

# APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA NO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO: UM ESTUDO COM O EMPREENDEDOR AGRÍCOLA DA REGIÃO DE DIVINO/MG

**JERSONE TASSO MOREIRA SILVA, Dr.**

Universidade FUMEC  
tasso@face.fumec.br

**PABLO ASSUMPÇÃO LUNA CABRERA, Economista**

Universidade FUMEC  
pcabrera@zipmail.com.br

**LUIZ ANTÔNIO ANTUNES TEIXEIRA, Dr.**

Universidade FUMEC  
lantonio@face.fumec.br

## RESUMO

O trabalho busca analisar a importância da aquisição e avaliação da informação, enfatizando o método de análise hierárquica, que facilita a incorporação de considerações qualitativas e subjetivas dentro de fatores quantitativos para o processo de tomada de decisão. Procura-se hierarquizar os objetivos por meio de comparação paritárias, ou seja, a preocupação está na obtenção de pesos numéricos para alternativas com relação a subobjetivos e para com relação a objetivos de ordem mais elevada. Os procedimentos realizados evidenciam a complexidade do processo de tomada de decisão, em que, inicialmente, se hierarquizou em um primeiro nível o objetivo mais geral, que foi o de maximizar a satisfação do produtor; no segundo nível estão, em ordem de importância, os objetivos de maximização da margem bruta, minimização do risco, maximização da mão-de-obra de baixa qualificação e minimização dos danos ambientais.

**Palavras-chave:** informação, método de análise hierárquica, região de Divino, satisfação do produtor, processo de tomada de decisão.

## ABSTRACT

The objective of this paper is to analyze the importance of the acquisition and evaluation of the information, emphasizing the method of hierarchic analysis, such method facilitates the incorporation of qualitative and subjective considerations into quantitative factors for the process of decision taking. It is intended to hierarchy the objectives through a same level comparison, in other words, the concern is to obtain numerical weights for the alternatives with regard to subobjectives and an interaction with a higher order objectives. The procedures have shown that there is an evidence of a complexity in the process of decision taking, in which, initially, it was created hierarchies, in a first level, that was to maximize the satisfaction of the agricultural producer; in a second level, as an importance orderobtained, the profit margin maximization objective, risk minimization objective, low qualification labor maximization objective and environment impact minimization objective.

**Key-words:** information, method of hierarchical analysis, the region of Divino, producer satisfaction, decision making process.

## 1. INTRODUÇÃO

A conjuntura econômica internacional, caracterizada pela globalização do comércio internacional e pelo decréscimo gradativo dos subsídios e das barreiras não tarifárias, tem levado os países a intensificarem políticas que possibilitem o aumento da eficiência econômica, visando obter ganho de competitividade no mercado internacional.

No Brasil, a globalização tem seus reflexos mais marcantes na economia rural, acelerando, em anos recentes, uma transformação no arranjo espacial, que vinha se dando de forma mais moderada nas últimas duas décadas (BARROS, 1998).

De acordo com Barros (1998), os negócios agropecuários vêm experimentando mudanças de extrema importância à medida que vão sendo ocupadas áreas de fronteira, por meio de atividades que incorporem moderna tecnologia de produção. Paralelamente, atividades de apoio, como fornecimento de insumos, armazenamento e indústrias de processamento, estão se aglomerando ao redor das zonas de produção, atendendo ao princípio da racionalidade econômica, ou seja, o empresário rural tem procurado otimizar, por meio de um planejamento rigoroso, os arranjos das atividades no tocante a custos de produção, processamento, armazenamento, lucro, impactos ambientais, transportes, entre outros.

A necessidade de formular novas posturas gerenciais na busca da modernização dos sistemas produtivos é a preocupação básica do empreendedor rural para preservar a rentabilidade do negócio.

Taube Neto (1997), mostram que para se preservar essa rentabilidade, é necessário que haja não apenas o gerenciamento e o planejamento adequado do processo produtivo, mas também a harmonia entre as tecnologias de informação e o conjunto de mecanismos modernos de gestão.

Historicamente, o planejamento na agricultura vinha sendo obtido por meio de julgamentos baseados na experiência e intuição profissional, mas, em razão da elevada especialização e dos avanços tecnológicos dos sistemas de produção, foi estimulada uma crescente demanda para o desenvolvimento formal de técnicas de planejamento baseadas na construção e análise de modelos matemáticos.

Segundo Cochrane e Zeleny (1973), a formalização das técnicas de tomada de decisão deve levar em consideração o uso de computadores e a análise matemática associada a julgamentos humanos, intuição e experiência. A prática da tomada de decisão está ligada à avaliação das alternativas, todas satisfazendo um conjunto de objetivos pretendidos. No entanto, o problema está na escolha da alternativa que melhor satisfaça o conjunto total de objetivos.

### 1.1 PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA

Um dos principais ingredientes da atividade econômica tem se tornado a informação, e atualmente está bastante difundido o seu valor como recurso social e organizacional. Para Naisbitt (1982), a sociedade está vivendo o tempo dos parênteses, o tempo das eras. Esse tempo dos parênteses ocorre quando a sociedade se move de uma era industrial, centralizada, para uma era em que o uso da informação se torna chave para o sucesso.

Matchup, citado por Cronin e Gudim (1986), aponta que, à medida que uma economia se desenvolve e a sociedade torna-se mais complexa, uma proporção crescente da força de trabalho é necessária para operar a produção de conhecimento, para que a organização e a administração possam ser executadas eficientemente.

Muitos administradores acreditam que suas decisões devem ser baseadas, principalmente, em fatos sólidos e em análises cuidadosas, mas outros confiam na intuição e na experiência, aparentemente indiferentes às suas necessidades de informação. No passado, ambos os grupos tinham sucesso, mas os tempos mudaram. Atualmente, a tomada de decisão é mais complexa, em razão da interação de variáveis internas e externas, do envolvimento de muitos administradores no processo de tomada de decisão, dos problemas de recursos e de oferta, das implicações de mercado, dos fatores ambientais, do rápido ritmo da mudança tecnológica e do impacto do crescimento e da diversificação da produção.

Nesse sentido, os administradores precisam obter e usar informação relevante, que aumente seu conhecimento e reduza sua incerteza, que seja útil, portanto, para desenvolver planos estratégicos e para alcançar objetivos desejados. Conseqüentemente, pode-se afirmar que a infor-

mação é vital para a tomada de decisão, pois sem ela nenhum administrador pode exercer sua função eficientemente.

Vale ressaltar que todos os administradores precisam exercer certas tarefas ou funções administrativas básicas para alcançar metas. Os objetivos diferem, é claro, mas as tarefas básicas consistem, geralmente, em adquirir, alocar e controlar escassos recursos humanos e de capital. Em outras palavras, as funções de planejamento, implementação e controle são desempenhadas por todos os administradores, e o sucesso de qualquer negócio é determinado pelo sucesso da execução dessas atividades, o qual, por sua vez, depende da disponibilidade e da utilização das informações necessárias. Isso se deve ao fato de que as funções envolvem tomada de decisão, que precisa ter suporte em informação precisa, oportuna, completa, concisa e relevante, (SANDERS, 1974).

O sistema moderno de *agribusiness* ampliou os limites da atividade agrícola, de modo que a agricultura atual não se limita às porteiras das fazendas, mas abrange um conjunto muito mais amplo de atividades e setores. Deve-se considerar, ainda, a tendência de globalização da economia e de abertura do comércio com o Mercosul, que acarreta crescente competição da agricultura. Com isso, o processo de tomada de decisão do administrador rural tem-se tornado complexo, em razão das rápidas mudanças nas políticas governamentais, na legislação ambiental, nas novas tecnologias, nas regras de taxação, nas leis trabalhistas e no mercado internacional.

Sendo assim, as decisões que o produtor atual precisa tomar vão além de simplesmente decidir o que plantar e quando colher, pois mesmo essas decisões básicas requerem muito mais informações do que antes, uma vez que são complexas e requerem extensa experiência e conhecimento de eventos que envolvam um conjunto de variáveis interligadas, tal como a influência da produção de dado país no mercado mundial. Essa crescente complexidade da tomada de decisão deve persistir, e os produtores rurais deverão confrontar-se, cada vez mais, com leis severas, relacionadas com ambiente e trabalho, com a necessidade de avaliar o papel de novas tecnologias, e com métodos de agricultura sustentável e efeitos na mudança do

mercado internacional. Para atender a essas metas, os produtores rurais precisam de um bom sistema de informação.

Segundo Davis (1988), o valor da informação, em geral, é o valor da mudança do comportamento da decisão causada pela informação menos o custo da informação. Em outras palavras, dado um conjunto de decisões possíveis, um tomador de decisão selecionará uma com base na informação em mãos. Se nova informação causa uma decisão diferente a ser tomada, o valor da informação é a diferença no valor entre o resultado da antiga decisão e aquela nova decisão menos o custo de se obter a informação.

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo sobre a importância da informação na tomada de decisão agrícola e aplicar Métodos de Análise Hierárquica (MAH) com a finalidade de auxiliar os produtores rurais, da região da Zona da Mata, mais precisamente os produtores da região de Divino, nas atividades rurais. O método tem como objetivo facilitar a incorporação de considerações qualitativas e subjetivas dentro de fatores quantitativos para o processo de tomada de decisão. E ainda, de planejamento da estratégia de produção mais econômica e para o desenvolvimento em um dado período de tempo, considerando as informações disponíveis interna e externamente à propriedade rural.

O estudo é dividido em cinco seções, incluindo esta introdução. Na primeira seção discutir-se-á a importância da informação para o tomador de decisão e de sua avaliação, aborda itens relevantes do município de Divino que será o estudo de caso. Na segunda seção, apresentam-se alguns conceitos básicos e uma discussão sobre informação e tomada de decisão. O terceira será o referencial analítico, ou seja irá demonstra o instrumental aplicando o estudo de caso. A quarta seção vem apresentando os resultados obtidos durante a pesquisa e por fim a quinta seção apresentará a conclusão.

#### 1.1.1 O MUNICÍPIO DE DIVINO

O município de Divino esta localizada no interior do Estado de Minas Gerais, na Região da Zona da Mata, mais precisamente na microrregião de Manhuaçu. Abrangendo uma área de 339 Km<sup>2</sup>. Possui uma população de 18.675 habitantes, sendo 9.757 habitantes rurais e 8.668 habitantes urbanos.

A população ocupada, por setores econômicos em 1991 foi de 7.809 habitantes, sendo 5.916 no setor agropecuário (BDMG, 1989). A região não possui nenhuma indústria ou empresa de grande porte que possa favorecer as atividades econômicas e a sociedade. Muitos problemas são encontrados na região, como é o caso da localização.

A cultura de se produzir café é um problema. Os produtores rurais já possuem uma tradição antiga no plantio de café, tendo uma rígida tradição (difícil de se quebrar ou mudar este pensamento). Há uma resistência à mudança de cultura. É o único produto que possui valor e aceito pelos produtores rurais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 INFORMAÇÃO

É necessário esclarecer alguns conceitos básicos sobre a definição de informação, antes de iniciar a discussão sobre o processo de tomada de decisão e sobre a importância da informação nesse processo.

A informação é uma ação de informar ou informar-se; notícia recebida ou comunicada; espécie de investigação a que se procede para verificar um fato. Gerar e consumir informação deve estar na ordem do dia da atual geração de jovens, trabalhadores, empreendedores e, como tal, um item que, nos últimos tempos, passou a ser um dos mais importantes fatores determinantes para a manutenção do emprego, do sucesso ou fracasso de qualquer iniciativa. Seja qual for o seu grau de escolaridade/ instrução, experiência, esteja onde estiver localizado, seu futuro está atrelado à capacidade de buscar, processar e utilizar estas informações.

Lucey (1989), afirma que o conceito de informação é mais complexo e difícil do que o uso frequente dessa palavra possa sugerir. Informação é dado que foi interpretado e compreendido pelo receptor da mensagem. Deve-se notar que o usuário, e não somente aquele que envia (emissor) a mensagem, está envolvido na transformação de dado em informação. Há um processo de pensamento e compreensão envolvido, que faz com que dada mensagem possa ter diferente significado para diferentes pessoas. Implica, também, que dados analisados, resumidos ou processados, de forma a produzir mensagem ou relatório, convencionalmente con-

siderados como “informação administrativa”, somente o são se a mensagem for compreendida pelo receptor.

Nota-se, nos vários conceitos, que há uma preocupação com a diferenciação dos termos dados e informação. Dados são fatos, mensagens não-avaliadas ou matéria bruta informacional, mas não são informações, exceto em sentido restrito e detalhado. Para que sejam usados no processo de decisão, os dados passam por atos de intervenção e de interpretação, mediante análises estatísticas, econômicas e de avaliação, etc, que os transformam em informação, colocando-os em um contexto de um problema específico particular.

Para Chavas e Pope (1984), a informação pode ser considerada como um bem intermediário: ela é produto do processo de pesquisa que pode ser tanto externo à unidade econômica, no caso da aprendizagem passiva, como interno, no caso da aprendizagem ativa. Ela é também um insumo no processo de tomada de decisão, visto que modifica a distribuição dos parâmetros aleatórios de importância nas decisões econômicas.

Cronin e Gudim (1986) consideram a informação como recurso econômico que tem características econômicas que a distinguem dos bens físicos. Esses autores descrevem algumas características, como externalidades de prosperidade, incerteza do valor, consumo e durabilidade (não se esgota com o uso).

Outro conceito que merece ser esclarecido e que complementa os termos básicos que são utilizados neste estudo é o de sistema de informação. Sistema de informação é um conjunto de elementos inter-relacionados ou componentes que coletam, manipulam, processam e disseminam dados e informações. Tais sistemas podem ser de diferentes tipos e de complexidade variada, de acordo com as necessidades das organizações, o que não cabe aqui discutir com detalhes. No entanto, vale ressaltar que, principalmente nos países desenvolvidos, os sistemas de informações computacionais estão sendo atualmente bastante utilizados. A interação homem-máquina está crescendo rapidamente, com o desenvolvimento de novas tecnologias e com a expansão das existentes, abrangendo muito mais aspectos das atividades organizacionais. Além do uso tradicional, como controle de folha de paga-

mento e contabilidade, os sistemas computadorizados estão agora entrando em áreas administrativas complexas, como já o fazem muitas indústrias. Mediante comunicação, monitoramento, análises, sistemas especialistas e controle automático, os computadores irão tornar as operações agrícolas mais eficientes e mais produtivas, do que são atualmente (HOLT, 1985).

O processo de tomada de decisão é o centro da administração, e vários autores, sob a direção de autoridades como Simon (1977), consideram a tomada de decisão e a administração como termos sinônimos. Com poucas exceções, o trabalho desempenhado pelos administradores nas organizações envolve a tomada de decisão ou está relacionado com ela (RICHARDS e GREENLAW, 1973). O processo administrativo é visto, fundamentalmente, como tomada de decisão, isto é, o processo de avaliação, seleção e iniciação de ações. O administrador toma decisões na determinação dos objetivos. Similarmente, o administrador toma decisões de planejamento, de organização, de direção e de controle. A tomada de decisão está no centro de todas as funções que correspondem ao processo administrativo.

Simon (1977), sugere que o administrador divida seu tempo em três atividades: (1) descoberta de razão para a tomada de decisão; (2) descoberta do conjunto de ações possíveis; (3) escolha entre as ações alternativas. Ele descreve essas atividades como as fases principais da tomada de decisão.

Fica claro, portanto, que o processo de tomada de decisão é centralizado na mudança da posição atual do tomador de decisão para uma posição em que ele deseja estar. Os integrantes essenciais nessa definição generalizada são a existência de várias alternativas que o tomador de decisão possui e a escolha que envolve a comparação entre essas alternativas e a avaliação de seus resultados. Do ponto de vista do administrador, o processo de tomada de decisão pode ser definido como “uma série de passos que é iniciada com a análise da informação e culmina em uma resolução – a seleção dentre várias alternativas disponíveis e a verificação da alternativa selecionada (agora em algum ponto no futuro), para solucionar o problema” (THIERAUF, 1992).

Essas considerações acerca do envolvimento do usuário ressaltam a importância de se obterem conhecimentos amplos sobre os sistemas de informações, para que a implementação destes tenha mais chance de sucesso. Para que se possa realmente compreender o valor da informação, é preciso avaliar se o sistema atende a alguns requisitos, tais como auxílio ao processo de tomada de decisão, envolvimento do usuário, e outros, de forma a se ter uma idéia geral de como devem ser desenvolvidos os sistemas de informação agrícolas e quais são as características dos seus atuais usuários.

## 2.2 MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA

O Método de Análise Hierárquica (MAH), desenvolvido na década de 70 por Thomas L. Saaty, da Universidade da Pensilvânia é o adotado neste estudo para a geração dos pesos das funções-objetivo. O método tem como objetivo facilitar a incorporação de considerações qualitativas e subjetivas dentro de fatores quantitativos para o processo de tomada de decisão.

O MAH procura hierarquizar os objetivos por meio de comparações paritárias, ou seja, a preocupação está na obtenção de pesos numéricos para alternativas com relação a subobjetivos e para subobjetivos com relação a objetivos de ordem mais elevada. Por hierarquia entende-se um tipo particular de sistema, que é baseado no conceito de que as entidades, que tenham sido identificadas, podem ser agrupadas em conjuntos distintos, com as entidades de um grupo influenciando apenas um grupo e sendo influenciadas pelas entidades de apenas um outro grupo.

Para Alphonse (1997), a hierarquia não necessita ser completa; por exemplo, um elemento em um dado nível não precisa funcionar como um critério para todos os elementos no nível inferior. Nesse sentido, uma hierarquia poderá ser dividida em sub-hierarquias, compartilhando-se apenas o elemento comum mais importante.

De acordo com Saaty (1991), existem quatro vantagens em se utilizar um modelo de hierarquias: a) a representação hierárquica de um sistema pode ser usada para descrever como as mudanças em prioridades nos níveis mais altos afetam a prioridade dos níveis mais baixos; b) os sistemas naturais montados hierarquicamente desenvolvem-se mais

eficientemente do que aqueles montados de um modo geral; c) as hierarquias oferecem detalhes de informação sobre a estrutura e as funções de um sistema nos níveis mais baixos, permitindo uma visão geral dos atores e de seus propósitos nos níveis mais altos; e d) o modelo de hierarquias é estável e flexível, ou seja, é estável porque pequenas modificações têm efeitos pequenos e flexível porque adições a uma hierarquia bem estruturada não perturbam o desempenho.

Uma vez que o modelo hierárquico tenha sido estruturado para o problema, os tomadores de decisão participantes providenciarão comparações em forma de pares para cada nível de hierarquia, a fim de, com isso, obter o fator peso de cada elemento no nível observado, com respeito a um elemento no próximo nível mais alto. O fator peso oferece uma medida de importância relativa desse elemento para o tomador de decisão.

O MAH apresenta a possibilidade de identificar, além de levar em consideração, as inconsistências pessoais dos tomadores de decisão. Por inconsistência entende-se que os tomadores de decisão são raramente consistentes em seus julgamentos, com respeito aos aspectos qualitativos. O MAH incorpora tais inconsistências no modelo e oferece aos tomadores de decisão uma medida dessas inconsistências.

Para Schoemaker e Waid (1982), a grande vantagem do MAH está em sua habilidade em manusear problemas complexos da vida real e em sua facilidade de uso.

Outra vantagem a ser observada está no fato de que o MAH é uma ferramenta freqüentemente apreciada para decisão com múltiplos critérios, quando utilizada em problemas econômicos de países em desenvolvimento. Isto porque ele possibilita considerações sociais, culturais e outras não-econômicas que serão incorporadas no processo de tomada de decisão.

O método consiste em uma abordagem de tomada de decisão sob critérios múltiplos, no qual os fatores são arranjados em uma estrutura hierárquica, ou seja, decompõe-se um problema complexo em hierarquias, no qual cada nível será composto de elementos específicos. Os fatores, uma vez selecionados, são distribuídos em uma estrutura

hierárquica descendente e em níveis sucessivos, partindo de um critério no topo da hierarquia em direção aos demais critérios, subcritérios e subseqüentes alternativas de decisão. A intuição por trás do modelo MAH é apresentada a seguir.

Supondo que  $n$  atividades estejam sendo consideradas por um grupo de pessoas interessadas e que os objetivos do grupo sejam: a) desenvolver julgamentos sobre a importância relativa dessas atividades; e b) assegurar que os julgamentos sejam quantificados de modo que permitam uma interpretação quantitativa dos julgamentos entre todas as atividades.

O objetivo é descrever um método de derivação, a partir dos julgamentos quantificados do grupo, de modo que um conjunto de pesos seja associado às atividades individuais. Estes pesos devem refletir os julgamentos quantificados do grupo. Essa abordagem pretende tomar a informação resultante de (a) e de (b) utilizável sem omitir informações contidas nos julgamentos qualitativos.

O conjunto de atividades é definido como  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Os julgamentos quantificados dos pares de atividades  $(x_i, x_j)$  são representados por uma matriz  $A_{(n \times n)}$ :

$$A = (a_{ij}), \text{ (para } i, j = 1, 2, \dots, n). \quad (1)$$

Os elementos  $a_{ij}$  são definidos pelas seguintes regras:

1. Se  $a_{ij} = a$ , então  $a_{ji} = 1/a, a \neq 0$ .
2. Se  $x_i$  é julgado como de igual importância relativa a  $x_j$ , então  $a_{ij} = 1, a_{ji} = 1$  e, em particular,  $a_{ii} = 1$  para todo  $i$ .

Assim, a matriz  $A$  tem a seguinte forma:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1n} \\ 1/\alpha_{12} & 1 & \dots & \alpha_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/\alpha_{1n} & 1/\alpha_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Sendo os julgamentos registrados e quantificados em partes  $(x_i, x_j)$ , como elementos numéricos  $a_{ij}$  na matriz  $A$ , o problema agora é designar para  $n$  contingências  $x_1, x_2, \dots, x_n$  um conjunto de pesos numéricos  $w_1, w_2, \dots, w_n$  que reflitam

nos julgamentos registrados. Estes pesos devem refletir os julgamentos quantificados do grupo. Isso cria a necessidade de se descrever, em termos aritméticos precisos, como os pesos  $w_j$  devem relacionar-se com os julgamentos  $a_{ij}$ .

Segundo Saaty (1990), a descrição desejada deve ser desenvolvida em três etapas, partindo-se do caso especial mais simples para o mais geral.

Etapa 1: Supõe-se primeiro que os julgamentos sejam meramente o resultado de medidas físicas precisas. Por exemplo, os juizes recebem um conjunto de objetos  $x_1, x_2, \dots, x_n$  e uma balança de precisão. Para comparar  $x_1$  com  $x_2$ , eles colocam  $x_1$  em uma balança e lêem seu peso -  $w_1$  igual a 305 gramas. Então, pesam  $x_2$  e encontram  $w_2 = 244$  gramas. Dividindo  $w_1$  por  $w_2$ , encontram 1,25. Julgam então que “ $x_1$  é 1,25 vez mais pesado que  $x_2$ ”, registrando-se  $a_{12} = 1,25$ , ou seja,  $w_i$  é o peso relativo do elemento  $i$ . Assim, neste caso ideal de medida exata, as relações ente os pesos  $w_i$  e os julgamentos  $a_{ij}$  são simplesmente dadas por:

$$w_i/w_j = a_{ij} \text{ (para } i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

Etapa 2: Para permitir margem de desvios, deve-se considerar a linha ordem “ $i$ ” da matriz  $A$ . Nesse sentido, os elementos naquela linha são:

$$a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{in} \quad (5)$$

No caso exato, estes valores são os mesmos das razões:

$$w_i/w_1, w_i/w_2, \dots, w_i/w_j, \dots, w_i/w_n \quad (6)$$

Então, no caso exato, se o primeiro elemento daquela linha for multiplicado por  $w_1$ , o segundo elemento por  $w_2$  e assim por diante, obtém-se:

$$(w_i/w_1)w_1 = w_i, (w_i/w_2)w_2 = w_i, \dots, (w_i/w_j)w_j = w_i, \dots, (w_i/w_n)w_n = w_i \quad (7)$$

O resultado é uma linha de elementos idênticos, ou seja:

$$w_1, w_1, \dots, w_1 \quad (8)$$

em que, de modo geral, obtém-se uma linha de elementos que representaria o espalhamento estatístico dos valores em torno de  $w_1$ . Nesse sentido, é mais conveniente dizer que  $w_i$  seja a média desses valores. Conseqüentemente, em vez das relações da equação (3), devem-se assumir relações mais realistas, ou seja,  $w_i$  é igual à média de  $a_{i1}w_1, a_{i2}w_2, \dots, a_{in}w_n$ .

Mais explicitamente, tem-se:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \text{ (} i = 1, 2, \dots, n) \quad (9)$$

Etapa 3: À medida que  $a_{ij}$  é modificado, percebe-se que haverá uma solução correspondente da equação (9), isto é,  $w_i$  e  $w_j$  podem ser modificados para acomodar esta variação em  $a_{ij}$ , se  $n$  também sofrer modificações. Representa-se o valor de  $n$  por  $1_{\max}$ . Assim, o problema:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \text{ (} i = 1, 2, \dots, n) \quad (9)$$

$$w_i = \frac{1}{\lambda_{\max}} \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \text{ (} i = 1, 2, \dots, n) \quad (10)$$

tem uma solução que também é única. Em geral, desvios em  $a_{ij}$  podem levar a grandes desvios tanto em  $1_{\max}$  como em  $w_i, i = 1, 2, \dots, n$ . Entretanto, este não é o caso para uma matriz recíproca que satisfaça às regras 1 e 2. Neste caso, tem-se uma solução estável. Existe outro modo de armar esses conceitos em notação matemática, isto é:

$$\begin{matrix} & A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ A_1 & \left[ \begin{matrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{matrix} \right] & \left[ \begin{matrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{matrix} \right] & = & n & \left[ \begin{matrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{matrix} \right] \end{matrix} \quad (11)$$

A equação matricial (11) mostra que, multiplicando-se a matrix  $A$  pelo vetor de pesos, o resultado obtido será  $nw$ . Mais especificamente, tem-se a seguinte notação:

$$Aw = nw \quad (12)$$

em que  $A$  é uma matriz consistente. Segundo SAATY (1990),  $A$  é consistente devido à satisfação da seguinte condição:  $a_{jk} = a_{ik}/a_{ij}$ ,  $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ .

Contudo, pela teoria do autovalor, uma pequena perturbação próximo a um autovalor simples  $n$ , quando  $A$  é consistente, poderá incorrer em um problema de autovalor na forma  $Aw = \lambda_{\max}$ , em que  $\lambda_{\max}$  é o principal autovalor da matriz  $A$ , em que  $A$  talvez não seja mais consistente, mas continuando recíproco. A questão passa a ser até que ponto o peso  $w$  reflete a real opinião do *expert*.

Nesse caso, tem-se o que se chama de inconsistência da matriz, podendo ser capturada por um simples número  $\lambda_{\max} - n$ , o qual mede os desvios dos julgamentos de uma consistente aproximação. A matriz  $A$  é inconsistente se e somente se  $\lambda_{\max} = n$ . No entanto, é possível estimar o desvio de consistência por um índice chamado de índice de consistência, o qual é determinado por  $(\lambda_{\max} - n)/n - 1$ . Se o índice de consistência for menor do que 0,10, então os resultados são suficientemente precisos e uma nova avaliação não é necessária. Caso o índice de consistência registre valores acima de 0,10, os resultados podem ser arbitrários e as preferências devem ser reavaliadas ou descartadas.

Uma vez que o modelo hierárquico tenha sido construído, o tomador de decisão providenciará comparações paritárias dos julgamentos por ele determinados para cada nível de hierarquia. A interpretação da equação (12) pode ser obtida pelo Quadro 1.

Os valores recíprocos dessa comparação estão posicionados no lugar  $a_{ij}$  de  $A$ , de forma a preservar a consistência de julgamentos. Dados  $n$  elementos, o tomador de decisão, de fato, compara a importância relativa de um elemento com relação a um outro elemento, usando os nove pontos de escala no Quadro 1. Por exemplo: se o elemento 1 era fortemente preferível ao elemento 2, então ao  $a_{12}$  seria dado o *score* 5. Se o contrário for verdadeiro, então  $a_{12}$  assumiria um *score* de 1/5. Nesse sentido, a matriz de comparações paritárias seria chamada de matriz recíproca.

A metodologia de análise hierárquica é útil para formular problemas incorporando conhecimentos e julgamentos, de forma que as questões en-

volvidas sejam claramente articuladas, avaliadas, debatidas e priorizadas. Os julgamentos podem ser apurados por meio de contínua aplicação de um processo de realimentação, sendo conduzido para cada aplicação refinamento das comparações paritárias.

A Figura 1 mostra uma hierarquia com  $Z$  níveis em formato-padrão para o MAH. A hierarquia no MAH é construída de modo que fatores no mesmo nível pertençam a uma mesma classe e possam ser relacionados a fatores no próximo nível superior.

O nível mais alto em uma hierarquia reflete o objetivo geral ou o foco do problema de decisão, e o nível mais baixo na hierarquia contém as alternativas competitivas através das quais o objetivo final deve ser atendido.

### 3. REFERENCIAL ANALÍTICO

#### 3.1 O USO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA (MAH)

O método de análise hierárquica (MAH) consiste em se estruturar o problema de decisão na forma de uma hierarquia. Tem-se no primeiro nível o objetivo geral do problema de decisão; no segundo, os subobjetivos; no terceiro, outros fatores ou atributos; e, no  $Z$ -ésimo nível, as alternativas de decisão.

Para os modelos em análise neste trabalho, a estrutura hierárquica obedece, para o projeto analisado, o padrão descrito na Figura 2.

Como objetivo geral, selecionou-se a Maximização da Satisfação do Produtor. Os subobjetivos imediatamente inferiores correspondem à Maximização da Margem Bruta, Minimização do Risco, Minimização de Danos Ambientais e Maximização na Utilização da Mão-de-Obra de Baixa Qualificação. O último nível, representando as alternativas de solução, corresponde aos produtos selecionados para análise na região de Divino.

Associado ao processo de hierarquização, tem-se que a cada elemento encontra-se um valor referente a seu peso ou sua prioridade ( $W$ ), que representa o nível de importância ou influência que este elemento exerce em relação aos elementos presentes no nível imediatamente posterior. A quantificação desses níveis de influência se deu



## APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA NO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO: UM ESTUDO COM O EMPREENDEDOR AGRÍCOLA DA REGIÃO DE DIVINO, MG

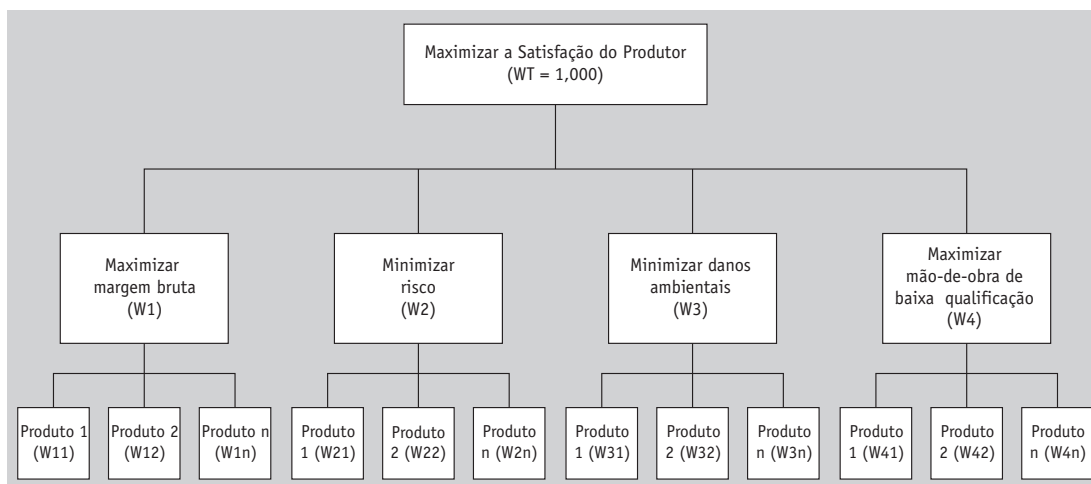


Figura 2 - Descrição geral das hierarquias utilizadas.  
Fonte: Elaboração própria

por meio de questionários respondidos por especialistas relacionados com a região de Divino. A partir daí, o MAH calcula os pesos que serão utilizados na elaboração de uma nova função-objetivo, incorporando então a idéia de múltiplos objetivos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA NA REGIÃO DE DIVINO

Para este tópico, estabeleceu-se uma estrutura hierárquica para cada um dos produtos considerados, seguindo o padrão descrito, anteriormente, na Figura 2. As hierarquias consideradas relacionam em um primeiro nível o objetivo mais geral de maximizar a satisfação do produtor; no segundo nível estão os objetivos de maximização da margem bruta, a minimização do risco, a maximização da mão-de-obra de baixa qualificação e a minimização dos danos ambientais; finalmente, o nível mais baixo apresenta as alternativas de cultivo e possíveis criações para a região de Divino, de acordo com as culturas selecionadas.

Para que se pudesse associar a cada elemento desta hierarquia um valor referente ao seu peso, foi necessário, inicialmente, enviar questionários para que *experts* envolvidos com a região de Divino pudessem fazer suas avaliações quanto a margem bruta por produtos na região estudada, nível de risco envolvido no cultivo das atividades, utilização de mão-de-obra de baixa qualificação e danos ambientais envolvendo a produção das cultu-

ras e no cultivo dos produtos aqui apresentados.

A utilização do programa computacional versão 9.0 para ambiente *Windows Expert Choice Decision Support Software* (1986), desenvolvido por Thomas L. Saaty, e Ernest H. Forman, da Universidade de Washington, contribuiu para a modelagem do problema na sua forma hierárquica apresentada pela Figura 3.

A estrutura hierárquica apresentada para a realidade da região de Divino indica que, entre os quatro objetivos sugeridos, o de maior importância é a maximização da margem bruta, seguido da minimização do risco, maximização do uso de mão-de-obra de baixa qualificação e, por último, minimização dos danos ambientais.

Observa-se pelos resultados que, para o objetivo margem bruta, a criação de gado de corte foi o que apresentou o nível de margem bruta mais elevado entre as nove opções analisadas, seguido da cana-de-açúcar, hortaliças e suínos. A margem bruta para o gado de corte é superior à do café devido à queda no preço do café nos últimos anos. As três culturas apresentadas com menores níveis de margem bruta foram a fruticultura, peixes e soja.

O segundo objetivo, de acordo com a estrutura hierárquica, indica que as três opções mais arriscadas são a cultura de hortaliças, criação de galináceos e peixe. As seis culturas que se destacam como sendo as menos arriscadas são a produção de frutas, a criação de suínos, a cana-de-açúcar, soja, o café e a criação de gado para corte, respectivamente.

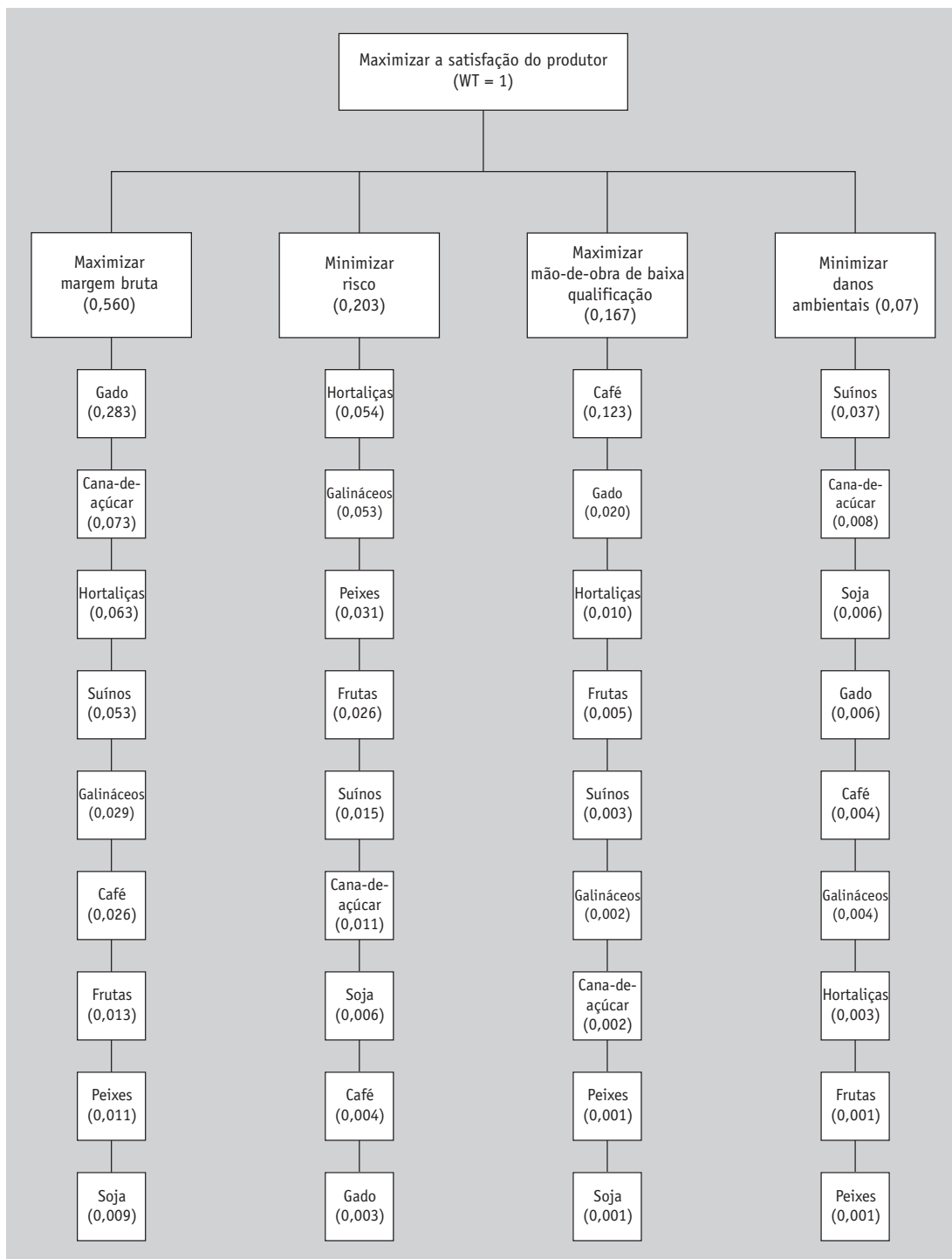


Figura 3 - Estrutura hierárquica e pesos resultantes para as culturas e criações da região de Divino.  
Fonte: Resultados da Pesquisa

O terceiro objetivo indica que a cultura que mais contribui para absorção de mão-de-obra de baixa qualificação é o café, seguida da criação de gado de corte e hortaliças, respectivamente. As opções que menos contribuem são a cana-de-açúcar, peixes e a soja.

O último objetivo analisado apresenta valores para danos ambientais muito baixos o qual representa o baixo interesse pelos produtores da região de Divino quanto aos danos ambientais que porventura poderão ser provocados com o mau manejo das criações ou com o uso excessivo de agrotóxicos. Observa-se pelos resultados que a criação de suínos é a atividade que mais prejudica o meio ambiente, sendo seguido pela produção de cana-de-açúcar e soja. As atividades que menos provocam danos ambientais são a produção de hortaliças, frutas e peixes.

A estrutura hierárquica apresentada para a região de Divino mostra um perfil avesso ao risco, além de incorporar fatores qualitativos que contribuem para a tomada de decisão.

## 5. CONCLUSÕES

O sucesso da administração da propriedade rural está diretamente relacionado com a eficiente utilização de todas as informações e técnicas disponíveis para o levantamento e a seleção das alternativas viáveis de produção. Isso garante que o processo de tomada de decisão associado à atividade seja desenvolvido de forma eficaz e consistente, de modo a limitar a possibilidade de falhas na sua execução e o surgimento de resultados imprevistos.

As vantagens operacionais dos sistemas de apoio à tomada de decisão são reconhecidas, uma vez que, de posse das informações relevantes e sabendo utilizá-las, o produtor rural aumentará seu conhecimento e reduzirá as incertezas, desenvolvendo, assim, planos estratégicos para alcançar os objetivos desejados.

Os procedimentos realizados evidenciam a complexidade do processo de tomada de decisão, em que, inicialmente, se hierarquizou em um primeiro nível o objetivo mais geral, que foi o de maximizar a satisfação do produtor; no segundo nível estão, em ordem de importância, os objetivos de maximização da margem bruta, minimização do ris-

co, maximização da mão-de-obra de baixa qualificação e minimização dos danos ambientais; finalmente, o nível mais baixo apresenta as alternativas de produção possíveis, para a região de Divino, de acordo com as culturas e criações selecionadas.

Existem outros produtos que podem ser explorados na região obtendo uma melhor satisfação. Os produtores podem direcionar sua produção para outros produtos e não se voltar somente para um produto como o café. O produto viável fica a critério do produtor diante sua análise hierárquica. A criação de gado de corte apresenta um resultado mais satisfatório para os produtores rurais dado a boa margem bruta, baixo risco e absorção de mão-de-obra de baixa qualificação.

De maneira sugestiva, é preciso gerar crescimento e desenvolvimento econômico nesta região, através da conscientização da sociedade de que outros produtos são mais satisfatórios e proporciona uma melhoria para economia. Além disso, é fundamental o apoio de entidades públicas e privadas mediante programas e incentivos aos produtores, ou seja, políticas estruturais.

Finalmente, o processo de tomada de decisão realizado de forma analítica, proporciona o aumento das chances de encontrar soluções acertadas para o problema levantado. Contudo, não há garantia do sucesso da decisão, uma vez que, dificilmente, o tomador de decisão terá condições de levantar a totalidade de alternativas para a solução dos problemas administrativos da propriedade e ter certeza quanto aos resultados advindos da implementação de qualquer uma delas, uma vez que existe um grau de incerteza no processo. Dentro do processo de tomada de decisão, a informação é ingrediente básico que precisa ser estudado e compreendido, a fim de que possa realmente contribuir para os procedimentos administrativos.

## REFERÊNCIAS

- ALPHONCE, C.B. Application of the analytic hierarchy process in agriculture in developing countries. *Agricultural Systems*, v. 53, p. 97-112, 1997.
- BARROS, G.S.C. A transição na política agrícola brasileira. In: Aguiar, D.R.D., Pinho, J.B.. **O agronegócio brasileiro: desafios e perspectivas**. Brasília: Sober, 1998.
- BDMG. Banco de desenvolvimento de Minas Gerais. **Economia mineira: diagnóstico e perspectivas**. Belo Horizonte, 1989. V.3, t.2

CHAVAS, J.P. & POPE, R.D. Information: its measurement and valuation. **American Journal of Agricultural Economics**, **66** (5): 705-710, 1984.

COCHRANE, J.L., ZELENY, M. **Multiple criteria decision making**. Columbia: University of South Caroline, 1973.

CRONIN, B. & GUDIM, M. Information and productivity: a review of research. **International Journal of Information Management**, **6** (2): 85-101, 1986.

DAVIS, M. W. **Applied decision support**. New Jersey, Prentice Hall, 1988. 251p.

HOLT, D.A. Computers in production agriculture. **Science**, **228** (4698): 422-427, 1985.

LUCEY, T. **Management information systems**. London, DP Publications, 1989. 254p.

NAISBITT, J. **Megatrends; ten new directions transforming our lives**, New York, Warner Books, 1982. 290p.

RICHARDS, M.D. & GREENLAW, P.S. **Management decisions and behavior**. Illinois, Richard D. Irwin, 1973. 655p.

SAATY, T.S. How to make a decision: the Analytic Hierarchy Process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, p. 9-26, 1990.

SAATY, T.S. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill/Makron Books, 1991. 367 p.

SANDERS, D.H. **Computers and management in a changing society**. New York, McGraw-Hill, 1974. 597p.

SCHOEMAKER, P.J., WAID, C.C. An experimental comparison of different approaches to determining weights in additive utility models. **Management Science**, v. 28, n.2, p. 182-196, 1982.

SIMON, H.A. **The new science of management decision**. New Jersey, Prentice - Hall, 1977. 175p.

TAUBE NETTO, M. Tecnologia das decisões – novo paradigma. **Agrosoft 2**, p 20-25, 1997.

THIERAUF, R.J. **User-oriented decision support systems accent on problem finding**. New Jersey, Prentice Hall, 1992. 170p.