



EMPREGO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA (AHP) NA SELEÇÃO DE VARIEDADES PARA O PLANTIO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Helder Gomes Costa

Roberto Nunes Moll

Laboratório de Engenharia de Produção
Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF)
Av. Alberto Lamego, 2000 – Campos dos Goitacazes – RJ
CEP 28.015-620 – Fax: (24) 726-3730
E-mail: hgc@uenf.br

Resumo

Este artigo propõe uma abordagem original para o tratamento do processo decisório, no problema de seleção de variedades de cana-de-açúcar para o cultivo por uma usina. Esta proposta está fundamentada no emprego do método de Análise Hierárquica (Analytic Hierarchy Process, AHP) para a resolução deste problema. Apresenta-se, também, uma breve revisão das funções da gerência agrícola na agroindústria.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, multicritério, MCDM, AHP.

1. Introdução

Atualmente os mercados mundiais encontram-se marcados por uma concorrência intensa. Conforme reportado em KANITZ (1995), após passar por um período de estagnação e incertezas, os empreendimentos na América Latina passam por um processo de “exposição acelerada” a este ambiente de concorrência. Este fato ocorre na esteira da globalização e se

reflete fortemente na indústria nacional, que necessita empregar processos competitivos e atualizados para sobreviver.

Neste contexto, o setor agrícola brasileiro experimenta processos tecnológicos e metodológicos que apresentam uma grande defasagem quando comparados aos praticados em outros setores da economia. A carência de métodos científicos e a dificuldade de implantá-los, quando estes estão desenvolvidos, torna ainda

Quadro 1 – Evolução da produção do setor sucro-alcooleiro no Brasil (1970-1996).
Fonte: AIAA (1996).

Ano	Área Colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (t/ha)	Açúcar (10 ⁶ t)	Álcool (10 ⁶ l)
1970	1.725.121	79.752.936	46.23	5,1	0,0
1975	1.969.227	91.524.559	46.48	6,3	0,6
1980	2.607.628	148.650.563	57.01	7,8	3,7
1985	3.912.042	247.199.474	63.19	8,7	11,6
1990	4.287.839	270.984.748	63.20	8,0	11,5
1995	4.565.449	303.557.343	66.49	13,2	12,7
1996	4.825.992	324.434.518	67.26	13,9	13,7

t – tonelada ha – hectare l – litro

mais desgastante e difícil o processo de atualização no setor.

No Brasil, a importância do tratamento da agroindústria é amplificada em função da extensão de terras agriculturáveis, nas quais desenvolvem-se diversas atividades agropecuárias, dentre as quais a atividade sucro-alcooleira. O Quadro 1, extraído de AIAA (1996), ilustra a evolução da produção desta atividade no Brasil no período de 1970 até 1996.

Conforme reportado em PINTO (1995), esta atividade tem sua importância amplificada na Região Norte Fluminense, onde a cana-de-açúcar é cultivada há mais de quatro séculos. Segundo o Sindicato da Indústria e da Refinação do Açúcar nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo (1996), a atividade sucro-alcooleira é responsável por 50% do PIB dos municípios abrangidos por este sindicato gerando em torno de 35 mil empregos diretos nestes municípios.

Na busca de soluções para o aumento da competitividade das empresas do setor sucro-alcooleiro, têm sido enfocadas a formação, avaliação e introdução de variedades de cana-de-açúcar, assim como a seleção da variedade mais produtiva para cada local. Neste contexto destaca-se a seguinte pergunta:

“Dentre as variedades disponíveis, qual deve ser plantada para se alcançar a melhor colheita possível?”

Apesar da existência de um grande esforço científico no âmbito do melhoramento genético das variedades, existe uma carência de investigações científicas no contexto específico do tratamento do processo decisório no âmbito da seleção/escolha da variedade a ser cultivada.

Diante deste cenário, no presente trabalho busca-se apresentar uma metodologia (fundamentado nos conceitos de Auxílio Multicritério à Decisão – AMD), desenvolvida para auxiliar a gerência agrícola no processo de escolha/decisão da variedade de cana-de-açúcar a ser cultivada em uma determinada área de plantio.

2. A Função Gerencial na Indústria Sucro-Alcooleira

Em uma indústria sucro-alcooleira, as responsabilidades da gerência agrícola são inerentes ao objetivo básico da mesma:

“Assegurar que a área industrial tenha, no momento certo e dentro de padrões de qualidade e eficiência adequados, um volume de matéria-prima que lhe permita cumprir as metas de produção”.

Quadro 2 – Grau de flexibilidade dos componentes ambientais na agroindústria.
Fonte: BRUGNARO & SBRAGIA (1982).

Componente	Influência predominante	Variáveis envolvidas	Tipo de dependência	Grau de flexibilidade
Clima	Na época de colheita	Distância Topografia Trafegabilidade	Metas empresariais	Baixo
Solo	No número programado de cortes	Fertilidade do solo Época de colheita	Metas empresariais Época de colheita	Médio
Planta	Na eleição de variedades	Características varietais	Metas empresariais Época de colheita N.º de cortes	<u>Alto</u>

A responsabilidade crítica da gerência agrícola envolve o planejamento, a execução e o controle da produção de cana-de-açúcar. Essa responsabilidade abrange a maioria das tarefas da gerência agrícola, que podem ser agrupadas em duas categorias:

- Formação e condução da lavoura.
- Execução da colheita e abastecimento.

No planejamento agrícola, examinam-se os componentes ambientais que condicionam a capacidade produtiva e operacional da usina. Esta tarefa inclui a caracterização *climática, edáfica e varietal* locais. O Quadro 2, extraído de BRUGNARO & SBRAGIA (1982), ilustra o grau de flexibilidade associado a estes componentes.

Deste quadro, observa-se que o componente varietal é o que tem maior grau de flexibilidade. Sabe-se ainda que existe uma grande gama de variedades de cana-de-açúcar com diferentes características. Estas constatações contribuem para uma situação de escolha/decisão complexa e rica.

3. Descrição do Problema Abordado

Dado um conjunto $\underline{A} = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ de variedades de cana-de-açúcar possíveis de

serem utilizadas para o plantio (soluções viáveis), o problema consiste na escolha da variedade mais adequada. A Figura 1 busca ilustrar este problema, que costuma manifestar-se nos seguintes contextos:

- Na indicação de nova variedade para teste inicial de adaptação.
- Na escolha de variedades para ampliação ou para redução de área cultivada.

Em ambas situações, o processo de seleção de variedades de cana-de-açúcar envolve a análise de desempenho das espécies viáveis à luz de diferentes aspectos ou critérios.

4. Metodologias Usais Empregadas na Resolução do Problema

Nos processos usuais de escolha de variedades de cana-de-açúcar empregam-se informações presentes nos censos varietais produzidos por instituições como a Cooperativa Central dos Produtores de Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo (COPERSUCAR).

Conforme reportado em COPERSUCAR (1995a, 1995b), a partir de 1981 o Centro de Tecnologia/COPERSUCAR realiza todos os anos um censo varietal quantitativo. Os dados são coletados para os diversos tipos de colheita

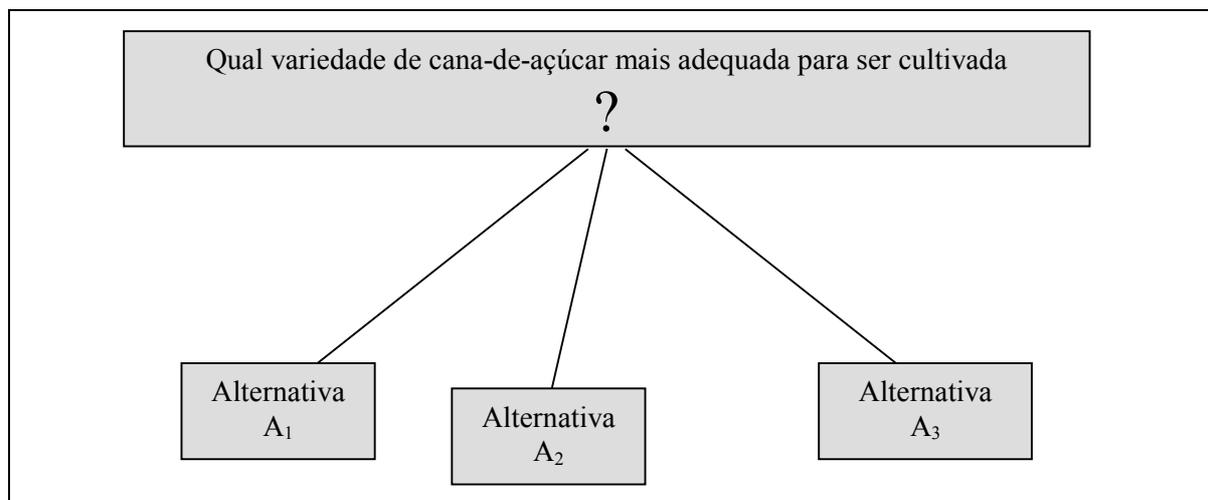


Figura 1 – O problema de escolha da variedade mais adequada.

praticados no Brasil, distinguindo-se o plantio de cana de ano e meio dos outros diversos estágios de colheita (cana de ano e socas de segundo ao quinto corte, dentre outros).

Os dados apresentados nos censos formam uma base rica de dados para a seleção da variedade mais adequada. Nesta seleção, geralmente utiliza-se uma abordagem baseada em um único critério. Usualmente o critério mais empregado é Ton./Pol/Hectare (TPH) embora, eventualmente, sejam considerados outros critérios como:

- Rusticidade (principalmente em áreas com baixo índice pluviométrico).
- Resistência a pragas e doenças.

Em especial carece-se de abordagens científicas que enfoquem o tratamento das inter-relações entre os diferentes critérios de escolha.

5. Fundamentos do Método de Análise Hierárquica (AHP)

Neste trabalho, propõe-se o emprego do Método de Análise Hierárquica (AHP) no tratamento deste problema. A seguir apresenta-se um breve resumo do AHP e em seguida a proposta de como o AHP poderia ser utilizado no âmbito da seleção de variedades de cana-de-açúcar. Maiores fundamentos sobre o AHP

podem ser encontrados em SAATY (1990), SAATY (1991a), SAATY (1991b), VARGAS (1990), COSTA (1994) e COSTA (1998).

O AHP (*Analytic Hierarchy Process*) é uma metodologia de Auxílio Multicritério à Decisão (AMD), que propõe o tratamento de problemas de escolha complexos de forma simples. Este método está baseado em três princípios do pensamento analítico:

- Construção de hierarquias: no AHP o problema de escolha é decomposto em níveis hierárquicos, como forma de buscar uma melhor compreensão e avaliação do mesmo.
- Priorização: o ajuste das prioridades no AHP fundamenta-se na habilidade do ser humano de perceber o relacionamento entre objetos e situações observadas, comparando pares à luz de um determinado foco ou critério (julgamentos paritários).
- Consistência lógica: no AHP é possível avaliar o modelo de priorização construído quanto a sua consistência.

Na construção e utilização de um modelo de estabelecimento de prioridades fundamentado no AHP, são realizadas as seguintes etapas:

- (i) Definição do objeto de estudo e caracterização das condicionantes gerais, que definem o domínio de validade para a solução encontrada.

Quadro 3 – Escala para julgamento de valor.

Igual preferência
Preferência fraca
Preferência moderada
Preferência forte
Preferência absoluta
Valores intermediários

- (ii) Especificação do foco principal ou objetivo geral que se espera atingir.
- (iii) Identificação do conjunto de alternativas viáveis para a escolha.
- (iv) Identificação do conjunto de critérios relevantes e construção da hierarquia.
- (v) Seleção dos avaliadores para a análise do desempenho das alternativas à luz de cada critério para a análise da importância dos critérios à luz do foco principal.
- (vi) Definição de métodos e instrumentos para obtenção dos julgamentos de valor.
- (vii) Emissão de julgamentos de valor: é nesta etapa que se avalia a importância de cada critério e o desempenho de cada alternativa à luz destes critérios. Esses julgamentos são emitidos a partir de comparações par a par ou paritárias, com base na escala ilustrada no Quadro 3.
- (viii) Síntese dos dados obtidos dos julgamentos e análise da consistência, calculando-se a prioridade de cada alternativa em relação ao foco principal e avaliando a consistência dos julgamentos emitidos pelos avaliadores.
- (ix) Análise dos resultados.

6. Proposta do Presente Trabalho

A metodologia proposta para a resolução do problema está estruturada no desenvolvimento das seguintes etapas:

- (i) Caracterização do objeto de estudo, com a identificação das diretrizes gerais para o problema de escolha da variedade de cana-

de-açúcar e especificação e classificação das condições de plantio, considerando:

- Clima.
- Tipo de produto final (exemplo: açúcar, álcool, energia para co-geração ou mesmo uma composição destes produtos).
- Tipo de solo (exemplo: textura arenosa, argilosa ou média).
- Topografia (exemplo: baixada ou tabuleiro).
- Condições de irrigação (exemplo: área irrigada ou área não irrigada).
- Período de colheita (exemplo: início de safra, meio de safra ou fim de safra).
- Tipo de colheita (exemplo: manual ou automatizada).

- (ii) Definição do foco principal, atendendo as diretrizes gerais do objeto de estudo e as condições de plantio.
- (iii) Identificação do conjunto de alternativas viáveis (variedades de cana-de-açúcar) dentro o universo das variedades disponíveis. Esta etapa deve ser desenvolvida em conjunto por um “facilitador” com conhecimentos no AHP e por especialistas no cultivo de cana-de-açúcar.
- (iv) Identificação do conjunto de critérios e construção da hierarquia, considerando o foco principal, as alternativas viáveis e os critérios. Esta etapa também deve ser desenvolvida em conjunto por um “facilitador” e por especialistas no cultivo de cana-de-açúcar.
- (v) Definição dos avaliadores, que devem ser indivíduos com conhecimento técnico sobre

o problema de seleção de variedade, além de conhecimento sobre a condições de plantio. Como sugestões de avaliadores, citam-se os membros da gerência agrícola da usina e especialistas em variedades para cultivo.

- (vi) Definição dos métodos e instrumentos para obtenção dos julgamentos de valor e coleta destes julgamentos. Estes instrumentos devem incorporar a linguagem usualmente utilizada no contexto da seleção de variedades para o cultivo de cana-de-açúcar.
- (vii) Emissão de julgamentos de valor, avaliando-se a importância de cada critério e o desempenho de cada variedade à luz destes critérios. Esses julgamentos são emitidos a partir de comparações par a par ou paritárias.
- (viii) Síntese dos dados obtidos dos julgamentos e análise da consistência dos julgamentos, calculando-se a prioridade de cada alternativa (variedade de cana-de-açúcar viável) em relação ao foco principal.
- (ix) Análise final dos resultados, verificando inclusive a sensibilidade dos resultados apresentados a variações nos julgamentos.

7. Exemplo de Aplicação

A metodologia aqui proposta foi experimentada junto a gerência agrícola de um complexo composto por três usinas da região Norte do Estado do Rio de Janeiro, também conhecida por Região Norte Fluminense, cuja economia está fundamentada na agroindústria sucro-alcooleira. Este complexo é aqui denotado por *laboratório*.

Embora o propósito deste artigo seja apresentar a metodologia em geral, apresenta-se a seguir uma breve descrição deste experimento. Resultados adicionais estão reportados em MOLL (1997).

- (i) Caracterização do objeto de estudo. As características do *laboratório* que definem o objeto de estudo e as diretrizes gerais são apresentadas a seguir.
 - Épocas de plantio: no *laboratório* o plantio de várias variedades de cana-de-

açúcar ocorre em duas épocas distintas, denotadas:

- *plantio de ano*: realizado entre os meses de agosto até novembro, tendo a primeira colheita realizada na próximo ano/safra.
- *plantio de ano e meio*: efetuado quando, após a colheita da cana-de-açúcar, faz-se a destruição da soqueira (planta), não permitindo a sua brotação. A plantação de cana-de-açúcar de ano e meio é caracterizada por ter sua primeira colheita entre 15 e 19 meses após o plantio. Aproximadamente 78% da área de renovação anual do *laboratório* utiliza o plantio de ano e meio.

- Condições de plantio: as áreas de plantio possuem certas condições, que influem no processo de seleção da variedade. Foram identificadas seis condições de plantio (equivalentes a seis situações de decisão distintas). Os dados destas condições estão ilustradas no Quadro 4.

- (ii) Foco principal. “Seleção de variedade de cana-de-açúcar mais adequada para cultivo nas condições consideradas”.

- (iii) Alternativas viáveis. O *laboratório* possui um total de 52 variedades de cana-de-açúcar disponíveis para o cultivo. Após uma análise preliminar, foi possível classificar estas variedades em 3 grupos distintos:

- Grupo 1: variedades que já não estão sendo mais plantadas, estando em processo de substituição por novas espécies.
- Grupo 2: variedades que estão em processo de avaliação de desempenho.
- Grupo 3: variedades já experimentadas e aprovadas pela gerência agrícola.

A partir da identificação destes grupos, elegeu-se as variedades do Grupo 3 como as alternativas viáveis para compor a modelagem. Em função do planejamento agrícola, estas variedades foram agrupadas em:

- variedades para início de safra (conjunto de alternativas A_1).
 $\underline{A}_1 = (RB72454, RB765418, RB739735, SP801842, SP791011)$

Quadro 4 – Situações de decisão.

Condição	Período da colheita	Tipo de Solo	Irrigação	Topografia
Nº. 1	Início de safra	Arenoso	Área irrigada	Baixada
Nº. 2	Início de safra	Argiloso	Área não irrigada	Baixada
Nº. 3	Início de safra	Médio	Área não irrigada	Tabuleiro
Nº. 4	Fim de safra	Arenoso	Área irrigada	Baixada
Nº. 5	Fim de safra	Médio	Área não irrigada	Baixada
Nº. 6	Fim de safra	Médio	Área não irrigada	Tabuleiro

- variedades para fim de safra (conjunto de alternativas \underline{A}_2).

$\underline{A}_2 =$ (CB45-3, SP711406, RB739359, SP701143)

A existência destes dois conjuntos de alternativas (tipos de variedades de cana-de-açúcar) viáveis, conduziu à formação de duas hierarquias distintas: H_1 (hierarquia para início de safra) e H_2 (hierarquia para fim de safra).

- (iv) Eleição dos critérios e construção da hierarquia. Após exaustiva revisão bibliográfica referente aos fatores e características que influenciam o cultivo da cana-de-açúcar, foram efetuadas diversas reuniões entre os especialistas em cultivo de cana-de-açúcar e entre estes especialistas e o facilitador, elegendo-se o seguinte conjunto (C) de critérios:

$\underline{C} =$ (Toneladas de Pol por Hectare (TPH); Toneladas de Cana por Hectare (TCH); resistência à pragas e doenças; longevidade; exigência de solos)

Estes cinco critérios eleitos participam do mesmo nível na hierarquia e valem tanto para a hierarquia de início de safra quanto para a hierarquia de fim de safra. A Figura 2 ilustra a hierarquia H_1 (hierarquia de início de safra), enquanto a Figura 3, ilustra a hierarquia H_2 (hierarquia de fim de safra).

- (v) Definição dos avaliadores. No desenvolvimento desta pesquisa, o julgador e o decisor estão reunidos em uma única unidade

(gerência agrícola da *empresa/laboratório*), ao passo que o papel de facilitador foi desempenhado pelos autores deste artigo.

- (vi) Definição dos métodos é instrumentos para obtenção dos julgamentos de valor. Os julgamentos foram coletados com o auxílio de formulários desenvolvidos em conjunto pelo julgador/decisor e pelo facilitador, especificamente para o problema em estudo. A Figura 4 ilustra um destes formulários. Conforme ilustrado nesta figura, o avaliador entende que:

- À luz do critério resistência a pragas, a variedade RB739735 é fracamente preferível à variedade RB765418.
- À luz do critério longevidade, a variedade RB765418 é moderadamente preferível à variedade RB739735.

- (vii) Julgamentos de valor. Nesta etapa avaliou-se a importância de cada critério à luz do foco principal e o desempenho das alternativas à luz de cada critério. Os julgamentos de valor foram emitidos pelo decisor/julgador com base na escala de julgamentos que é ilustrada no Quadro 3 e com o auxílio de formulários como o apresentado na Figura 4.

- (viii) Síntese dos dados obtidos dos julgamentos e análise de consistência. A partir dos julgamentos, foram obtidos os resultados que estão apresentados nos Quadros 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11.

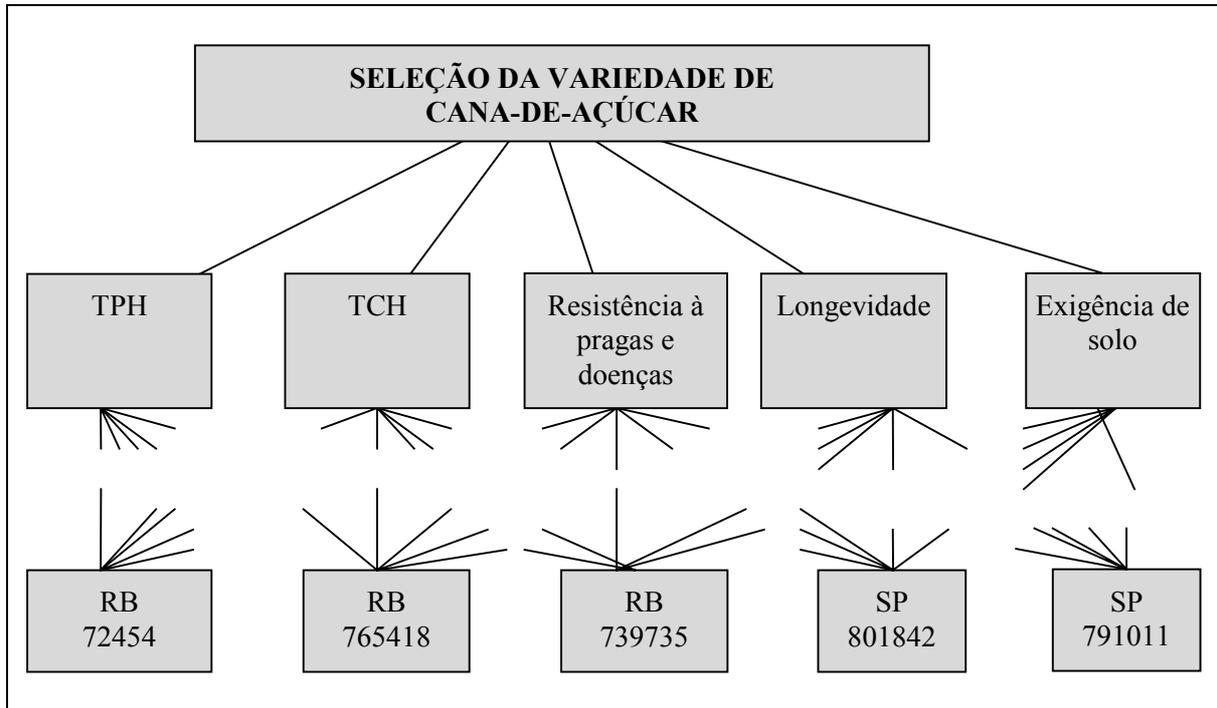


Figura 2 – Hierarquia para início de safra: H₁.

Fonte: MOLL (op. cit.).

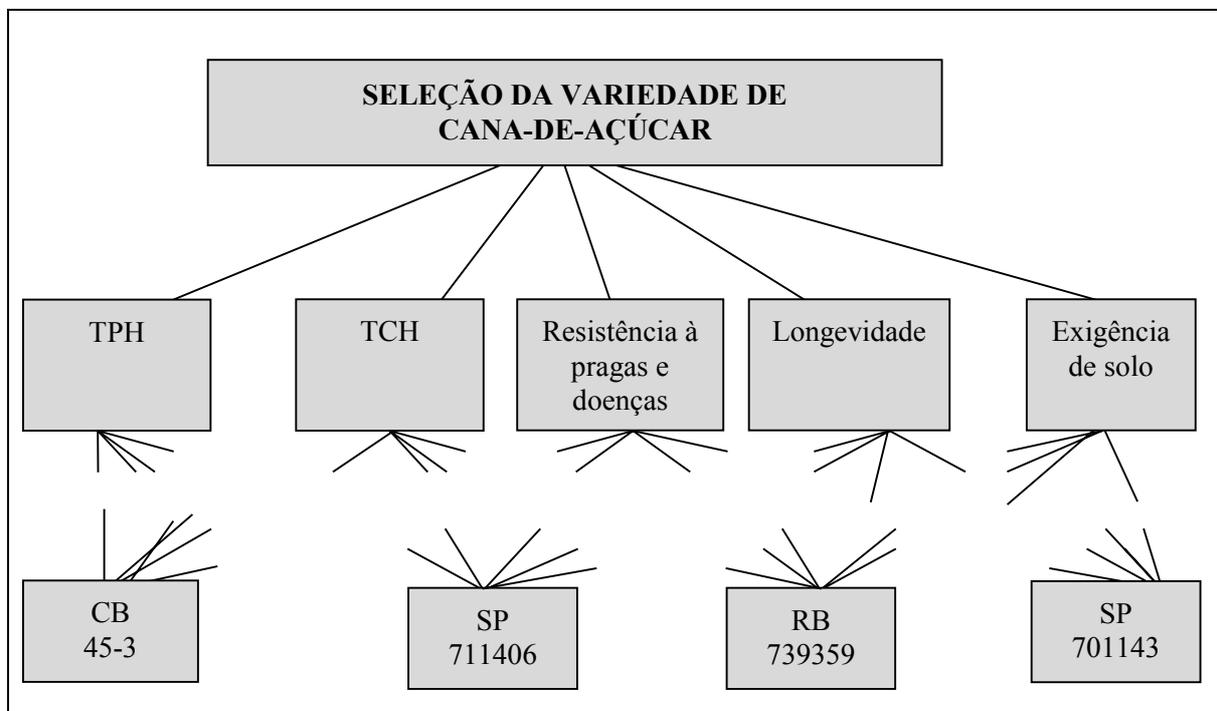


Figura 3 – Hierarquia para fim de safra: H₂.

Fonte: MOLL (op. cit.).

VARIEDADE CRITÉRIO	Variedade _RB 739735_	Julgamento	Variedade _RB 765418_
T.P.H.	<input type="checkbox"/> preferência	<input type="checkbox"/> igual <input type="checkbox"/> fraca <input type="checkbox"/> moderada <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> absoluta	<input type="checkbox"/> preferência
T.C.H.	<input type="checkbox"/> preferência	<input type="checkbox"/> igual <input type="checkbox"/> fraca <input type="checkbox"/> moderada <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> absoluta	<input type="checkbox"/> preferência
RESISTÊNCIA A PRAGAS E DOENÇAS	<input checked="" type="checkbox"/> preferência	<input type="checkbox"/> igual <input checked="" type="checkbox"/> fraca <input type="checkbox"/> moderada <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> absoluta	<input type="checkbox"/> preferência
LONGEVIDADE	<input type="checkbox"/> preferência	<input type="checkbox"/> igual <input type="checkbox"/> fraca <input checked="" type="checkbox"/> moderada <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> absoluta	<input checked="" type="checkbox"/> preferência
EXIGÊNCIA DE SOLO	<input type="checkbox"/> preferência	<input type="checkbox"/> igual <input type="checkbox"/> fraca <input type="checkbox"/> moderada <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> absoluta	<input type="checkbox"/> preferência

Figura 4 – Exemplo de formulário para coleta dos julgamentos.

Fonte: MOLL (op. cit.).

No Quadro 5 apresenta-se o grau de importância encontrado para cada critério à luz do foco principal, para cada uma das condições de plantio. Apresenta-se também a razão de consistência associada a esta priorização. Nos quadros a seguir, apresentam-se a priorização de cada alternativa (variedade de cana-de-açúcar) em relação a cada critério e ao foco principal, para cada condição de plantio. Apresentam-se também as razões de consistência encontradas nos julgamentos.

(ix) Análise dos resultados obtidos no exemplo de aplicação. As seguintes observações foram efetuadas, após a análise dos resultados obtidos:

- Condição nº 1: espera-se que, globalmente, a variedade SP801842 e a RB72454 apresentem um desempenho superior do que as demais analisadas. Este melhor desempenho é função principalmente do julgamento obtido para o desempenho destas variedades em relação ao critério TPH. Analisando o comportamento do desempenho das variedades RB739735, SP791011 e RB765418, observa-se que para estas superarem as expectativas referentes às variedades SP801842 e RB72454, seria necessário uma grande mudança no julgamentos. Finalmente, observa-se que a variedade SP801842 apresenta um desempenho pouquíssimo superior ao da

Quadro 5 – Importância dos critérios segundo a condição de plantio.

Condição	Critérios					Razão de Consistência
	TPH	TCH	Resistência a pragas	Longevidade	Exigência do solo	
N ^o 1	0,499	0,250	0,163	0,043	0,045	0,08
N ^o 2	0,486	0,247	0,031	0,118	0,118	0,09
N ^o 3	0,450	0,172	0,045	0,078	0,255	0,09
N ^o 4	0,456	0,276	0,059	0,176	0,034	0,094
N ^o 5	0,482	0,119	0,043	0,081	0,275	0,09
N ^o 6	0,464	0,156	0,035	0,089	0,256	0,10

Quadro 6 – Importância das alternativas: condição N^o 1.

Alternativas	Critérios					Foco Principal
	TPH	TCH	Resistência a pragas	Longevidade	Exigência do solo	
RB72454	0,291	0,524	0,186	0,468	0,497	0,332
RB765418	0,036	0,046	0,088	0,468	0,497	0,051
RB739735	0,068	0,244	0,147	0,468	0,497	0,134
SP801842	0,498	0,135	0,306	0,468	0,497	0,354
SP791011	0,107	0,051	0,09	0,468	0,497	0,129
Razão de Consistência	0,10	0,09	0,09	0,10	0,07	-

Quadro 7 – Importância das alternativas: condição N^o 2.

Alternativas	Critérios					Foco Principal
	TPH	TCH	Resistência a pragas	Longevidade	Exigência do solo	
RB72454	0,222	0,245	0,257	0,245	0,408	0,257
RB765418	0,131	0,058	0,194	0,058	0,083	0,010
RB739735	0,051	0,449	0,194	0,449	0,260	0,236
SP801842	0,517	0,156	0,161	0,092	0,083	0,296
SP791011	0,079	0,092	0,194	0,156	0,166	0,011
Razão de Consistência	0,07	0,08	0,03	0,08	0,08	-

Quadro 8 – Importância das alternativas: condição N^o 3.

Alternativas	Critérios					Foco Principal
	TPH	TCH	Resistência a pragas	Longevidade	Exigência do solo	
RB72454	0,245	0,261	0,422	0,484	0,432	0,323
RB765418	0,058	0,051	0,051	0,052	0,042	0,052
RB739735	0,156	0,152	0,157	0,149	0,094	0,138
SP801842	0,449	0,448	0,269	0,234	0,299	0,385
SP791011	0,092	0,088	0,100	0,082	0,134	0,102
Razão de Consistência	0,08	0,07	0,08	0,07	0,10	-

Quadro 9 – Importância das alternativas: condição N^o 4.

Alternativas	Critérios					Foco Principal
	TPH	TCH	Resistência a pragas	Longevidade	Exigência do solo	
CB 45-3	0,151	0,149	0,096	0,530	0,408	0,223
SP711406	0,075	0,067	0,487	0,066	0,078	0,095
RB739359	0,265	0,325	0,208	0,146	0,097	0,252
SP701143	0,508	0,460	0,208	0,257	0,417	0,430
Razão de Consistência	0,07	0,04	0,06	0,06	0,03	-

variedade RB72454. Assim sendo, a ordem entre elas pode ser alterada, caso haja alguma pequena mudança nos julgamentos de valor.

- Condição n^o 2: espera-se, para esta condição, que as variedades SP801842, RB72454 e a RB39735 tenham desempenho global superior às demais variedades analisadas. Dentre estas três variedades superiores observa-se uma pequena preferência para a variedade SP801842. Assim sendo, basta uma pequena alteração nos julgamentos das importâncias dos critérios para que seja possível uma alteração na ordem de classificação final destas variedades. No entanto, são necessárias grandes alterações nos julgamentos emitidos, para que a variedade SP791011 ou a variedade RB765418 possam ser consideradas como as indicadas para o plantio na condição 2.
- Condição n^o 3: nesta condição, a variedade SP801842 alcançou um grau de prioridade da ordem de 38,5%, ao passo que a RB72454 alcançou 32,5%. Mais ainda, em todos os critérios considerados, estas duas variedades tiveram desempenho considerado superior às demais variedades. Sendo assim, espera-se que as variedades SP801842, RB72454 tenham desempenho global bastante superior às demais variedades analisadas, para esta condição de plantio.
- Condição n^o 4: nesta condição, a variedade SP701143 alcançou um grau de prioridade

Quadro 10 – Importância das alternativas: condição N^o 5.

Alternativas	Critérios					Foco Principal
	TPH	TCH	Resistência a pragas	Longevidade	Exigência do solo	
CB 45-3	0,064	0,064	0,060	0,549	0,288	0,165
SP711406	0,143	0,143	0,383	0,074	0,064	0,126
RB739359	0,505	0,288	0,383	0,129	0,143	0,344
SP701143	0,288	0,505	0,175	0,248	0,505	0,365
Razão de Consistência	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	-

Quadro 11 – Importância das alternativas: condição N^o 6.

Alternativas	Critérios					Foco Principal
	TPH	TCH	Resistência a pragas	Longevidade	Exigência do solo	
CB 45-3	0,151	0,143	0,082	0,549	0,433	0,255
SP711406	0,075	0,064	0,270	0,102	0,056	0,078
RB739359	0,508	0,505	0,494	0,053	0,098	0,362
SP701143	0,265	0,288	0,154	0,297	0,413	0,305
Razão de Consistência	0,07	0,07	0,09	0,09	0,07	-

superior às demais variedades. Isto se deve principalmente aos julgamentos de valor atribuídos ao desempenho desta variedade à luz dos critérios TPH e TCH. Assim sendo, espera-se que a variedades SP701143 tenha um desempenho global superior às demais variedades analisadas, para esta condição de plantio.

- Condição n^o 5: espera-se, para esta condição, que as variedades SP701143 e RB739359 tenham desempenho global superior às demais variedades analisadas. Dentre estas variedades observa-se uma pequena preferência para a variedade SP701143. No entanto, pequenas alterações nos julgamentos podem alterar a ordem de preferência entre estas duas variedades. Vale registrar, no entanto, o

ótimo desempenho da variedade CB453 à luz do critério longevidade, ao qual foi atribuído um grau de prioridade da ordem de apenas 8,1%.

- Condição n^o 6: espera-se, para esta condição, que as variedades RB739359, SP701143 e CB453 apresentem valores bem próximos de desempenho global, com um pequeno destaque para a variedade RB79359.

8. Conclusões

A metodologia aqui proposta comporta-se estritamente como uma ferramenta de Auxílio à Decisão, na qual não se elimina a figura do gerente agrícola como elemento decisor ou mesmo como fonte de informação

para a emissão dos julgamentos de valor e construção das hierarquias. Ao contrário, busca-se facilitar sua atuação.

Esta característica foi de extrema valia, quando da realização do experimento de aplicação da metodologia, pois não se criou a expectativa de que se estava eliminando a figura do gerente agrícola do processo de escolha da variedade. Assim, resgata-se para estas conclusões a observação feita em CHANKONG & HAIMES (1983):

“... Um processo é prático quando este é de fácil entendimento para o decisor, tanto no que diz respeito à sua utilização quanto à clareza dos resultados obtidos. ...”

A metodologia proposta não busca eliminar ou *modelar* a subjetividade inerente ao processo de decisão, mas sim reconhecê-la e tratá-la cientificamente, ou seja, *modelá-la*.

O ambiente de decisão na agroindústria, assim como em outros setores produtivos, é dinâmico. Esta dinâmica é gerada pelas inovações tecnológicas, pela introdução de novas variedades introduzidas no mercado e pela dinâmica das mudanças ambientais e socioeconômicas (por exemplo: as ações para a adoção da reforma agrária). Neste ambiente, a utilização da metodologia mostra-se adequada, devido à sua dinâmica capacidade de adaptação, quer pela revisão dos julgamentos de valor, quer pela

reestruturação da hierarquia com a eliminação ou inclusão de novos critérios e variedades.

A proposta aqui apresentada foi testada em uma situação específica. Assim, sua aplicação em situações diferentes deve ser considerada com cautela, embora não haja indícios contrários à sua aplicação em situações semelhantes.

Na literatura existe uma grande carência de publicações que tratem da estruturação do processo decisório no contexto da seleção de variedades para cultivo na agroindústria, mais especificamente no âmbito das usinas sucroalcooleiras.

Espera-se que a proposta aqui apresentada traga à discussão o problema da estruturação e tratamento do processo decisório no âmbito da seleção de variedades para cultivo no contexto da agroindústria sucroalcooleira. Dentre outras, as seguintes ações poderiam ser desenvolvidas:

- Realização de experimentos utilizando a metodologia aqui proposta em outras usinas, incluindo aquelas localizadas fora da região Norte Fluminense.

Aplicação de outras metodologias de AMD a este problema ou a outros semelhantes. Como fontes de referências para outras metodologias de AMD, citam-se: ROY (1978), ROY (1996), ROY & MOUSSEAU (1991), VINCKE (1989) e BANA & COSTA (1992).

Referências Bibliográficas

AIAA: *Boletim informativo*. São Paulo. Associação das Indústrias de Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo, n.31, set/out de 1996.

BANA E COSTA, C.A.: *Structuration, construction et exploitation d'un Modele de MCDA*. Tese (Doutorado), Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 1992.

BRUGNARO, C. & SBRAGIA, R.: *Gerência agrícola em destilarias de álcool*. Piracicaba, IAA/Planalsucar, Ed. Aura Brasil, 1982.

CHANKONG, Y. & HAIMES, Y.: *Multiobjective Decision Making*. Amsterdam, Ed. North Holland, 1983.

COSTA, H.G.: *Seleção de parâmetros para a usinagem: uma abordagem multicritério*, Tese (Doutorado), Departamento de Engenharia Mecânica, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 1994.

COSTA, H.G.: *Método de Análise Hierárquica*. Campos dos Goitacazes. Notas de aula, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1998.

COPERSUCAR: *Censo varietal quantitativo*. Piracicaba, Centro de Tecnologia da COPERSUCAR, 1995.

COPERSUCAR: *Gráficos de desempenho da produção de açúcar, álcool e cana-de-açúcar das safras de 83/84 até 93/94 no Brasil*. Piracicaba. Centro de Tecnologia da COPERSUCAR, 1995.

- KANITZ, S.:** *O Brasil que Dá Certo – O Novo Ciclo de Crescimento*. São Paulo. Ed. Makron Books do Brasil, 1995.
- MOLL, R.N.:** *Tratamento do processo decisório na seleção de variedades de cana-de-açúcar: uma abordagem multicritério*. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ciências de Engenharia (Engenharia de Produção), UENF, Campos dos Goitacazes, 1997.
- PINTO, J.R.P.:** *O Ciclo do Açúcar em Campos*. 1ª ed., Campos dos Goitacazes. Erca Gráfica e Editora, 1995.
- ROY, B.:** “ELECTRE III: Algorithme de Classement Base Sur Une Représentation Floue des Préférences en Présence des Critères Multiples”, *Cahiers du CERO*, vol.20, 1978.
- ROY, B. & BOUYSSOU D.:** “Decision Aid: An Elementary Introduction With Emphasis on Multicriteria”, *Cahier du LAMSADE*, n.106, Nov. 1991.
- ROY, B.:** *Multicriteria methodology for decision aid*. Boston, Kluwer Academic Publishers, 1996.
- SAATY, T.L.:** *Método de Análise Hierárquica*. Tradução e Revisão por Wainer da Silveira e Silva. São Paulo. Ed. McGraw-Hill 1991a.
- SAATY, T.L.:** *Decision Making for Leaders*. 2ª Edição. Pittsburg. RWS Publications, 1991b.
- SAATY, T.L.:** “How to make a decision: the Analytic Hierarchy Process”, *European Journal of Operations Research*, v.28, p.9-26, 1990.
- SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE ÁLCOOL E AÇÚCAR NOS ESTADOS DO RIO DE JANEIRO E ESPÍRITO SANTO:** *Realidade, Diagnóstico e Soluções do setor sucro-alcooleiro Norte Fluminense*. Campos dos Goitacazes. 1996.
- VARGAS, L.G.:** “An overview of the Analytic Hierarchy Process and its applications”, *European Journal of Operations Research*, v.28, p.2-8, 1990.
- VINCKE, P.:** *L'aide Multicritère à la Decision*. Bruxelles. Editions de l'Université de Bruxelles, Editions Ellipses, 1989.

EMPLOYMENT OF THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) IN THE SELECTION OF SUGAR-CANE VARIETIES TO CULTIVATE

Abstract

This article proposes an original approach for the decision process, concerning the evaluation and selection of sugar-cane varieties for cultivation. This proposal is based on the employment of the Analytic Hierarchic Process (AHP) which was used to solve this problem. Also, some information that highlights the importance of this solution is presented, as well as a revision of the management functions in the agribusiness.

Key words: sugar-cane, MCDM, AHP, multicriteria.