos científicos encontrados na literatura internacional referente ao uso de SED nas áreas de engenharia de produção e gestão. A exemplo tem-se o trabalho desenvolvido Syberfeldt et al. (2008) que demonstraram a usabilidade da SED para os serviços de entregas postais na Suécia. O modelo elaborado necessitava simular o transporte de uma série de pacotes do correio, de diferentes destinos e por uma frota de veículos heterogêneos de modo com que os prazos estipulados fossem cumpridos, a um baixo custo e com baixa emissão de carbono. Os autores concluíram que a utilização da técnica é muito promissora uma vez que observaram soluções de 10% a 12% com menor custo, com 20% a 25% menos atraso e com 3% a 4% na redução da emissão de dióxido de carbono devido à otimização no serviço de transporte.

Não somente nas engenharias a técnica tem sido cientificamente reportada. Barahona et al. (2013) reportaram o uso da SED como ferramenta para se obter uma logística rápida e otimizada na gestão de respostas a desastres naturais, capturando de forma otimizada a estocagem de suprimentos, operações de distribuição, a incerteza da demanda e a progressão dinâmica das operações de resposta. Urach et al. (2013) por sua vez desenvolveram um modelo com base na avaliação de intervenções para melhorar o tratamento de pacientes com aneurisma de aorta abdominal (AAA), assim como identificar os de fatores de risco e de como eles determinam a escolha do modelo a ser aplicado. Segundo os autores, através da inclusão de várias propriedades específicas dos pacientes, o modelo não só forneceu comparação do estado atual da triagem, mas também forneceu informações de alterações na característica da população e suas respectivas consequências sobre casos de AAA.

Simulação de eventos discretos e produção pecuária

A técnica da simulação de eventos discretos pode ser aplicada nas mais diversas áreas do conhecimento e sua finalidade é avaliar o desempenho dos sistemas de produção, principalmente aqueles mais complexos, onde vários eventos, dependentes entre si, ocorrem ao mesmo tempo, como é o caso da produção pecuária. A oportunidade de aplicação da técnica da SED e sua contribuição para o desenvolvimento da pecuária é significativa. Trabalhos publicados na literatura estrangeira indicam o início do uso de modelos de simulação, não especificamente modelos de SED, na pecuária há aproximadamente 30 anos.

Trabalhos mais recentemente publicados que envolvem o uso de simulação de eventos discretos na pecuária inclui o desenvolvido por Guimarães et al. (2009). Os autores, utilizando dados de um capril leiteiro, propuseram um modelo que identificasse as políticas de gestão que afetassem o comportamento do rebanho após 10 anos de simulação. Os autores avaliaram o impacto da reprodução e taxas de mortalidade, um ou dois ciclos reprodutivos anuais sobre a produção e saúde econômica sobre mudanças na dinâmica do rebanho. Os autores concluíram que o modelo foi capaz de prever os impactos em políticas de gestão sobre a dinâmica do rebanho e sensibilidade para apoiar a atividade de cabra leiteira mostrando sua viabilidade como uma atividade agrícola que pode contribuir para a produção e renda nas pequenas propriedades. O uso de simuladores não necessariamente precisa trabalhar com rebanhos e não somente podem ser utilizados para prever desempenho ou impactos econômicos. Force et al. (2002) propôs a construção de uma ferramenta de simulação discreta baseado no indivíduo, no animal, com o objetivo principal de estudar e prever as consequências da ocorrência de mastite em rebanhos leiteiros tendo em conta as características individuais dos animais, parâmetros sazonais e pecuária. O modelo foi elaborado com a colaboração entre epidemiologistas da área e profissionais que trabalhavam com simulação. O programa de simulação desenvolvido obteve resultados satisfatórios frente aos especialistas de ambas as áreas. Os resultados individuais, que são gerados pelo simulador, podem ser usados para entender o comportamento peculiar da mastite no rebanho.

Cabe lembrar que os modelos de simulação de eventos discretos são executados e não resolvidos, como tradicionalmente ocorre com os modelos de otimização. Os modelos de SED



buscam, sobremaneira, descrever o comportamento de um sistema, construir teorias e hipóteses considerando observações *a priori*, e prever um comportamento futuro através do modelo, ou seja, prever os efeitos produzidos por alterações no sistema ou nos métodos empregados em sua operação. Dispor de uma ferramenta que ofereça aos técnicos e cientistas um método de análise que permita a avaliação e planejamento do emprego de tecnologias dentro do processo produtivo, no intuito de aprimorar o processo de gestão na produção animal e profissionalização na atividade pecuária, é uma atitude sustentável.

Simulação de eventos discretos e produção científica

Além da necessidade de se conhecer a viabilidade da produção, é fundamental que o sistema seja capaz de permitir a avaliação de eventuais ganhos propiciados pelo desenvolvimento científico e tecnológico. Sob o ponto de vista do desenvolvimento científico, há significativa dificuldade por parte dos pesquisadores de avaliarem o quanto – se efetivamente – suas tecnologias desenvolvidas agregam valor à sociedade, representada por produtores e consumidores. E isso pode ser possível com os modelos de simulação de eventos discretos.

O uso de modelos de simulação por SED aplicados à pecuária pode contribuir como ferramenta de orientação aos cientistas, no intuito de auxiliá-los a direcionar seus esforços de pesquisa. O custo com a experimentação a campo não se dá apenas em cunho monetário, na aquisição e/ou manutenção de rebanhos, mas também em disponibilidade de tempo de avaliação, mão de obra e infraestrutura. De acordo com Gonçalves (2004) o custo relativamente baixo, pouco risco em relação à experimentação diretamente no sistema real e a capacidade de suportar de maneira confiável as flutuações estatísticas são algumas das características que recomendam a utilização desta técnica. Com isso, a ampliação e usabilidade da técnica necessita ser difundida nos meios técnicos e acadêmicos, a fim de contribuir não com a extinção da experimentação a campo, mas sim na otimização dos recursos cada vez mais escassos nas linhas de fomento, avaliando previamente teorias, antecipando resultados experimentais e ainda realizando experiências que de outro modo seriam inacessíveis à realidade ou muito onerosas.

Considerações finais

Os modelos de simulação de eventos discretos podem contribuir tanto para a tomada de decisão dos agentes (produtores) quanto para a comunidade técnica e científica, uma vez que permitem avaliar o impacto prático de novas tecnologias bem como direcionar a elaboração de outras novas.

Referências bibliográficas

- BARAHONA, F.; ETE, M.; PETRIK, M.; RIMSHWICK, P.M. Agile logistics simulation and optimization for managing disasters response. In: WINTER SIMULATION CONFERENCE, 2013. **Proceedings...** of the 2013 Winter Simulation Conference. Washington: 2013, p.3340-3351.
- FORCE, C.; PEROCHON, L.; HILL, D.R. Design of a multimodel of a dairy cows herd attacked by mastitis. **Simulation Modelling Practice and Theory**, 1.8, p.543-554, 2002.
- FREITAS FILHO, P.J. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas**. 2. ed. São Paulo: Visual, 2008. 372 p.
- GONÇALVES, A. A. Gestão da capacidade de atendimento em hospitais de câncer. **Dissertação** (Doutorado em engenharia de produção). Rio de Janeiro : COPPE/UFRJ, 2004.
- GUIMARÃES, V. P., TEDESCHI, L. O.; RODRIGUES, M.T. Development of a mathematical model to study the impacts of production and management policies on the herd dynamics and profitability of dairy goats. **Agricultural Systems**, v.101, i.3, p.186-196, 2009.
- HILLIER, F.S.; LIEBERMAN, G.L. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 8. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.
- MOSEF, Y. **“Complex Simulation Systems”**. Society of Computer Simulation: Ghent, 1997.
- SYBERFELDT, A. GRIMM, H.; NG, M. et. al. Simulation-based optimization of a complex mail transportation network. In: WINTER SIMULATION CONFERENCE, 20, 2008. **Proceeding...** ACM, 2008. p. 2625-2631.
- URACH, C.; ZAUNER, G.; ENDEL, G.; WILBACHER, I.; BREITENECKER, F. A modular simulation model for assessing interventions for abdominal aortic aneurysms. In: WINTER SIMULATION CONFERENCE (WSC), 2013. **Proceedings...** of the 2013 Winter Simulation Conference. Washington, 2013, p.66-76.