



MODELO MATEMÁTICO DE OTIMIZAÇÃO SOB INCERTEZA DE UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA ¹

Mariel Avozani², Benedito Silva Neto³

INTRODUÇÃO: A atividade de tomar decisões é crucial para as organizações. O ato de tomar decisões é inerente a todos os seres humanos e acontece o tempo todo. Ele acontece nas mais variadas circunstâncias, idades e posições sociais dos indivíduos. O problema da decisão é motivado pela existência de certos estados de ambigüidade que constam de preposições verdadeiras (conhecidas e desconhecidas). A tomada de decisões pode ser guiada instintivamente a processos de decisões que devem conduzir a um pensamento racional no ser humano. A programação matemática pode ser uma ferramenta interessante no auxílio à tomada de decisão, sendo, porém pouco utilizada, principalmente em UPA. Por outro lado, há uma grande disponibilidade de *softwares* bastante robustos e confiáveis. Com base nesta teoria, quer-se desenvolver um modelo de programação matemática de ajuda a decisão de agricultores em condições de incerteza. Através da análise técnico-econômica de UPAs diversificadas (com bovinocultura de leite), as quais devem permitir a obtenção dos coeficientes a serem utilizados nos modelos de programação, serão elaborados modelos partindo de diferentes critérios de tomada de decisão sob incerteza, onde em seguida se fará simulações para a comparação dos resultados. Partindo das simulações realizadas, será feito a escolha do modelo baseando-se no seu potencial para contribuir no processo de tomada de decisão (precisão dos resultados, facilidade de aplicação e de interpretação, etc.). Também será realizada uma revisão bibliográfica ao transcorrer do trabalho.

A TEORIA DA DECISÃO E A MODELAGEM DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO: A teoria da decisão trata do estudo dos processos de tomada de decisão desde uma perspectiva racional. Assim, pode-se associar um modelo matemático a cada uma das teorias que procuram explicar o processo de tomada de decisão. Dentre estas destacamos a Teoria Clássica, a da Utilidade e a da Racionalidade Limitada, como as mais relevantes. Teoria Clássica: As primeiras concepções sobre o processo de tomada de decisão são agrupadas sobre a denominação de Teoria Clássica. Tais concepções consideram que, os agentes econômicos: a) possuem todas as informações relevantes sobre as opções disponíveis para a sua decisão e sobre as consequências de cada uma destas opções; b) são infinitamente sensíveis às diferenças entre as opções e, c) são totalmente racionais na escolha de uma opção. Um problema de decisão relacionada à produção de acordo com a Teoria Clássica poderia ser descrito formalmente como:

$$\begin{aligned} &\text{Maximizar } c_i x_i \\ &\text{Sujeito às restrições} \\ &Ax \leq b \\ &x \geq 0 \end{aligned}$$

onde, $c_i x_i$ = resultado econômico esperado c por unidade de atividade x ; A = a matriz de coeficientes técnicos e financeiros; B = o vetor linha dos recursos disponíveis; Teoria da Utilidade: Os agentes econômicos não procuram maximizar os resultados em si, mas sim a utilidade que estes resultados econômicos apresentariam, não considerando, portanto, a



objetividade como um requisito para a racionalidade. Um problema de decisão relacionado à produção segundo a Teoria da Utilidade pode ser descrito como

$$\text{Max } U = c_i x_i + \alpha \sigma$$

Sujeito às restrições

$$Ax \leq b$$

$$x \geq 0$$

onde, $c_i x_i$ = resultado econômico esperado c por unidade de atividade x ; A = a matriz de coeficientes técnicos e financeiros; b = o vetor linha dos recursos disponíveis; Na Teoria da Utilidade ocorrem situações de risco que é denominada de incerteza probabilística. Partindo da função utilidade descrita acima,

$$\text{Max } U = c_i x_i + \alpha \sigma$$

para $\alpha = 0$, obtemos $U = c_i x_i$ ou seja,

$$\text{Max } c_i x_i$$

conforme descrito pela Teoria clássica, o que indica que esta pode ser considerada um caso particular da Teoria da Utilidade (no qual o agente econômico é indiferente ao risco). Racionalidade Limitada: baseada na idéia de que o tomador de decisão aceita perfeitamente decisões apenas satisfatórias. Esta abordagem estuda como as pessoas tomam decisões na prática, em situações onde existe complexidade, conflito de valores individuais, informações incompletas, inadequação do conhecimento, inconsistência nas preferências e nos comportamentos dos tomadores de decisão, e até capacidade de cálculo insuficiente dos computadores. É interessante salientar a solução que a Teoria da Racionalidade Limitada oferece ao problema da estabilidade da “função objetivo” e, conseqüentemente, à questão da adaptação. Tal função, segundo a Teoria da Racionalidade Limitada, pode não ser conhecida *a priori* pelo indivíduo, sendo definida ao longo do processo e não antes da tomada da decisão. A Teoria da Racionalidade Limitada pode tratar de situações de incerteza em geral, não apenas probabilísticas (de risco), como na Teoria da Utilidade. A noção de “satisfação” da Teoria da Racionalidade pode ser formalizada como:

$$c'_i x_i \geq S$$

$$Ax \leq b$$

$$x \geq 0$$

onde, $c'_i x_i$ = o resultado econômico c por unidade da atividade x ; S = o resultado econômico mínimo a ser obtido; A = a matriz de coeficientes técnicos e financeiros; b representa o vetor linha dos recursos disponíveis. Enquanto que em situações de risco pode-se dispor de um critério bem definido de decisão, o mesmo não ocorre em situações que envolvem outros tipos de incerteza. Em um ambiente de incerteza, várias regras de decisão têm sido propostas, destacando-se o: Critério de Wald, Critério de Hurwicz e Critério de Savage. RESULTADO: Com base no trabalho realizado até o momento, obteve-se alguns resultados na pesquisa de campo realizada em uma UPA, cujo sistema de produção agrícola é predominantemente de grãos e a atividade leiteira ocupa uma área menor. Utilizando o *software* Lingo, foi possível elaborar a função objetivo, a qual indica a diferença entre as receitas e o custo de cada atividade desenvolvida na propriedade. O modelo formulado no programa possui os seguintes grupos de restrições: superfície (inverno e verão); trabalho (todos os



meses do ano); energia, proteína, ingestão total; ingestão de volumosos; ligação entre as categorias do rebanho; ligação entre a área ocupada com pastagens e a área total das pastagens ao longo do ano; ligação entre a silagem distribuída ao longo do ano e a área total de silagem; ligação entre a ração consumida ao longo do ano e a quantidade total produzida. Os dados para o cálculo dos coeficientes utilizados no programa foram obtidos junto ao agricultor bem como, consulta à literatura especializada e o modelo encontrado através da solução é um modelo determinista. A solução indicada pelo modelo sugere que deveria ser maior a área cultivada com trigo mais o milho, ao invés da soja mais o trigo que é praticado atualmente pelo agricultor, a produtividade do leite permanece aproximadamente no mesmo nível de produção, observa-se também uma diferença no sistema de alimentação dos animais e o resultado econômico indicado na solução do modelo é maior do que o obtido pelo agricultor na realidade. PRÓXIMAS ETAPAS: A próxima etapa deste trabalho, será a implementação junto ao programa com o estudo da incerteza voltado para o modelo e realizar algumas simulações, também serão feitos outros estudos de caso em UPAs.

¹ Pesquisa realizada em âmbito do Projeto de Modelagem dos Sistemas de Produção Agropecuária.

² Aluna do Mestrado de Modelagem Matemática

³ Professor-orientador, Departamento de Estudos Agrários da UNIJUÍ