

RISCOS *VERSUS* INCERTEZAS: UMA APLICAÇÃO EM BOVINOCULTURA DE CORTE CONFINADA.

JOÃO C. BRACARENSE¹, SÉRGIO F. MAYERLE², JOAQUIM O. PEREIRA³, JULIANO R. LAMB⁴, AMARILDO D. VICENTE⁵.

¹ Prof. Dr. do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – Grupo de Pesquisa SIMASCOMP – UNIOESTE, Cascavel/PR, bracarense@unioeste.br.

² Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção – UFSC, Florianópolis/SC.

³ Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Agrícola – UNIOESTE, Cascavel/PR.

⁴ Bacharel em Sistemas de Informação, Mestrando em Engenharia Agrícola – UNIOESTE, Cascavel/PR.

⁵ Prof. Dr. do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – UNIOESTE, Cascavel/PR

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: A pesquisa visa discutir formas de medição envolvendo incertezas aleatórias e não aleatórias. Constatou-se que para o tratamento de fenômenos naturais, a utilização aleatória é uma ferramenta bastante apropriada. Para medir incertezas não aleatórias, a utilização de variáveis difusas encontrou melhores respostas. O estudo de programação dinâmica difusa verificou uma maior eficácia para o tratamento subjetivo no contexto de Zadeh. A aplicação objetivou o desenvolvimento ponderal na bovinocultura de corte confinada, a identificação do melhor momento de comercialização do produto, bem como o melhor sistema de produção de animal considerando a data ideal de descarte do mesmo. Desta forma, o complemento da pesquisa se fez utilizando os estudos de séries históricas, apoiados nos modelos ARIMA, com dados coletados junto ao ICEPA-SC.

PALAVRAS-CHAVE: Previsão não aleatória, teoria da decisão, economia matemática.

RISKS X UNCERTAINTIES: AN APPLICATIONS IN BOVINE GROWTH IN CONFINEMENT

ABSTRACT: The research seeks to discuss mensuration forms involving aleatory and not aleatory uncertainties. It was verified that for the treatment of natural phenomenon, the aleatory use is a quite appropriate tool. To measure non aleatory uncertainties, the use of fuzzy variables found better answers. The study of fuzzy dynamic programming verified a larger effectiveness for the subjective treatment in the context of Zadeh. The application objectified the development ponderal in the bovinocultura of confined court, the identification of the best moment of commercialization of the product, as well as the best system of animal production considering the ideal date of it discards of the same. This way, the complement of the research it made using the studies of historical series, supported in the models ARIMA, with data collected ICEPA-SC close to.

KEYWORDS: Non aleatory forecast, decision's theory, mathematical economy.

INTRODUÇÃO: O desenvolvimento de ciências e análise da decisão tem dois eixos principais: a teoria da decisão normativa clássica (teoria formal), que visa otimizar uma função utilidade e a teoria da decisão descritiva (teoria factual), que trabalha em outra contextualização podendo envolver

problemas de análise verbal de valor visando atingir uma satisfação. A teoria de conjuntos difusos tem como característica a descrição dos elementos com a propriedade de não terem seus limites definidos precisamente, ou seja, os elementos dos conjuntos difusos expressam transições graduais de pertinência para não-pertinência, contrapondo-se a lógica bivalorada de Aristóteles, onde ou o elemento pertence a um conjunto ou ele não pertence. A distinção entre as duas abordagens diz respeito à existência do “princípio da contradição” e do “princípio do terceiro excluído”, somente na teoria clássica de conjuntos. A modelagem matemática, em geral, está calcada em um conjunto de hipóteses simplificadoras sobre o comportamento da realidade. A utilidade dos modelos assim construídos está diretamente condicionada a sua capacidade de predição. Desta forma, deve-se considerar as características essenciais do modelo – complexidade, credibilidade e incerteza – a fim de melhor retratar o ambiente de estudo. Em um sistema dinâmico para a tomada de decisão que melhor satisfaça o decisor, tem duas preocupações imediatas relevantes: exercer a decisão de forma subjetiva com critério e utilizar ferramentas adequadas para tratamento de incertezas. Yager (1980) mostra que a solução para um sistema de decisão envolve quatro principais subproblemas: listar as alternativas e os objetivos, medindo como cada alternativa satisfaz cada objetivo; determinar uma forma funcional para a combinação de múltiplos objetivos; pesquisar a alternativa de melhor solução, isto é especialmente importante quando as alternativas são enumeráveis; e tratar as incertezas nos resultados sobre as várias alternativas.

MATERIAIS E MÉTODOS: Muitos são os modelos disponíveis para estruturar o processo de tomada de decisão. A modelagem que se ressalta no contexto deste trabalho é a programação dinâmica. Esta ferramenta se caracteriza por apresentar um estado inicial conhecido, sujeito a leis de controle também conhecidas, que fazem o sistema em estudo evoluir para um estado final bem determinado. Em outros casos, especialmente em problemas operacionais, as leis de controle são sujeitas à atuação da natureza. No primeiro caso, diz-se que o problema é determinístico, no segundo, estocástico ou difuso, dependendo da sua natureza e definição. Bracarense (2002) apresenta um tratamento matemático para os estudos citados. Considerando, agora, a TAXIONOMIA SEARcH, (Bracarense, 2005), pretende-se definir as características de modelos que têm como estruturas os formatos: [(S) Estágio: (*discreto*, *finito*) / (E) Estado: *discreto* / (A) Ação: 0¹ / (R) Retorno: 0 / (cH) Horizonte de Planejamento: (0, *finito*)] ou [Estágios: (*discreto*, *finito*) / Estado: *continua* / Ação: 0 / Retorno: 0 / Horizonte de Planejamento: (0, *finito*)], no qual, os aspectos básicos são descritos a seguir. Os “Estágios” definem instantes nos quais são tomadas as decisões entre vender ou se desfazer de um determinado item e manter ou fazer a manutenção do mesmo. Eles são descritos de forma discreta e em uma quantidade fixa de períodos. Na Figura 1, os estágios são descritos pelos períodos n e $(n-1)$.

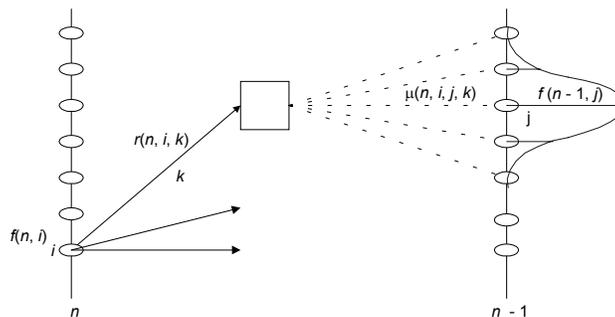


Figura 1 – Sistemas dinâmicos

¹ O símbolo ausente significa que são possíveis todas as combinações entre as respectivas propriedades, assim nos problemas da primeira estrutura se tem: Estágio de Modo *discreto* e Dimensão *finito*; Estado de Modo *discreto*; Ação pode assumir Modo *determinística*, *estocástica* ou *difusa*; Retorno pode assumir Modo *determinístico*, *estocástico* ou *difuso*; Horizonte de Planejamento, Modo *discreto* ou *contínuo* e Tempo de Terminação *finito*.

Os “Estados” determinam uma propriedade específica que se deseja caracterizar, como por exemplo, tamanho, peso, ou ainda o estado que o item se encontra, etc. Nas classes de modelo dadas acima, o estado é definido sobre dois aspectos: discreto e contínuo. A notação que se dá para a descrição de um estado i é o par ordenado (n, i) . Na Figura 1 são especificados dois estados (n, i) e $(n-1, j)$. As “Ações” identificam, a cada estágio, as possíveis opções existentes. Elas podem ser descritas de forma precisa, ou por intermédio de uma distribuição de probabilidade, ou ainda, de forma subjetiva calcada no sistema de valor da pessoa que está fazendo a escolha. As ações são identificadas pela letra k na Figura 1. O “Retorno” é gerado pelo sistema e determina o resultado pela opção escolhida. Assim, $r(n, i, k)$, determina o retorno que se tem em uma transição, dado que o sistema estava no estado (n, i) e tomou-se a ação k . O retorno pode ser determinado por: distâncias percorridas, tempo gasto, receitas, lucros, custos, prejuízos, consumo de recursos, etc. Ele pode ser determinado em modos diferentes, ou de forma certa, ou por uma função de distribuição probabilística ou subjetivamente. O “Horizonte de Planejamento” identifica o tempo do desenvolvimento do processo decisório. Nos modelos específicos, aqui tratados, eles são definidos por um período fixo e podem ter o modo discreto ou contínuo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES: Com intuito de mensurar um provável custo com alimentação, elaborou-se quatro dietas alimentares com poderes nutricionais diferenciados. Uma vez conhecida a série histórica do preço da ração no Estado de Santa Catarina foi possível simular os valores correspondentes a essas dietas alimentares. Assim, no início do processo, as rações do tipo 1, sugerem uma engorda na ordem de 0,7 kg por dia; a do tipo 2, o animal deve engordar em média 0,9 kg por dia; a do tipo 3, a engorda se dá em torno de 1,1 kg por dia e a ração do tipo 4, visa um ganho diário de 1,3 kg. A formação do lote de animais foi composta por bovinos magros pesando entre 255 kg e 285kg². De posse das séries históricas³ – preço da arroba do boi gordo, preço do boi magro, custo da dieta alimentar oriundas do ICEPA-SC e índice de preços por atacado levantado junto a FGV – foi possível elaborar as previsões para doze valores futuros. Através da função de autocorrelação amostral (FAC), Figura 2, é possível observar que a série diária do preço da arroba do boi gordo não decai rapidamente para níveis baixos caracterizando então a série como não estacionária nos níveis da variável, ou seja, ela necessita ser diferenciada para ser alcançada a estacionaridade. Por outro lado, a função de autocorrelação parcial (FACP), Figura 3, determina qual o tipo de modelo a ser estimado através do método de máxima verossimilhança. Do FAC e FACP tem-se que a série utilizada se comporta como um processo autoregressivo de ordem (p) , um processo de médias móveis de ordem (q) , ou um modelo tipo ARMA (p, q) , no qual combina parâmetros autoregressivos com médias móveis.

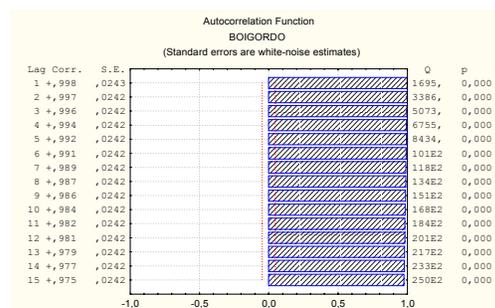


Figura 2: Função de autocorrelação amostral.

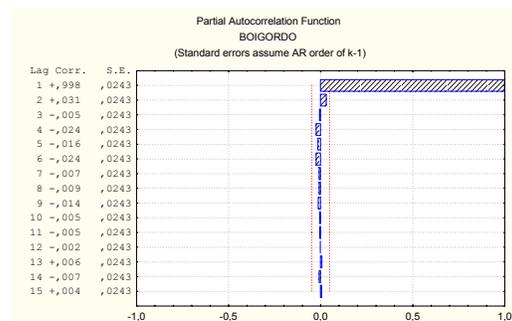


Figura 3: Função de autocorrelação parcial

² Na presente pesquisa o intervalo de peso formada de amplitude de 30 kg é denominado Estado, dentro do enfoque da programação dinâmica.

³ Dois estudos do preço da arroba de boi foram considerados: uma série histórica diária e outra mensal. Ao passo que para os demais dados, foram utilizadas apenas séries históricas mensais.

Nota-se que o modelo a ser estimado parece seguir o comportamento de um processo autoregressivo de primeira ordem ou um modelo do tipo AR(1), ou seja, um parâmetro autoregressivo com uma defasagem, assim a forma funcional é:

$$\nabla \hat{Y}_t = 0,009386 - 0,11663 \Delta Y_{t-1} \quad (1)$$

(1,822881) (-4,83195)

nos quais os valores entre parêntesis na equação estimada dizem respeito a estatística t. O parâmetro autoregressivo foi significativo ao nível inferior a 1% com 1694 graus de liberdade, enquanto que a constante estimada com o mesmo número de grau de liberdade foi significativa ao nível de 7%, sendo considerados aceitáveis estatisticamente. A performance do modelo estimada foi considerada adequada, uma vez que o quadrado médio dos resíduos (MSR) apresentou um valor de 0,05606, sendo superior a estimativa de média móvel com uma defasagem, que apresentou um valor de 0,0562.

CONCLUSÕES: O modelo matemático com características para apoiar as tomadas de decisão, utilizando conceitos oriundos da teoria de conjuntos difusos, foi elaborado para a utilização em três momentos distintos, evidenciando o modelo alternativo dinâmico específico. Desta forma, o modelo determinístico inserido na modelagem teve como aspectos próprios à anulação dos *spreads* das variáveis pré-definidas. Os resultados não incorporam análise de risco e incerteza, pela própria natureza da ferramenta. Verificou-se que seus resultados são pouco expressivos na realidade, uma vez que não consideram possíveis dispersões. A resposta encontrada na análise dos resultados dados pela modelagem estocástica mostrou uma particularidade interessante, onde todos os valores da política ótima foram coincidentes com os valores encontrados por Bracarense (1996). No entanto, o sexto estado, apresentou valores vizinhos resultantes bem caracterizados pela pertinência, identificando desta forma, que na ausência, por exemplo, da ração do tipo 3, a utilização de outros tipos de alimentos pode ser usada sem grande perda no processo de otimização. Dado que o modelo permite a utilização dos demais modelos dinâmicos alternativos, sem perda de análise crítica e análise de sensibilidade, foi possível identificar que a modelagem alternativa difusa engloba os conhecimentos das outras duas, indicando, inclusive que a direção do melhor resultado é coincidente às demais abordagens.

REFERÊNCIAS:

BRACARENSE, J.C. TAXIONOMIA SEARCH: classificação de problemas seqüenciais de múltiplos estágios. **XIX Semana Acadêmica de Matemática da Universidade Estadual do Oeste do Paraná** – Unioeste. 2005.

BRACARENSE, J.C. **Tratamento de Risco e Incertezas em Problemas de Tomada de Decisão Seqüenciais: Classificação, Modelagem e Aplicação.** Tese de Doutorado em Engenharia de Produção da Universidade Federal Santa Catarina, Brasil. abril. 2002.

BRACARENSE, J.C. **Otimização do Arraçamento do Sistema de Produção de Carne Bovina em Confinamento.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal Santa Catarina, Brasil. Junho. 1996.

YAGER, R. R. (1980). Fuzzy Sets, Probabilities, and Decision. **Journal of Cybernetics**, 10: pp. 1-18.