

INTRODUÇÃO DE MÉTODOS MULTICRITÉRIO NA AGRICULTURA

NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DE UBA-RJ

Silvio Figueiredo Gomes Júnior¹, Maria Cecília de Carvalho Chaves¹,
Eliane Ribeiro Pereira¹, João Carlos Correia Baptista Soares de Mello^{2*}
e Gilson Brito Alves Lima²

Recebido em dezembro 2008 / Aceito em junho 2010

ABSTRACT. This article discusses alternatives to the use and management of land in planting tomatoes in San José de Ubá, a city in Rio de Janeiro state, Brazil, in order to promote sustainable agriculture in the region, emphasizing the economic, environmental and cultural aspects of the problem. The cultural prospect increases the complexity of the issue, requiring the use of a methodology capable of dealing with all the subjectivity involved in the decision making process. The study aims to contribute to the achievement of sustainable development in the region, starting with a decision-making process based on the views of the farmer, respecting the cultural aspect of the problem. The characteristics of the decision-making environment indicated the use of a combination of multicriteria decision support methods – MACBETH and VIP *Analysis* – for selecting the best alternative capable of meeting the proposed objectives.

Keywords: sustainability, multicriteria decision, agricultural and environmental applications.

RESUMO. Este estudo discute alternativas para os sistemas produtivos da terra no plantio de tomates em São José de Ubá–RJ e as relações de trabalho passíveis de serem colocadas em prática de forma a promover uma agricultura sustentável na região, priorizando os aspectos econômicos, ambientais e culturais do problema. A introdução da questão cultural aumenta a complexidade da questão, sendo necessário o uso de uma metodologia capaz de lidar com toda a subjetividade envolvida nesse processo de tomada de decisão. O estudo visa contribuir para a conquista de um processo sustentável na região, estabelecendo um processo de tomada de decisão pautado nas opiniões do agricultor, respeitando principalmente as questões culturais do problema. As características do ambiente de tomada de decisão indicaram o uso de uma combinação de métodos de apoio à decisão multicritério – MACBETH e VIP *Analysis* – para a seleção da melhor alternativa capaz de possibilitar o alcance dos objetivos propostos.

Palavras-chave: sustentabilidade, decisão multicritério, aplicações agropecuária e meio ambiente.

*Corresponding author – E-mail: jcsmello@producao.uff.br

¹Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense.

²Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense.

1 INTRODUÇÃO

O conceito de desenvolvimento de uma região precisa considerar, além de aspectos relativos ao crescimento econômico, questões ambientais e sociais, inclusive no que diz respeito ao bem-estar geral da população. O desenvolvimento sustentável envolve a consideração de três elementos interdependentes, que lhe servem de sustentação: desenvolvimento econômico, social e a garantia da proteção ambiental (Sachs, 2000). A questão é complexa e requer uma constante discussão sobre os limites e impactos do crescimento econômico na sociedade – que precisa se conscientizar de seu papel neste processo – e no ambiente, cujas necessidades precisam ser respeitadas, sob pena de esgotamento de recursos fundamentais para as gerações futuras. Os artigos de Leal Filho (2000), Nelson & Wilson (2003) e Norton (2007) apresentam interessantes abordagens e discussões sobre o tema.

Um quarto elemento concorrente para o desenvolvimento sustentável é a questão cultural, importante por considerar os valores e visões de mundo de diferentes localidades e regiões, na construção de uma população educada, apta a contribuir com este desenvolvimento.

A literatura fornece diversas abordagens para avaliar a sustentabilidade agrícola. Munda (2005), no entanto, argumenta a não existência de uma metodologia que explique como combinar diferentes e muitas vezes contraditórios elementos de um modo imediato. Essa situação conflituosa é investigada pela teoria de decisão multicritério. Prato & Heralth (2007) fazem uso de uma metodologia de apoio à decisão multicritério (ADM) para tratar o problema do gerenciamento do uso do solo e captação dos recursos hídricos na região central dos Estados Unidos e relacionam uma lista de alguns dos principais artigos de aplicações de ADM para este problema e para a agricultura sob a ótica da sustentabilidade de um modo geral.

Este artigo estuda a questão do uso da terra e suas respectivas relações de trabalho para um grupo de agricultores de São José de Ubá, no Estado do Rio de Janeiro e propõe agregar o aspecto cultural, questão importante associada à problemática a ser aqui tratada, considerando a questão como um problema multicritério, que permite incorporar a subjetividade sempre presente na seleção de alternativas e emissão de juízos de valores. A proposta do trabalho é discutir, dentre alternativas levantadas junto a especialistas, a escolha ótima para tais agricultores, considerando os principais elementos envolvidos na busca de sustentabilidade agrícola: a conservação do meio ambiente e a criação de unidades agrícolas lucrativas e prósperas. Desta forma, é estabelecido um procedimento com base matemática que viabiliza a abordagem deste problema social.

2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA E DA ÁREA EM ESTUDO

São José de Ubá é o município mais recente da Região Noroeste Fluminense. A origem do município está ligada ao município de Cambuci, ao qual pertencia quando foi emancipado em 1995, por possuir uma economia forte baseada fundamentalmente pela horticultura do tomate.

Cezar (2004) apresenta a história da horticultura do tomate em São José de Ubá. Vindo de São Paulo em meados de 1950, um agricultor de origem japonesa levou seus conhecimentos técnicos sobre o plantio de tomate para a região de Itaperuna. Pouco a pouco, a horticultura do tomate ficou conhecida nas redondezas como uma atividade promissora e que poderia garantir

aos moradores da região uma renda suplementar. Associaram-se e, assim, promoveram a difusão da cultura do tomate. O movimento dessa atividade hortícola se deu de Itaperuna para o sul, até chegar a São José de Ubá, deslocando-se, então, para o norte, em direção ao município de Varre-Sai.

Destaque-se que o plantio do tomate foi, num primeiro momento, uma novidade, em cujo potencial poucos acreditavam, já que o algodão não havia dado certo e a produção de leite estava ainda no início. Na medida em que a produção foi se tornando mais significativa, passou a atrair a atenção de atravessadores do Rio de Janeiro, trazendo mudanças para as formas de comercialização do produto. Além disso, houve um aumento do interesse de produtores e conseqüente renovação das técnicas de cultivo, visando sempre o aumento da produtividade.

Carvalho *et al.* (2005) destacam que o município de São José de Ubá tem a cultura do tomate como sustentáculo da economia de pequenos produtores rurais, caracterizando-se por ser o município de maior produção de tomate do Estado do Rio de Janeiro, responsável pelo abastecimento de cerca de 60% do mercado local.

Ainda hoje, o tomate é uma verdadeira “febre” em São José de Ubá. De alguma forma, toda a população está envolvida com o seu cultivo. Segundo pesquisa realizada por Costa *et al.* (2005a, b), a maioria da população justifica o plantio do tomate por dois fatores fundamentais: sua lucratividade e a tradição familiar no plantio. Por outro lado, este mesmo estudo se reporta a atos de verdadeiro estelionato sofridos pelos produtores, que admitem dificuldades na comercialização do produto. O baixo preço do tomate e o fato de compradores e/ou atravessadores não honrarem com o seu pagamento são os principais fatores dificultadores apresentados. Além disso, a maioria dos sistemas de produção liga o empresário (dono da terra) ao produtor (meeiro) por intermédio de um contrato, que estabelece caber ao proprietário, no final do processo produtivo, uma quantia que varia de 10% a 20% da renda bruta relativa ao volume comercializado; sendo que, em caso de perda da produção, o empresário fica livre de qualquer pagamento.

Estes problemas vêm ocorrendo sistematicamente ao longo do tempo, levando os pequenos produtores a situações de insustentabilidade econômica, o que gera diferentes problemas para a região. Cezar (2004), Carvalho *et al.* (2005) e Costa *et al.* (2005a, b) fazem uma descrição deste problema e buscam descrever os fatores causadores desta situação. Esses estudos nortearam a definição dos critérios que serão utilizados neste artigo como possíveis linhas de ação a serem adotadas pela comunidade. Outro fato percebido pelos agentes que avaliaram o comportamento dos agricultores locais foi uma importante questão a ser considerada que diz respeito aos fatores culturais ligados às tradições dos pequenos produtores, que não podem ser ignorados ou descartados. A implantação de novas tecnologias deve estar em consonância com uma mudança de atitude, que precisa ser construída de forma a somar com todo o aparato subjetivo daquilo que o produtor reconhece como promotor de sua vida e de seu bem-estar. Freire (2001) afirma que a simples presença de objetos novos, de uma técnica, de uma forma diferente de proceder, em uma comunidade, provoca atitudes que podem ser de desconfiança, de recusa, total ou parcial, como também de aceitação.

Assim, considerar neste estudo, alternativas capazes de promover uma agricultura sustentável no município e que sejam aceitáveis pelos agricultores e capazes de permitir um real incremento na qualidade de vida da população como um todo é essencial para viabilizar sua implantação.

3 APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO

Existem muitos métodos de ADM (apoio à decisão multicritério) diferentes, que podem ser recomendados de acordo com as condições encontradas no ambiente da tomada de decisão (análise do contexto, atores e estrutura de preferências associadas ao problema). Em linhas gerais, tais métodos auxiliam na avaliação das alternativas em cada um dos critérios estabelecidos e na avaliação geral das alternativas.

Os métodos de ADM podem ser classificados segundo diferentes perspectivas. Muitos autores os classificam segundo a teoria principal em que se fundamentam. Para uma visão mais detalhada sobre o assunto pode-se consultar Gomes *et al.* (2006). Segundo uma perspectiva clássica, destacam-se duas grandes escolas de pensamento: a Escola Americana, que se baseia em técnicas de agregação multicritério, com critério único de síntese; e a Escola Francesa, que defende a agregação sem critério único de síntese, baseando-se no conceito de relação de superação (ou sobreclassificação). Existem ainda os métodos interativos, alternativos e híbridos, que utilizam os conceitos de ambas as Escolas.

Segundo Olson (2001), os estudos comparativos entre as diversas modalidades de ADM, demonstram que não existe nenhuma metodologia que se destaca das outras, em todos os contextos de decisão envolvendo múltiplos critérios. Um analista de decisão deve possuir conhecimentos suficientes para determinar a melhor metodologia a ser aplicada, em função das características da decisão que deve ser tomada.

Munda (2005) relaciona cinco etapas básicas que devem ser consideradas pelos atores do processo de decisão, durante a fase de estruturação do problema, na utilização de uma metodologia ADM. São elas:

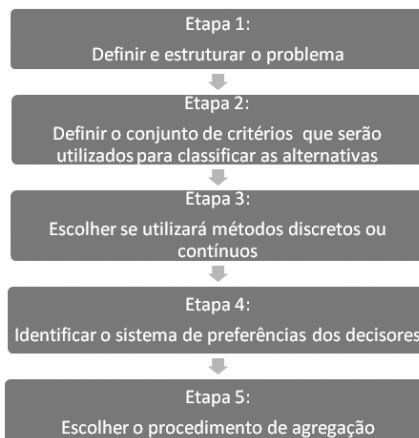


Figura 1 – Etapas do processo decisório.

Na Figura 1, as etapas 1 e 2 são denominadas fase de “Estruturação” e as etapas 3, 4 e 5 compreendem a fase de “Avaliação”. Compete destacar que a literatura apresenta outras descrições para as etapas da análise de decisão envolvendo múltiplos critérios. Gomes *et al.* (2004) usam uma classificação diferente da utilizada neste artigo.

A definição dos critérios a serem considerados é uma tarefa bastante complexa. Gomes *et al.* (2006) descrevem as condições que uma família coerente de critérios deve satisfazer, estas condições são conhecidas como “axiomas de Roy”:

- i) Exaustividade: impõe a necessidade de descrever o problema, considerando todos os aspectos relevantes.
- ii) Não redundância: obriga a exclusão de critérios que estejam avaliando características já avaliadas por outro critério.
- iii) Coesão: obriga a correta análise de quais devem ser os critérios de maximização e quais os de minimização.

Neste estudo avaliou-se a consonância do conjunto de critérios utilizado com os axiomas de Roy, tendo sido verificada a independência preferencial entre os critérios. Outro aspecto observado diz respeito à estrutura de preferências dos atores envolvidos, que no caso atende a uma lógica compensatória, possibilitando o uso de uma função de utilidade aditiva. Este foi mais um aspecto a contribuir para a escolha das metodologias utilizadas.

3.1 O Método MACBETH

Em muitas situações de avaliação de alternativas envolvendo múltiplos critérios, os decisores têm dificuldade para atribuir diretamente um valor numérico aos níveis de impacto das alternativas e aos critérios de avaliação. Sentem-se mais confortáveis ao fazer comparações por meio de julgamentos semânticos, expressando intensidade de diferenças de preferência (importância ou atratividade) entre os elementos de avaliação.

A construção de escalas de valor de intervalo é uma etapa crucial do processo de ADM. Elas são representações das preferências do decisor, usadas não apenas para refletir a ordem da atratividade da escolha, como também suas diferenças de atratividade relativa.

O método MACBETH (*Measuring Attractiveness by a categorical based Evaluation Technique*, método desenvolvido por Bana e Costa & Vansnick (1995), é um método de julgamento semântico. Nele, as funções de valor são obtidas mediante julgamentos semânticos realizados através da comparação da diferença de atratividade entre duas linhas de ação quaisquer, sempre aos pares. Este fato simplifica bastante o julgamento do decisor, não sendo necessário avaliar simultaneamente todo o conjunto de ações. Com isso, o procedimento tenta contornar as limitações encontradas em outros métodos. Uma visão clara, completa e atualizada do método pode ser obtida em Bana e Costa *et al.* (2003).

O método MACBETH tem como premissa a coerência do decisor, sendo reconhecida a dificuldade encontrada por um decisor de manter-se coerente, à medida que o número de alternativas

e critérios aumenta. Para contornar tal fato, o programa faz a análise da coerência cardinal e semântica e ainda sugere, caso necessário, como contorná-la, a partir da resolução de quatro Problemas de Programação Linear (PPL). Maiores detalhes podem ser encontrados em Soares de Mello *et al.* (2002a).

Assim, o método MACBETH nada mais é que um processo interativo, onde após a elaboração dos julgamentos sobre as diferenças de atratividade é construída uma escala cardinal de valor sobre o conjunto de alternativas. Em seguida, são verificadas eventuais inconsistências e, posteriormente, determinada uma escala de valor cardinal que representa os julgamentos de valor do decisor. A escala obtida é normalizada, fornecendo os valores dos pesos para as alternativas em avaliação, o que possibilita o uso de um modelo de agregação, em geral, aditivo. Os pesos propostos pelo MACBETH devem passar por um processo de validação junto ao decisor, que realiza uma análise de sensibilidade dos pesos sugeridos dentro dos intervalos permitidos. Segundo Bana e Costa & Vansnick (1995), apenas após essa análise e dos eventuais ajustes realizados é que ficará caracterizada a construção da escala cardinal de valores. No entanto, apesar de fornecer um intervalo para os pesos, o método MACBETH sugere um determinado peso dentro desse intervalo, baseado na otimização de uma função. Este peso, embora arbitrário, funciona como uma âncora para decisores reais que, muitas vezes, têm relutância em abandoná-lo, mesmo que ele não expresse corretamente as suas preferências.

Este trabalho faz uso das facilidades disponíveis no MACBETH tanto para a construção das funções de valor, quanto para a geração dos intervalos dos pesos dos critérios. Inicialmente, constrói-se a escala de valor com o uso dos resultados dos julgamentos intracritério do decisor. Depois, no uso dos resultados das análises intercritérios, a partir da comparação entre alternativas extremas, são obtidos os intervalos de variação dos pesos. Os pesos sugeridos pelo MACBETH não são fornecidos ao decisor, apenas os seus intervalos de variação, que serão usados no VIP.

3.2 O método VIP *Analysis*

Assim como o MACBETH, o propósito do método multicritério de agregação aditiva VIP *Analysis* (*Variable Interdependent Parameter*, método proposto por Dias & Clímaco (2000)) é dar apoio ao processo de avaliação de um conjunto enumerável de alternativas, de modo a promover a escolha da mais preferível.

O VIP *Analysis* é apresentado como um método de ADM bastante indicado em situações nas quais o decisor não se sente confortável para prover valores precisos para os pesos, aceitando trabalhar apenas com um conjunto de informações parciais. De acordo com Dias & Clímaco (2005), este método permite auxiliar os tomadores de decisão a encontrar as alternativas preferidas por meio da construção de uma função de valor aditiva.

Tradicionalmente, os decisores não apenas acham difícil quantificar suas preferências, como também podem mudá-las à medida que o processo avança. Além disso, os procedimentos usados para elucidar os valores dos parâmetros, muitas vezes demandam mais tempo e paciência dos decisores do que eles dispõem. Apesar destas dificuldades, os processos convergem em uma atribuição “correta” para cada um dos parâmetros. Estes valores servem como referência para a

“melhor” escolha. Muito freqüentemente, o decisor sente necessidade de mexer nesses valores, realizando uma posterior análise de sensibilidade.

Essa análise de sensibilidade, nos moldes que usualmente é feita, apresenta alguns pontos não desejáveis. Primeiro demanda o cálculo do valor exato de cada parâmetro. Em seguida coloca o decisor frente ao “resultado de referência” prematuramente. Finalmente, a análise de sensibilidade é conduzida, variando um único parâmetro por vez.

Como uma alternativa a esses inconvenientes e limitações, os autores sugerem uma abordagem diferente, que faz uso de parâmetros variáveis interdependentes, sujeitos a restrições. A informação conduz a restrições freqüentemente denominadas imprecisas, incompletas ou parciais. O uso da expressão imprecisa significa que não se imporá uma combinação precisa de valores para os parâmetros. O propósito é obter o máximo de informações possível, a partir deste tipo de informação.

Uma característica marcante e importante do VIP está, portanto, no aprendizado progressivo e é esta característica que justifica sua escolha como uma das ferramentas de ADM usadas neste trabalho.

Existem diversas técnicas para determinar os pesos dos critérios na construção de escalas decompostas com informações imprecisas ou qualitativas. Aqui foi feito uso conjugado dos métodos *VIP Analysis* e *MACBETH*. A integração dos métodos pode ser, em princípio, conduzida de duas maneiras. A primeira, que não será adotada neste trabalho, é usar o VIP como uma mera ferramenta de análise de sensibilidade dos resultados obtidos pelo *MACBETH*. A segunda maneira, e que foi utilizada neste trabalho, é usar o potencial de interação e aprendizado sucessivo do VIP, com apoio do *MACBETH*, para ajudar o decisor a quantificar as suas preferências. Ressalte-se que o método *MACBETH* já foi usado de modo integrado com outros métodos, seja para incorporar preferências de decisores em DEA, (Soares de Mello *et al.*, 2002b), seja para complementar informações do decisor no método UTA, (Rangel *et al.* 2003).

4 MODELAGEM

Como já mencionado, a proposta deste trabalho é estruturar o processo para identificar a melhor alternativa capaz de proporcionar o desenvolvimento sustentável da agricultura da região de São José de Ubá, superando os tradicionais desafios inerentes a esta questão: os aspectos econômicos, ambientais, culturais e sociais. A natureza conflitante dos objetivos envolvidos, como salientado em Munda (2005) e Gomes *et al.* (2008) faz com que os métodos ADM sejam boas opções na obtenção da solução desejada, em particular aquele que seja capaz de lidar tanto com aspectos objetivos, quanto com os mais subjetivos.

Dada a importância da atividade agrícola no município, foi proposta uma discussão que priorizasse os aspectos econômicos e ambientais do problema; sem desprezar o objetivo de romper com a acomodação natural dos agricultores ao “status quo”, incentivada pela vocação pelo plantio de tomates, ou seja, a questão cultural do problema. A consideração desta questão é ainda pouco usual e oferece desafios que pouco a pouco devem ser vencidos.

Por isso, entendeu-se que, para este trabalho, o grande desafio seria a ruptura deste paradigma e que, para a obtenção de êxito, seria necessário garantir que o decisor não participasse do processo de tomada de decisão como mero coadjuvante, mas como um elemento importante, ativo e responsável pela decisão escolhida. Assim, este estudo optou por uma abordagem que incluísse o aspecto cultural, por meio da garantia da participação efetiva do AD (agente de decisão). Desta forma, a inércia cultural pode ser vencida, com o AD presente e responsável em todas as fases do processo.

A problemática de São José de Ubá foi abordada sob a ótica dos agricultores. O agente que atuou como decisor foi um consultor que conhece profundamente bem o perfil dos agricultores e da agricultura da região, atuando nela desde 1986. Ele atuou como um mediador e reproduziu o mais fielmente possível a visão de mundo do grupo de agricultores da região. Foi ele quem emitiu os juízos de valor sobre as diferenças de atratividade entre os critérios avaliados. Além disso, foi possível, por meio dos juízos expressos pelo AD, observar a dificuldade encontrada pelos agricultores para identificar claramente os problemas pelos quais passavam. Uma análise detalhada dos problemas listados indicou um resultado importante: a identificação de duas grandes problemáticas na região: o sistema de produção e a organização de trabalho.

O problema foi, portanto, dividido em duas fases: na primeira, busca-se identificar o melhor sistema de produção a ser utilizado. Superada esta etapa, evoluiu-se para a identificação da melhor forma de organização do trabalho. O objetivo do decisor na primeira fase é a escolha da alternativa de plantio que agregasse os diversos critérios. Na segunda fase, o objetivo é identificar a melhor forma de viabilizar a implantação da alternativa escolhida, cuja metodologia foi construída a partir da consideração dos valores e visão de mundo desse agricultor. Dessa forma, busca-se contribuir para que esse trabalhador seja capaz de romper com os vícios, a inércia e a dificuldade natural de adaptação ao novo, tornando-o apto a contribuir para o desenvolvimento sustentável da região.

4.1 Fase 1: Escolha do sistema produtivo

Nesta etapa do processo decisório, a escolha dos critérios baseou-se na percepção do agente de decisão, por sua experiência de atuação em vários diagnósticos participativos entre os produtores e os técnicos locais. Esses critérios foram minuciosamente avaliados para que pudessem não apenas refletir as aspirações do decisor, como também respeitar a axiomática de Roy. São eles:



Figura 2 – Fase 1: Critérios de sistema produtivo.

O critério de lucratividade, de cunho econômico, inclui todo o dinheiro gerado pela produção ou pela implementação da alternativa, que provenha de vendas, trocas, geração de excedentes e a capitalização destes, além de considerar o reinvestimento deste lucro no empreendimento. A

produção verde foi aqui utilizada como um critério capaz de resumir questões ambientais consideradas – tais como a conservação da base ambiental, do solo; a utilização de substâncias biodegradáveis e menos tóxicas; a realização de reciclagem – questões altamente inter-relacionadas. Os critérios produtividade (da terra) e empregabilidade são indicativos determinísticos que, apesar de também sugerirem um cunho social, possuem um caráter fortemente econômico, o que justifica a sua adoção.

Após a análise dos resultados das entrevistas com especialistas locais, foi selecionado o conjunto de alternativas a seguir, por serem viáveis de se implantar no município, segundo opinião do AD:

- 1) Manter o modelo vigente, isto é, monocultura rudimentar de tomate e venda direta para os atravessadores;
- 2) Irrigação por gotejamento – diminui a mão-de-obra tradicional em aproximadamente 60% e a quantidade de água utilizada, pois irriga a lavoura pé por pé, pingando até suprir a necessidade da planta. Aumenta o custo e a demanda de mão-de-obra mais qualificada;
- 3) Tomate ensacado – o cacho de tomate é ensacado quando pequeno e só é retirado do saco na colheita. Esse tomate é praticamente livre de agrotóxico. Leva o nome de TEC – tomate ecologicamente cultivado. Implica então no aumento da mão-de-obra e redução da quantidade de agrotóxico utilizado, e, por outro lado, gera aumento no valor agregado do produto;
- 4) Rotação de culturas – ajuda a enriquecer o solo de matéria orgânica e nitrogênio e produz renda extra ao agricultor, pois o tomate é colhido apenas uma vez por ano. Dependendo da colheita, ajuda a terminar com os inimigos naturais do tomate;
- 5) Produção fora da estação (solução tecnológica), que permite a produção de tomate durante todas as estações do ano, fornecendo assim uma renda para o agricultor durante todo o ano.

A Figura 3 apresenta a tela do M-MACBETH da introdução de julgamentos de diferença de atratividade no critério Produtividade. O M-MACBETH apresenta uma escala de pontuação baseada nos dois níveis de referência previamente definidos nas propriedades dos critérios. Se esses níveis não tiverem sido definidos antes, o M-MACBETH atribui automaticamente as pontuações 0 e 100 aos extremos das escalas.

	mod vig	gotej	ensac	rotação	fora est	Escala actual	
mod vig	nula	fraca	moderada	moderada	moderada	100	extrema
gotej		nula	moderada	moderada	moderada	80	mt. forte
ensac			nula	mod-fort	mod-fort	50	forte
rotação				nula	fraca	20	moderada
fora est					nula	0	fraca
							mt. fraca
							nula

Julgamentos consistentes

Figura 3 – Matriz de julgamentos do critério Produtividade.

As perguntas realizadas para o preenchimento desta matriz de julgamentos seguem a mesma lógica das demais matrizes construídas pelo M-MACBETH. Para cada par de alternativas é perguntado ao AD como ele percebe a diferença de atratividade entre as duas linhas de ação consideradas. O software prevê como possibilidade de resposta: extrema, muito forte, forte, moderada, fraca, muito fraca e nula. Se alguma inconsistência for detectada, uma sugestão de resultado é sugerida pelo programa. Tecnicamente isso é feito por meio de um algoritmo de programação matemática. Mais detalhes podem ser encontrados em Bana e Costa *et al.* (2005).

O M-MACBETH permite que seja feito ajuste na pontuação de uma opção, pois apresenta o intervalo em que a pontuação pode ser alterada. A Figura 4 apresenta a escala de pontuação obtida para o critério Produtividade.

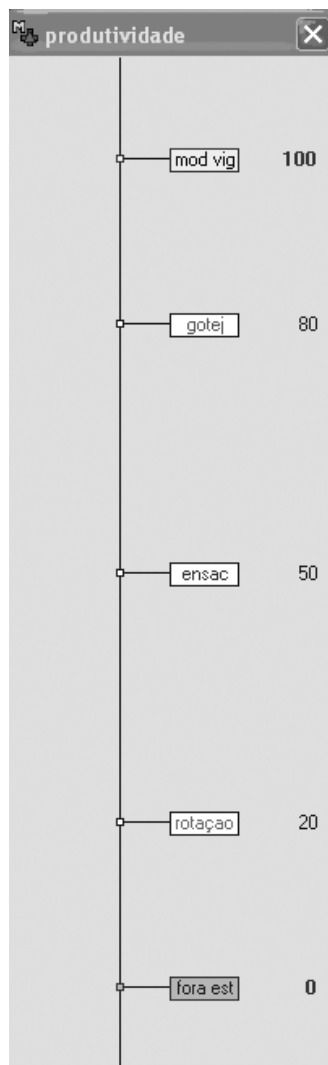


Figura 4 – Escala de pontuação do critério Produtividade.

Esta etapa foi realizada para cada um dos quatro critérios considerados e os ajustes realizados até o AD estar satisfeito com as diferenças entre pontuações na escala.

Com estes resultados do MACBETH, construiu-se a matriz de decisão do processo e, em seguida, foi iniciado o uso da ferramenta *VIP Analysis*. Deve-se salientar que existem outras possibilidades para a criação da matriz de decisão e que a etapa é necessária, pois é preciso contornar o fato do *VIP Analysis* não prover tal matriz. A metodologia *VIP Analysis* proporciona muita flexibilidade na condução do processo de apoio a decisão. Esta característica é nata ao método que deseja que o decisor convirja para a melhor solução e que aprenda ao longo do processo. O uso aqui foi similar ao descrito em Chaves *et al.* (2010).

As conclusões obtidas pelo VIP após diversas iterações do AD e o gradual refinamento dos intervalos dos pesos são mostradas na Figura 5, aonde a1 corresponde à alternativa 1, a2 à alternativa 2 e assim por diante. A última linha (*Max Regret*) indica a desvantagem máxima de uma alternativa quando comparada a qualquer outra. Verifica-se que a alternativa 2 (irrigação por gotejamento) é a que apresenta o menor valor.

	a1	a2	a3	a4	a5
a1		9.25	37.25	45.333	66.5
a2	17		28	38	57.25
a3	21	4		17.333	29.25
a4	26	9	5		27
a5	34	17	13	8	
Max Regret	34	17	37.25	45.333	66.5

Figura 5 – Sumário gerado pelo VIP para o cenário com restrições aos pesos.

Assim, o AD conclui que o modelo de irrigação por gotejamento é o método de cultura que deve ser implementado pelos agricultores por diminuir a quantidade de água utilizada e a mão-de-obra tradicional em aproximadamente 60%. Além disso, apesar de aumentar o custo e a demanda de mão-de-obra mais qualificada, reduz os custos de produção da lavoura e não cria grandes rupturas com o modelo tradicionalmente cultivado na região, permitindo uma melhor aceitação por parte dos produtores locais.

4.2 Fase 2: A organização do trabalho

Compete lembrar que, atualmente, os agricultores agem e decidem pensando apenas nas suas necessidades particulares e não ponderam nos impactos dessas decisões na comunidade. Assim, por exemplo, a escolha do nível de produção é tomada de uma forma absolutamente rudimentar e se as condições climáticas na safra permitirem, o volume de produção pode ultrapassar em muito a demanda. Isso faz com que o preço da caixa com tomate seja menor que o da embalagem vazia, o que acarreta uma perda para todo o grupo. Este fato já ocorreu por diversos anos distintos, além disso, o valor pago pelos atravessadores muitas vezes não cobrem os custos de produção. No entanto, estes atravessadores conseguem bons preços pelo produto nos grandes centros consumidores como as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo.

Assim, é necessário que se introduzam novos conceitos para estes agricultores que permitam uma melhora em suas vidas, promovendo uma melhor inserção do agricultor no mercado de trabalho vigente. Um conceito pertinente é o conceito de Economia Solidária. Sua definição passa pela discussão da inserção social pelo trabalho, agregando as questões produtivas às do movimento social. Tauile & Debaco (2002) ressaltam que os empreendimentos que participam deste movimento se organizam sob a forma de sociedades comerciais ou civis autogeridas.

Nesses termos, além de uma melhor distribuição de renda, a economia solidária propiciaria, dentre outras questões: a democratização da gestão do trabalho; um maior conhecimento dos aspectos envolvidos na produção; a valorização das relações de cooperação; e o fortalecimento do desenvolvimento local sustentável. Ou seja, permite a realização sustentada de um plano de negócios (Pochmann, 2002) que o posicionem na sociedade e o coloquem em condições de disputa com segmentos organizados do trabalho.

Então, propôr alternativas que promovam tamanha inclusão, torna-se um verdadeiro desafio. Tendo em vista que poucas são as políticas públicas que suportam este movimento, principalmente no que diz respeito a aspectos legais, oscila-se entre algumas ações do Governo e outros tantos mecanismos de incubação de experiências de ocupação e renda, propostos por pesquisadores, universitários, religiosos, sindicalistas entre outros.

O estudo baseou-se, então, em algumas experiências práticas de sucesso quando da aplicação de valores da Economia Solidária, para a definição dos critérios utilizados, considerando os fatores primordiais para o sucesso de um empreendimento como este:

- i) lucratividade
- ii) autonomia
- iii) qualidade de vida
- iv) empregabilidade

O primeiro critério envolvido, lucratividade, foi definido tal qual na fase 1, incluindo todo o dinheiro gerado pela produção ou pela implementação da alternativa, além de considerar o reinvestimento deste lucro no empreendimento. A questão da autonomia, critério 2, possui cunho econômico, estando diretamente ligada à não dependência de intermediários e/ou da cultura de apenas um tipo de produto (neste caso, ficando-se sujeito a fatores climáticos). O critério 3, qualidade de vida, envolve um melhor aproveitamento do tempo do trabalhador. Finalmente, a ampliação na geração de empregos para os habitantes da região em questão é elemento extremamente importante e foi considerada no critério 4.

Nesta fase, as alternativas a seguir foram propostas pelo AD que, como na primeira fase do estudo, considerou alternativas viáveis de serem implantadas, tanto pela aceitação dos agricultores quanto pela participação do poder público envolvido.

- a) Manter a situação vigente, ou seja, os agricultores plantam de maneira independente e a comercialização é feita no mercado local, com a presença de atravessadores;
- b) Organização dos Trabalhadores como produtores associados, que se reintegram à divisão social do trabalho, estes produtores rurais terão mais condições de competir;

- c) Associação com pequenos produtores da cidade para comprar e vender em conjunto, eliminando intermediários – a eliminação de intermediários torna maiores as possibilidades de ganho, dele advem a necessidade de se melhorar o escoamento da produção;
- d) Agricultura familiar – é uma forma de produção em que predomina a interação entre gestão e trabalho; são os agricultores familiares que dirigem o processo produtivo, dando ênfase na diversificação e utilizando o trabalho familiar, eventualmente complementado pelo trabalho assalariado.

Deve-se observar que a seleção da organização do trabalho pode ser aplicado com pouca ou quase nenhuma ressalva a qualquer alternativa selecionada na fase 1. A opção de se trabalhar de forma independente deve-se basicamente ao fato de tornar a problemática, individualizada e mais clara ao AD.

Novamente foi realizado o uso integrado das metodologias MACBETH e *VIP Analysis*. Foi possível observar uma grande resistência por parte do AD às alternativas que implicavam em uma maior distância ao modelo vigente. Por este motivo, no final do processo, o modelo vigente, apesar da tentativa de se mostrar aos agricultores que desta forma sua força comercial seria menor, foi o modelo aceito pelo AD, indicando que o grupo não confia em uma união entre os próprios membros.

5 CONCLUSÕES

A proposta inicial, de criar um modelo para avaliar as alternativas disponíveis para a questão do uso da terra para os agricultores de São José de Ubá que considerasse os três pilares do desenvolvimento sustentável, foi concluída. A escolha da combinação das ferramentas de ADM, MACBETH e *VIP Analysis*, é muito coerente com as premissas consideradas e tornou possível a incorporação do fator cultural à modelagem do problema.

Destaca-se, na elaboração da primeira fase da modelagem, o respeito à cultura local, que pode ser percebido tanto na escolha das alternativas, quanto na escolha da metodologia sugerida para a condução do problema, já que permite a interação contínua com o AD.

Além disso, na segunda fase, a adoção de valores provenientes da Economia Solidária, permitiu uma aproximação das necessidades dos agricultores, respeitando sua cultura e visão, embora as alternativas propostas também incorporem elementos de sustentabilidade, muitas vezes desconhecidos da população local. Entende-se, no entanto, que esta intervenção deva gerar conhecimento e aprendizado para a comunidade, almejando sempre colocá-los em condições de disputa com o mercado vigente.

O que foi notado é que o fator cultural realmente foi muito importante durante a condução do processo. Isto pode ser verificado ao se decidir pelo modelo de irrigação por gotejamento no cultivo da cultura do tomate, pois, apesar de introduzir uma nova solução tecnológica para a plantação, não se distancia muito do modelo atualmente cultivado. Já na fase 2, a questão cultural fica mais clara pois optou-se pela continuidade do modelo atualmente praticado.

REFERÊNCIAS

- [1] BANA E COSTA CA, DE CORTE JM & VANSNICK JC. 2003. Working Paper LSEOR 03.56, London School of Economics, London.
- [2] BANA E COSTA CA, DE CORTE JM & VANSNICK JC. 2005. On the Matemathical foundations of MACBETH. In: Figueira J & Greco S (eds.) Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. Springer, New York, 409–442.
- [3] BANA E COSTA CA & VANSNICK JC. 1995. A theoretical framework for Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evualation Tecnique (MACBETH). In: Clímaco J (ed.) Multicriteria Analysis. Springer Verlag, Berlin.
- [4] CARVALHO ALB, CARMO CAFS, TÔSTO SG & MACEDO JR. 2005. Avaliação do Estado Nutricional do Tomateiro na Região de São José de Ubá – RJ. IV Workshop do Projeto Gestão Participativa da Sub-bacia do Rio São Domingos – RJ, Embrapa, Rio de Janeiro.
- [5] CEZAR LHS. 2004. Horticultura do tomate, questão ambiental e territorialidades em São José de Ubá, Noroeste Fluminense. Grupo de Estudos Agroambientais do Departamento de Climatologia e Meteorologia/Instituto de Geociências da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – GEA/DCM/IGEO.
- [6] CHAVES MCC, RAMOS TG, BARROS TD & SOARES DE MELLO JCCB. 2010. Uso integrado de dois métodos de apoio à decisão multicritério: VIP Analysis e MACBETH. *Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento*, 2(2): 89–99.
- [7] COSTA JRPF. 2005a. Produtor rural, mundo de vivência e inovação: compreendendo obstáculos à adoção de novas tecnologias. XLIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – Sober, Ribeirão Preto, SP.
- [8] COSTA JRPF, BRANDÃO ES, ZAMBERLAN F, SILVA GO & MACEDO JR. 2005b. O Desenvolvimento Social e Econômico Sustentável: o Caso de Cinco Comunidades do Município de São José de Ubá, RJ. XLIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – Sober, Ribeirão Preto, SP.
- [9] DIAS LC & CLÍMACO JN. 2000. Additive Aggregation with variable Interdependent Parameters: the VIP Analysis Software. *Journal of Operational Research Society*, 51(9): 1070–1082.
- [10] DIAS LC & CLÍMACO JN. 2005. Dealing with imprecise information in group multicriteria decisions: A methodology and a GDSS architecture. *European Journal of Operational Research*, 160(2): 291–307.
- [11] FREIRE P. 2001. Extensão ou Comunicação? 11 ed., Editora Paz e Terra, São Paulo.
- [12] GOMES CFS, GOMES LFAM & ALMEIDA A. 2006. Tomada de Decisão Gerencial: O Enfoque Multicritério. 2 ed., Editora Atlas, São Paulo.
- [13] GOMES EG, SOARES DE MELLO JCCB & MANGABEIRA JA. 2008. Estudo multicritério do bem estar social de um grupo de agricultores rurais. *Pesquisa Operacional*, 28(1): 141–160.
- [14] GOMES LFAM, ARAYA MCG & CARIGNANO C. 2004. Tomada de decisões em cenários complexos. Editora Pioneira Thompson Learning, Rio de Janeiro.
- [15] LEAL FILHO W. 2000. Dealing with misconceptions on the concept of sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 1: 9–19.

- [16] MUNDA G. 2005. "Measuring sustainability": A multi-criterion framework. *Environment, Development and Sustainability*, **7**(1): 117–134.
- [17] NELSON L & WILSON C. 2003. Triple Botton Line: A new approach to reporting your organization performance. Tertiary Press, Croyden, Victoria, Australia.
- [18] NORTON BG. 2007. A reply to my critics. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, **20**(4): 387–405.
- [19] OLSON DL. 2001. Comparison of three multicriteria methods to predict known outcomes. *European Journal of Operational Research*, **130**(3): 576–587.
- [20] POCHMANN MA. 2002. Economia Solidária e o Crédito Popular. In: João Cláudio Arroyo (Org.) *Solidariedade e Sucesso: a experiência do Bando do Povo de Belém*. Prefeitura Municipal de Belém, 13–36. Belém do Pará.
- [21] PRATO T & HERALTH G. 2007. Multiple-criteria decision analysis for integrated catchment management. *Ecological Economics*, **63**(2-3): 627–632.
- [22] RANGEL LAD, SOARES DE MELLO JCCB, GOMES EG & GOMES LFAM. 2003. Avaliação da interiorização dos cursos da Universidade Federal Fluminense com o uso conjugado dos métodos UTA e MACBETH. *Investigação Operacional*, **23**(1): 49–69.
- [23] SACHS I. 2000. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Editora Garamond, Rio de Janeiro.
- [24] SOARES DE MELLO JCCB, GOMES EG & LINS MPE. 2002a. Análise multicritério da presença da Universidade Federal Fluminense com o uso do método MACBETH. *Produção*, **11**(2): 53–67.
- [25] SOARES DE MELLO JCCB, LINS MPE, SOARES DE MELLO MHC & GOMES EG. 2002b. Evaluating the performance of calculus classes using operational research tools. *European Journal of Engineering Education*, **27**(2): 209–218.
- [26] TAUILE JR & DEBACO ES. 2002. Autogestão no Brasil: a viabilidade econômica de empresas geridas por trabalhadores. VII Encontro Nacional de Economia Política e II Colóquio Latino-Americano de Economistas Políticos, Curitiba.