

UMA ABORDAGEM FUZZY PARA A AVALIAÇÃO ECONÔMICA E AMBIENTAL DE SISTEMAS DE TERMINAÇÃO CONFINADA DE SUÍNOS

ROHENKOHL¹, JULIO.E.; MARTINELLI² JR., ORLANDO; REYS³, MARCOS. A

¹ Economista, Doutorando do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Rural da UFRGS. Rua João Pessoa, 31, IEPE/UFRGS, Cep. 90040-000 - Porto Alegre -RS. Fone: (51) 3316 3281. @: julioroh@hotmail.com

² Economista, Prof. Doutor, Depto. Ciências Econômicas, CCSH- UFSM, Santa Maria - RS

³ Eng^o Agrícola, Prof. Doutor, Depto. de Educação Agrícola e Extensão Rural, CCR/UFSM, Santa Maria -RS

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

RESUMO: O artigo discute alguns aspectos para a escolha de sistemas de terminação de suínos e controle de dejetos na região do Vale do Caí (RS). A partir da teoria da lógica nebulosa e dos conjuntos nebulosos (fuzzy sets) apresenta um modelo analítico que compatibiliza variáveis econômicas – através do cálculo dos custos de produção da criação (terminação) de suínos–, com as percepções de suinocultores e de agrônomos quanto ao impacto ambiental de dois sistemas de terminação (cama sobreposta e esterqueira).

PALAVRAS-CHAVE: análise econômica e ambiental; lógica *fuzzy*.

A FUZZY APPROACH TO THE ENVIRONMENTAL AND ECONOMICAL EVALUATION OF CONFINED HOG TERMINATION SYSTEMS

ABSTRACT: The article discusses some aspects to the choice of hog termination systems and manure control at Vale do Caí region (Rio Grande do Sul State). From the fuzzy logic and fuzzy sets theories presents an analytical model which suits economical variables – through the calculation of the production costs (termination) of hogs- with the perception of the hog raisers and agronomists in respect to the environmental impact of two termination systems (overlapping bed and manure layer).

KEYWORDS: environmental and economical analysis; fuzzy logic

INTRODUÇÃO: A presença de diversos aspectos técnico-econômicos e sócio-ambientais na adoção dos sistemas confinados de terminação intensiva de suínos e controle de dejetos, tanto no sistema de cama de sobreposta como no que utiliza esterqueira, não permite que se tenham claros e definidos os critérios que atendam simultaneamente ao menor impacto ambiental negativo e ao menor custo de produção. Objetiva-se verificar por comparação entre os resultados do modelo de decisão de conjuntos fuzzy elaborado para a região produtora do município de Tupandi e arredores, no Vale do Caí - RS, qual o sistema de terminação confinada de suínos e controle de dejetos - o de cama sobreposta ou o com uso de esterqueira – é superior, considerando, simultaneamente, o potencial de impacto ambiental negativo e os custos econômicos.

MATERIAL E MÉTODOS: Partiu-se de uma análise do contexto da produção de suínos mundial para uma análise nacional e finalmente a caracterização da região de estudo e constituição do espaço amostral. O sistema de produção segundo GOMES et al. (1992), apresenta uma série de componentes básicos os quais podem ser coordenados em configurações técnico econômicas distintas, cada uma originando uma classificação de sistema de produção.

Diante de situações complexas, o uso da ferramenta de conjuntos fuzzy (ZADEH (1965), KLIR e FOLGER (1988)) permite moldar uma regra de decisão próxima aos valores sociais atuais e contribuir para a aproximação da análise teórica à realidade, lidando de maneira lógica com uma situação complexa e sujeita às diversas incertezas.

Seguindo RAGIN (2000), o trabalho analisa a diversidade das variáveis lingüísticas em uma tentativa de construir uma ponte entre a complexidade e a generalidade. Seguem-se as entrevistas aos suinocultores e técnicos através de questionários estruturados. Por fim, foram montados dois modelos de avaliação de impacto econômico e ambiental com a utilização de conjuntos fuzzy. O primeiro utilizou as informações de custo de terminação de suínos e as manifestações de 32 suinocultores

quanto a impacto ambiental negativo da suinocultura. O segundo utilizou os mesmos custos de terminação inter seccionados com as opiniões de dois agrônomos a respeito de impacto ambiental negativo. Em ambos seguiu-se a abordagem de raciocínio aproximado fuzzy. A comparação entre os resultados das interseções do módulo de impacto econômico com os módulos de impacto ambiental de cada sistema de produção gerou os resultados deste trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A análise de necessidade e suficiência foi efetuada para uma proporção de resultados explicados de 65% ao nível de significância de 10%, com ajuste de associação aos conjuntos-variáveis de 0,10 para mais ou para menos. No teste confirmou-se a necessidade e insuficiência para “ração barata” e “preço inicial do suíno baixo” para todos 19 dos 21 casos nos quais a associação do caso a custo baixo não foi nula. Cinco combinações causais passaram no teste de suficiência para alcançar “custo baixo”, ou seja, 5 combinações causas tiveram 65% dos casos (a 10% de significância e com ajuste de associação de 0,10) com graus de associação iguais ou inferiores à associação ao resultado “custo baixo” (tabela 1). Quatro caminhos apontados no teste para alcançar “custo baixo” envolvem os complementos (\sim) de “bom peso para abate”, ou de “alta rotação do capital”, ou de “baixa depreciação”, ou de “baixa mão-de-obra”. Eles demonstram que, em 65% dos casos, tendo “ração barata” e “preço do suíno inicial baixo” é possível alcançar um “custo baixo”. Assume-se a forte hipótese da impossibilidade de que as negações de “mão-de-obra baixa”, “bom peso de abate”, “alta rotação do capital” e “depreciação baixa”, sozinhas, sejam suficientes para causarem um “custo baixo”. Isto equivale a dizer que “boa conversão” associada a “bom peso de abate” prevalece sobre qualquer “piso” de graus de associação fuzzy das outras causas potencialmente suficientes para determinar o resultado.

Tabela 1: Extrato dos conjuntos suficientes em 65% dos casos com ajuste de 0,10 (graus de associação)

Produtor/ piso	Boa conversão \cap bom peso	\sim alta rotação do capital	\sim depreciação baixa	\sim mão-de-obra baixa	\sim bom peso	Custo baixo
A ripado	0,32	0,14	0,56	0,22	0	0,17
B liso	0,32	0,19	0,35	0,11	0	0,02
B' cama	0	0	0,04	0	0	0
C liso	0,44	0,83	0	0,33	0,56	0,05
D liso	0,04	0,57	0,49	0,22	0,96	0
E liso	0,24	0,60	0,34	0,22	0,76	0,14

O processo de raciocínio aproximado consiste na interseção dos conjuntos fuzzy de “custo baixo” de produção de suínos com um conjunto de “impacto ambiental no ar”, outro de “impacto ambiental nas águas”, e outro de “impacto ambiental da produção de suínos no solo”. Pode haver mais de uma combinação possível, constituindo cada uma um caminho ou uma possibilidade da base de regras fuzzy, de acordo com as diferentes situações e percepções da realidade.

A agregação das diferentes combinações plausíveis resulta no impacto econômico e ambiental possível do sistema de terminação em análise (cama ou esterqueira). A defuzzificação da área resultante da agregação pelo método da média dos máximos auxilia a comparação de impacto econômico-ambiental dos diferentes sistemas de terminação.

Os suinocultores avaliaram em termos de “alto”, “médio” ou “baixo” o impacto da produção de suínos no ar (impacto por eles percebido apenas pelo olfato), nas águas superficiais e no solo. Para a tradução desta expressão verbal em graus de associação quanto à inaceitabilidade ou aceitabilidade dos diferentes conjuntos estabeleceu-se que: “alto” corresponde a um grau de associação (μ) de 0,75; “médio” corresponde à ambigüidade ($\mu = 0,5$) e “baixo” corresponde ao grau de associação de 0,25.

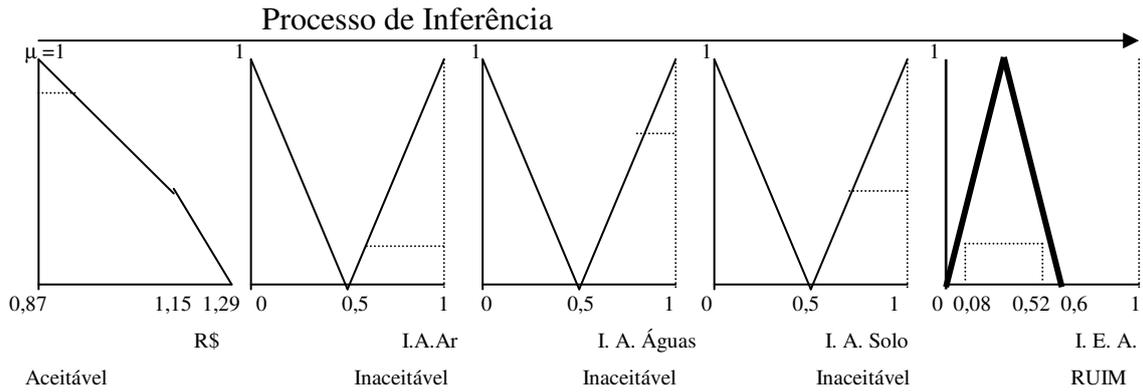


Figura 1: Custo baixo (aceitável) \cap impacto inaceitável no ar \cap impacto inaceitável nas águas \cap impacto inaceitável no solo = I. E. A. Ruim.

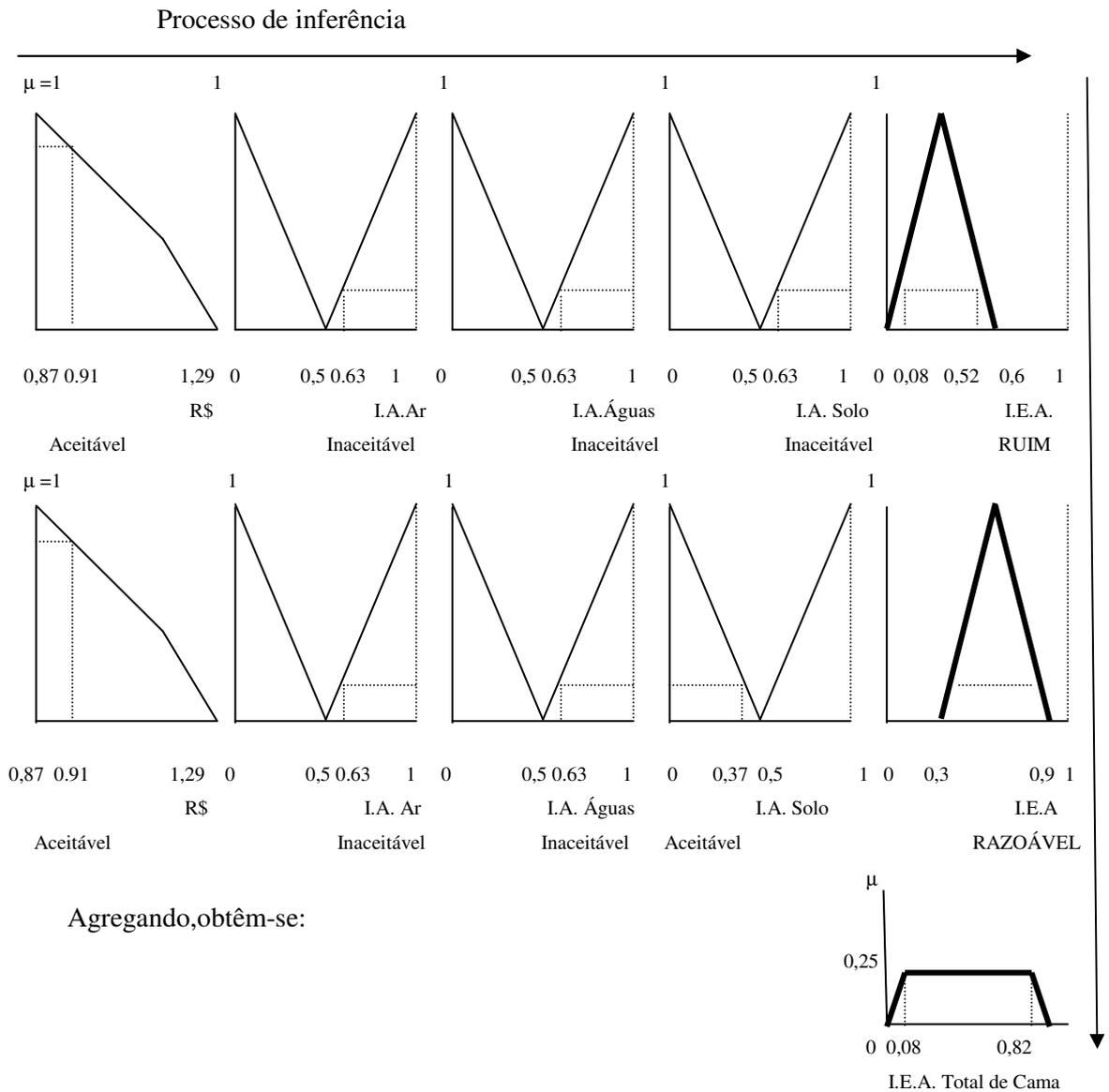


Figura 2: Processo de inferência para o sistema de cama sobreposta

As funções de associação utilizadas para os conjuntos de Impacto Ambiental são: $\mu = (x - 0,5) / - 0,5$, para aceitabilidade, ou seja, $0 \leq x \leq 0,5$, $x \in R^+$ e $\mu = (x - 0,5) / 0,5$, para inaceitabilidade, ou seja, $0,5 < x \leq 1$, $x \in R^+$; com $x =$ Impacto Ambiental.

A interseção dos conjuntos foi efetuada através do operador Mínimo (min) e a agregação das situações possíveis foi realizada pelo operador Máximo (max). A variável de saída é chamada de Impacto Econômico e Ambiental, variando de zero até um. Quanto mais próximo de um (1) o valor da defuzzificação, e quanto maior a área sob a decisão geral fuzzy, melhor o Impacto Econômico e Ambiental. Para a percepção dos suinocultores a base de regras fuzzy é a seguinte: quatro associações a conjuntos inaceitáveis implicam impacto econômico e ambiental (I.E.A.) muito ruim; três associações a inaceitável e uma a aceitável implicam I.E.A. ruim; duas associações a inaceitável e duas a aceitável resulta em I.E.A. razoável; uma associação a inaceitável e três a aceitável resulta em I.E.A. bom; quatro associações a aceitável resulta em I.E.A. muito bom. Para o sistema de terminação com esterqueira, a análise é apresentada na figura 1.

As funções de associação da representação *fuzzy* da conclusão I.E.A. RUIM são: $\mu = x / 0,3$, para $0 \leq x \leq 0,3$, $x \in R_+$ e $\mu = (0,6 - x) / 0,3$, para $0,3 < x \leq 0,6$, $x \in R_+$; com $x = \text{I.E.A.}$.

O I.E.A. RUIM é também o I.E.A. Total de esterqueiras, porque só há uma situação oriunda da percepção dos suinocultores. Como esta é a única combinação possível, a partir da tabulação dos questionários com os suinocultores, *defuzzifica-se* o resultado pela Média dos Máximos.

O I.E.A. Total para esterqueira é representado pelas seguintes funções de associação:

$$\begin{aligned} \mu &= x / 0,3, \text{ para } 0 \leq x < 0,08; & \mu &= 0,25, \text{ para } 0,08 \leq x \leq 0,52; \\ \mu &= (0,6 - x) / 0,3, \text{ para } 0,52 < x \leq 0,6; & \mu &= 0, \text{ para } x > 0,6; \text{ com } x = \text{I.E.A. e } x \in R_+ \end{aligned}$$

A Média dos Máximos dada por M.M. = $(0,52 + 0,08) / 2 = 0,30$.

Para o sistema de cama sobreposta, a análise é a apresentada na figura 2. Como duas regras base mostraram-se plausíveis, de acordo com os suinocultores, agrega-se através do operador Máximo (*max*) a duas conclusões *fuzzy* das regras base, e obtém-se a conclusão geral *fuzzy* de I.E.A. Cada conclusão de regra base contribui para a representação geral do I.E.A. plausível. As funções de associação das situações possíveis agregadas na I.E.A. Total de Cama são (para $x = \text{I.E.A.}$):

$$\begin{aligned} \mu &= x / 0,3, \text{ para } 0 \leq x \leq 0,08; & \mu &= 0,25, \text{ para } 0,08 < x < 0,82; \\ \mu &= (0,9 - x) / 0,3, \text{ para } 0,82 \leq x \leq 0,9; \text{ com } x = \text{I.E.A. e } x \in R_+. \end{aligned}$$

A Média dos Máximos para cama é M.M. = $(0,82 - 0,08) / 2 = 0,45$.

CONCLUSÕES: A interseção das opiniões de suinocultores e agrônomos utilizando apenas custo de produção, emissão de amônia e consumo de água indica que o sistema de esterqueira é superior ao sistema de cama sobreposta. As opiniões dos técnicos direcionam para um possível menor impacto no solo do sistema de cama. Além disso, como a redução de consumo de água na suinocultura esteve tradicionalmente relacionada com a preocupação de excessiva diluição dos dejetos, e não com o consumo e seu impacto sobre a disponibilidade de água, o conjunto fuzzy de impacto do consumo de água pode estar um tanto superavaliado. Uma representação mais próxima da realidade virá com o agravamento de suas conseqüências e do exame pormenorizado da questão. A importância dada pelos agrônomos ao impacto ambiental decorrente do consumo de água potável, nas circunstâncias que caracterizam a região recomenda extremo cuidado no processo de difusão do sistema de cama sobreposta, em áreas de características semelhantes. Embora o piso liso, como um subtipo do sistema de terminação de esterqueiras diverso do piso ripado desperdice mais água no manejo dos suínos, não se encontrou um parâmetro fuzzy para estabelecer esta diferença em termos de impacto ambiental. Assim, embora identificada a diversidade, ainda não foi possível retratá-la. Do ponto de vista econômico, ambos os subtipos são capazes de alcançar custos de produção baixos havendo divergências nos custos de instalações (inferiores em piso liso) e em conversões alimentares (melhor em piso ripado).

REFERÊNCIAS

- GOMES, M.F.M.; GIROTTO, A. F.; TALAMINI, D. J. D. Análise prospectiva do complexo agroindustrial de suínos no Brasil. Concórdia, SC: EMBRAPA – CNPSA, 1992. 108 p.
- KLIR, G; FOLGER, T. A. Fuzzy sets, uncertainty and information. Prentice-Hall, 1988.
- RAGIN, C. Fuzzy-set social science. Chicago. The University of Chicago Press, 2000.
- ZADEH, L. A. Fuzzy Sets. *Information Control* 8:338-53, 1965.